

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»
КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:

**Аналіз енергоефективності системи тепlopостачання мікрорайону
міста Кременчук з використанням енергозберігаючих технологій**

Виконав: студент 6 курсу,
групи 601 НТ
спеціальності

144 Теплоенергетика

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Калініченко Р.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Борщ О.Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Ігнатченко Ю.А.

(прізвище та ініціали)

Зав.кафедрою Голік Ю.С.

(прізвище та ініціали)

Полтава - 2021 року

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення навчально-науковий інститут нафти і газуКафедра, циклова комісія кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетикиСтупінь вищої освіти магістр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ**Завідувач кафедри, голова циклової комісії Голік Ю.С.**

"___" _____ 2021 року

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ****Калініченко Руслан Віталійович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) **Аналіз енергоефективності системи теплопостачання мікрорайону міста Кременчук з використанням енергозберігаючих технологій**
керівник проекту (роботи) **Борщ Олена Борисівна, к.т.н., доцент**,

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

затверджені наказом вищого навчального закладу №688 від "25" серпня 2021 року2. Строк подання студентом проекту (роботи) 15 грудня 2021 року3. Вихідні дані до проекту (роботи) План забудови житлового мікрорайону міста Кременчук. Кліматологічні дані району будівництва. Теплові навантаження споживачів.4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Загальні положення; 2. Технологічна частина; 3. Енергозбереження; 4. Охорона праці.5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Схема траси житлового мікрорайону; 2. Схема 2-х трубної теплової мережі.; 3. План забудови мікрорайону. Функціональна схема індивідуального теплового пункту. Специфікація теплового пункту. Прокладка попередньо ізольованих трубопроводів. Схема мережного насосу Wilo-Top-SD 65/10.; 4. Розташування основного обладнання індивідуального теплового пункту. 5. Графік тиску в закритій тепловій мережі.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 27 вересня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ. Загальні положення. Основні кліматологічні дані місця будівництва.	27.09.2021- 02.10.2021	
2	Технологічна частина. Обґрунтування прийнятих рішень. Визначення витрат теплоти на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання.	03.10.2021 - 07.10.2021	
3	Побудова годинного графіку витрати теплоти (сумарного) та графіку витрат теплоти від тривалості температур зовнішнього повітря (річного).	08.10.2021– 13.10.2021	
4	Річні витрати теплоти.	14.10.2021– 21.10.2021	
5	Режим регулювання теплової мережі.	22.10.2021– 25.10.2021	
6	Опалювальний та підвищений графік температур теплоносія.	26.10.2021– 29.10.2021	
7	Визначення розрахункових витрат теплоносія для теплової мережі.	30.10.2021– 01.11.2021	
8	Попередній гідравлічний розрахунок.	02.11.2021– 04.11.2021	
9	Остаточний гідравлічний розрахунок.	05.11.2021– 07.11.2021	
10	Тепловий розрахунок.	08.11.2021– 13.11.2021	
11	Вибір будівельних конструкцій теплової мережі. Підбір теплофікаційного обладнання.	14.11.2021– 16.11.2021	
12	Енергозбереження. Загальні положення та заходи по енергозбереженню.	17.11.2021– 19.11.2021	
13	Оформлення графічної частини.	20.11.2021– 23.11.2021	
14	Економічна частина.	24.11.2021– 29.11.2021	
15	Калькуляція слбівартості ГКал тепла.	30.11.2021– 02.12.2021	
16	Охорона праці.	03.12.2021– 07.12.2021	
17	Охорона навколишнього середовища.	08.12.2021– 12.12.2021	
18	Остаточне оформлення пояснювальної записки і графічної частини.	13.12.2021– 15.12.2021	

Студент _____
(підпис)

Калініченко Р.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____
(підпис)

Борщ О.Б.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ	8
1. Загальні положення	10
1.1. Мета проекту	10
1.2. Основні кліматологічні дані місця будівництва	10
1.3. Розрахунок першого житлового мікрорайона	10
1.3.1. Характеристика об'єкту теплопостачання	11
2. Технологічна частина	14
2.1. Обґрунтування прийнятих рішень	14
2.2. Визначення витрати тепла на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання	15
2.3. Побудова годинного графіку витрати тепла	20
2.4. Побудова графіку витрати тепла по тривалості температур зовнішнього повітря	22
2.5. Річні витрати теплоти	23
2.6. Режим регулювання теплової мережі	27
2.6.1. Графік температур теплоносія при центральному якісному регулюванні теплової мережі	29
2.6.2. Підвищений графік температур теплоносія для закритої мережі	31
2.7. Визначення розрахункових витрат теплоносія для теплової мережі	34
2.8. Гідравлічний розрахунок трубопроводів теплової мережі	37
2.8.1. Трасування теплової мережі	37
2.8.2. Попередній гідравлічний розрахунок	39
2.8.3. Оптимальний градієнт тиску по головній магістралі	42

					<i>601 НТ-20336-МР</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Аналіз енергоефективності системи теплопостачання мікрорайону міста Кременчук з використанням енергозберігаючих технологій	<i>Стадія</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркцилів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Барц. О.Б.</i>				4	150	
<i>Виконав</i>		<i>Калініченко Р.В.</i>				Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики		

2.8.4. Остаточний гідравлічний розрахунок	43
2.8.5. Побудова графіку тиску в закритій тепловій мережі	47
2.9. Тепловий розрахунок	49
2.10. Вибір будівельних конструкцій теплової мережі	54
2.10.1. Розрахунок П-подібних компенсаторів	54
2.10.2. Розрахунок ділянки самокомпенсації	56
2.11. Підбір теплофікаційного обладнання ЦТП	59
2.11.1. Підбір грязьовиків	59
2.11.2. Підбір лічильника тепла	61
2.11.3. Розрахунок теплообмінників	62
2.11.4. Підбір циркуляційних (мережних) та підживлюючих насосів	65
2.12. Розрахунок другого мікрорайону	70
2.12.1. Характеристика житлового мікрорайону	70
2.13. Побудова годинного графіку витрати тепла	72
2.14. Побудова графіку витрати тепла по тривалості температур зовнішнього повітря	75
2.15. Річні витрати теплоти	76
2.16. Режим регулювання теплової мережі	79
2.16.1. Графік температур теплоносія при центральному якісному регулюванні теплової мережі	81
2.16.2. Підвищений графік температур теплоносія для закритої мережі	83
2.17. Гідравлічний розрахунок трубопроводів теплової мережі	87
2.17.1. Попередній гідравлічний розрахунок	88
2.17.2. Оптимальний градієнт тиску по головній магістралі	91
2.17.3. Остаточний гідравлічний розрахунок	92
2.18. Тепловий розрахунок	96
2.19. Вибір будівельних конструкцій теплової мережі	100
2.19.1. Розрахунок П-подібних компенсаторів	100

2.19.2. Розрахунок ділянки самокомпенсації	102
2.20. Підбір теплофікаційного обладнання ЦТП	105
2.20.1. Підбір грязьовиків	105
2.20.2. Підбір лічильника тепла	107
2.20.3. Розрахунок теплообмінників	108
2.20.4. Підбір циркуляційних (мережних) та підживлюючих насосів	111
3. Енергозбереження	116
3.1. Загальні положення по енергозбереженню	116
3.2. Заходи по енергозбереженню в системах теплопостачання	117
3.3. Основні заходи з енергозбереження	122
3.3.1. Заходи з енергозбереження у сфері теплопостачання	122
3.3.2. Економія енергії в системі опалення	123
3.3.3. Енергозберігаючі матеріали та конструкції	125
3.4. Перевірочний розрахунок системи теплопостачання для першого мікрорайону	129
3.5. Перевірочний розрахунок системи теплопостачання для другого мікрорайону	131
4. Економічна частина	132
4.1 Річна витрата тепла на опалення, вентиляцію та ГВП першого мікрорайону	132
4.2. Річна витрата тепла на опалення, вентиляцію та ГВП першого мікрорайону	134
5. Порівняльна характеристика двох мікрорайонів	136
6. Охорона праці	138
6.1. Завдання розділу	138
6.2. Характеристика умов праці	139
6.3. Заходи промислової санітарії	141
6.4. Заходи з техніки безпеки	142
6.5. Заходи з протипожежної безпеки	144

6.6. Охорона навколишнього середовища	146
Висновок	147
Література	149

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

ВСТУП

Heating - supply of heat to the public, industrial and residential buildings to provide the technology needs of consumers and housing and utilities (ventilation, hot water, heating). [1]

There are district and local heating. The centralized system serves an industrial or residential area, the local system - one or more buildings. The district heating system contains a heating network, heat-consuming installations and a heat source, which connected to the network through heating points.

Heat carriers in district heating systems are usually steam at a pressure of 0.7-1.6 Mn / m² (7-16 atm) and water with a temperature of up to 150°C.

According to the number of pipelines used to supply coolant, there are single-pipe, double-pipe and multi-pipe heat supply systems. Single-pipe systems used when the coolant is fully used by consumers and does not return. In two-pipe systems, the coolant is fully or partly returned to the source of the body, where it is heated and filled. If you want to identify certain types of heat load, then use multi-pipe systems. This facilitates the regulation of heat supply, as well as ways to connect consumers to heating networks.

Centralized heat supply systems include three main elements: heat source, heating network, heat application systems for consumers. [2]

Heat supply sources intended to convert thermal energy contained in organic or nuclear fuel and heat the coolant that is transported to consumers.

In the cities, thermal power plants and boiler houses are used, and in the villages - heating furnaces and small boiler rooms, which are a source of heat supply.

The heating network is a system of pipelines, the purpose of which is the movement of the coolant from the heat source to the consumer and the return of cooled heat in the opposite direction.

Consumer coolant systems used to receive heat from heating networks to maintain the necessary parameters for subscribers and to account for heat consumption.

					601 HT-20336-MP	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

For small and medium-sized cities, the main source of heat are boilers. Municipal boilers divided into group, house, district and neighborhood. They intended to supply heat to residential buildings and public buildings. [2]

Heating networks intended to transfer heat to meet household and utility needs and technological needs.

Heating networks divided into ring and dead-end.

					<i>601 HT-20336-MP</i>	Арк.
						9
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Мета проекту

Завданням даного дипломного проекту є виконати проект системи тепlopостачання житлового мікрорайону для умов міста Кременчук.

Метою проекту є виконання розрахунку магістральних мереж, які мають відповідати держстандарту, бути збалансованими, економічно вигідними, та мати енергозберігаючі технології.

Проект складається з пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунок даного дипломного проекту, містить задачі різного характеру але пов'язані між собою, виконуючи розрахунок я поглибив свої знання з дисципліни “Тепlopостачання”, та закріпив свої уміння у роботі з довідниковими даними та виконанні креслення. Даний дипломний проект готує до самостійного вирішення питань в умовах виробництва.

1.2 Основні кліматологічні дані місця будівництва

Для умов міста Кременчук згідно [2] визначаю наступні кліматичні дані:

- розрахункову температуру зовнішнього повітря для проектування опалення – $t_{30} = -22^{\circ}\text{C}$;
- розрахункову температуру зовнішнього повітря для проектування вентиляції – $t_{3в} = -9^{\circ}\text{C}$;
- середню температуру зовнішнього повітря за опалювальний період – $t_{\text{сер}} = -1$;
- тривалість опалювального періоду – $n_{\text{оп}} = 189$ діб;
- тривалість стояння температур зовнішнього повітря.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2.1 Тривалість стояння температур зовнішнього повітря.

Температура зовнішнього повітря, °С	-34,9...-30	-29,9...-25	-24,9...-20	-19,9...-15	-14,9...-10	-9,9...-5	-4,9...0	+0,1...+5	+5,1...+8	Всього
Число годин стояння	1	10	39	129	320	642	1225	1493	680	4536

Характеристики системи теплопостачання:

Теплоносій – вода з розрахунковими параметрами:

- в подавальному трубопроводі теплової мережі - 130 °С;
- в подавальному трубопроводі системи опалення -95 °С;
- в зворотному трубопроводі - 70 °С.

Тип ґрунту – мало вологий.

1.3 Розрахунок першого житлового мікрорайону

1.3.1 Характеристика житлового мікрорайону

Житловий мікрорайон, для якого виконується проект складається з 34 будівель, серед них – 28 житлові будинки, 6 – громадські. А саме з 7 чотирьох поверхових будівель, 9 п'яти поверхових будівель, 9 дев'яти поверхових будівель, 3 дванадцяти поверхових будівель, також 2 гуртожитків, музичної школи, дитячого садка, ПТУ та їдальні.

Характеристика забудови мікрорайону в таблиці 1.3.1

Таблиця 1.3.1 Характеристика забудови мікрорайону

№ з/п	Призначення будівлі	Поверхівка, <i>n</i>	Площа забудови, м ²	Житлова площа, <i>F_{жит}</i> , м	Об'єм будівлі, <i>V</i> , м ³	Кількість абонентів, <i>N_{жит}</i>
1	Житловий будинок	4	672	1378	8064	102
2	Житловий будинок	4	672	1378	8064	102
3	Житловий будинок	4	672	1378	8064	102
4	Житловий будинок	4	672	1378	8064	102

Продовження таблиці 1.3.1

№ з/п	Призначення будівлі	Поверхо - вість, <i>n</i>	Площа забудови, м ²	Житлова площа, <i>F_{жит}</i> , м	Об'єм будівлі, <i>V</i> , м ³	Кількість абонентів, <i>N_{жит}</i>
5	Житловий будинок	4	672	1378	8064	102
6	Житловий будинок	4	672	1378	8064	102
7	Житловий будинок	4	672	1378	8064	102
8	Житловий будинок	5	921	3863	13815	285
9	Житловий будинок	5	921	3863	13815	285
10	Житловий будинок	5	921	3863	13815	285
11	Житловий будинок	5	921	3863	13815	285
12	Житловий будинок	5	921	3863	13815	285
13	Житловий будинок	5	921	3863	13815	285
14	Житловий будинок	5	921	3863	13815	285
15	Житловий будинок	5	921	3863	13815	285
16	Житловий будинок	5	921	3863	13815	285
17	Житловий будинок	9	1650	7425	44550	548
18	Житловий будинок	9	1650	7425	44550	548
19	Житловий будинок	9	1650	7425	44550	548
20	Житловий будинок	9	1650	7425	44550	548
21	Житловий будинок	9	1650	7425	44550	548
22	Житловий будинок	9	1650	7425	44550	548
23	Житловий будинок	9	1650	7425	44550	548
24	Житловий будинок	9	1650	7425	44550	548
25	Житловий будинок	9	1650	7425	44550	548
26	Житловий будинок	12	1820	10920	65520	805
27	Житловий будинок	12	1820	10920	65520	805
28	Житловий будинок	12	1820	10920	65520	805
29	Гуртожиток	5	840	3621	12600	220
30	Гуртожиток	5	840	3621	12600	220
31	Дитячий садок	2	1070	-	6420	140
32	Музична школа	2	915	-	5490	110
33	ПТУ	3	1150	-	10350	680
34	Їдальня	2	400	-	2400	90

Об'єм будівель визначаю за формулою:

$$V_3 = F_{заб} \cdot n_{нов} \cdot h, \text{ м} \quad (1)$$

де $F_{заб}$ – площа забудови будівлі, м²;

$n_{нов}$ – кількість поверхів будівлі;

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

h – висота поверху = 3 м.

Кількість абонентів житлових будівель визначаю як:

$$N_{жит} = \frac{F_{жит}}{f_n} \quad (2)$$

де $F_{жит}$ – житлова площа будівлі, м²;

f_n – норма житлової площі на одного мешканця, згідно ст.47 Житлового Кодексу України, вона складає 13, 56 м².

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування прийнятих рішень

Теплова мережа – система теплопроводів, по яких транспортується тепло за допомогою теплоносіїв від джерел до теплових споживачів.

До основних елементів тепломереж можна віднести трубопровід, який складається із металевих труб, з'єднаних між собою методом зварювання.

Теплова ізоляція, застосовується для захисту трубопроводу від зовнішньої корозії та тепловтрат. Велику увагу приділяють трубам, які повинні мати достатню міцність й бути герметичними при максимальних тисках та температурах теплоносія, володіти низьким коефіцієнтом температурних деформацій, низьку шорсткість внутрішньої поверхні, високі термічні опори стінок, що сприяє збереженню теплоти.

Теплоносій – осередок, який постачає тепло від джерела тепла до гріючих приладів систем опалення, вентиляції й ГВП. Теплоносій одержує теплоту в районній котельні (або ТЕЦ) й по зовнішніх трубопроводах, які мають назву тепломережі, надходить в системи опалення, вентиляції промислових, громадських споруд й житлових будівель.

В даному проекті для житлового мікрорайону проектую закриту, двотрубну, одноступеневу, тупикову систему теплопостачання.

В закритих системах мережева вода із подаючого трубопроводу частково надходить в систему опалення, частково на підігрів системи гарячого водопостачання, де підігріває водопровідну воду до температури 60°, потім мережева вода повертається в зворотній трубопровід, де перемішується з водою після системи опалення та повертається на джерело теплоти.

Двотрубні закриті системи складаються з подавального та зворотного трубопроводів. По подаючому трубопроводу нагріта мережева вода з температурою транспортується від джерела теплоти до споживача. По зворотному

					601 НТ-20336-МР	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

трубопроводу охолоджена мережева вода з температурою рухається від споживачів до джерела теплоти для повторного нагрівання. Двотрубні системи складають меншу вартість, ніж багатотрубні, їх використовують для подачі тепла одночасно для систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання.

Труби використовують з попередньою ізоляцією. Завдяки попередньо ізольованим трубопроводам щорічні експлуатаційні витрати зменшуються в десятки разів.

Схему підключення системи опалення до теплової мережі вибирають послідовну.

2.2 Визначення витрати тепла на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання

Теплові навантаження різні за характером, тому розрахункові витрати теплоти визначаються окремо для опалення, вентиляції та ГВП згідно [4].

Витрату тепла на опалення згідно, Вт, визначають за формулою:

$$Q_0 = q_0 \cdot V_3 \cdot (t_e - t_{30}) \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (3)$$

де q_0 -питома опалювальна характеристика, Вт/м³°С, залежить від призначення будівлі та її об'єму [4];

V_3 - об'єм будівлі по зовнішньому заміру, м³;

t_e - температура внутрішнього повітря, °С; [2]

t_{30} - розрахункова для опалення температура зовнішнього повітря, °С;

η - поправочний коефіцієнт на теплову характеристику, що залежить від розрахункової температури зовнішнього повітря. Згідно [2] $\eta=1,13$.

Витрату тепла на вентиляцію, Вт, визначають за формулою:

$$Q_e = q_e \cdot V_3 \cdot (t_e - t_{3e}), \text{ кВт} \quad (4)$$

де q_e - питома вентиляційна характеристика, Вт/м³°С, визначається згідно [4];

V_3 - об'єм будівлі по зовнішньому заміру, м³;

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{в}$ - температура внутрішнього повітря, °С ; [2]

$t_{зв}$ - розрахункова для вентиляції температура зовнішнього повітря, °С;

Витрата тепла на гаряче водопостачання залежить від норми водоспоживання і кількості споживачів в будівлі.

Середньогодинну витрата тепла за опалювальний період на гаряче водопостачання, Вт, визначаю за формулою:

$$Q_{зв}^{cp} = \frac{m \cdot a_{доб} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{г.ср.} - t_x)}{3600 \cdot T} + \Delta Q_n + \Delta Q_{ц}, \text{ кВт} \quad (5)$$

де m - кількість споживачів гарячої води;

$a_{доб}$ - середньодобова за опалювальний період норма витрати гарячої води на одного споживача, л/доб;

$\rho = 1$ кг/л-густина води;

$c = 4187$ Дж/кг°С - питома теплоємність води;

$t_{г.ср}$ – середня температура гарячої води, при якій встановлені норми витрати води;

t_x - температура холодної води, °С(при відсутності даних приймають +5 °С);

T -період споживання гарячої води, год.

Для жилих будинків, гуртожитків, санаторіїв, лікарень і т.д. $T = 24$ год, для інших громадських будівель період споживання гарячої води дорівнює числу годин їх праці, але не менше 10 год.

$\Delta Q_n, \Delta Q_{ц}$ - втрати тепла, відповідно подавальним і циркуляційним трубопроводами, Вт.

Оскільки відомості про втрати тепла подавальним і циркуляційним трубопроводами відсутні, то середньогодинну витрату тепла за опалювальний період визначаю по формулі:

$$Q_{зв}^{cp} = \frac{m \cdot a_{доб} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{г} - t_x)}{3600 \cdot T}, \quad (6)$$

де $t_{г}$ – температура гарячої води, рівна 60°С.

Витрату теплоти в години з максимальним споживанням води можна розрахувати за допомогою формули:

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{зб}}^{\text{max}} = (2 \div 2,4) \cdot Q_{\text{зб}}^{\text{сп}}, \text{ кВт} \quad (7)$$

Користуючись [4,14], необхідні дані для розрахунків записую в таблицю 2.2.1

Таблиця 2.2.1 Довідникові дані для розрахунків

№ з/п	Призначення будівлі	$t_{\text{в}}, ^\circ\text{C}$	$V_{\text{з}}, \text{ м}^3$	$q_{\text{о}}, \text{ Вт}/^\circ\text{Cм}^3$	$q_{\text{в}}, \text{ Вт}/^\circ\text{Cм}^3$	а, л/доб	Т, год
1	Житловий будинок	18	8064	0,48	-	85	24
2	Житловий будинок	18	8064	0,48	-	85	24
3	Житловий будинок	18	8064	0,48	-	85	24
4	Житловий будинок	18	8064	0,48	-	85	24
5	Житловий будинок	18	8064	0,48	-	85	24
6	Житловий будинок	18	8064	0,48	-	85	24
7	Житловий будинок	18	8064	0,48	-	85	24
8	Житловий будинок	18	13815	0,43	-	85	24
9	Житловий будинок	18	13815	0,43	-	85	24
10	Житловий будинок	18	13815	0,43	-	85	24
11	Житловий будинок	18	13815	0,43	-	85	24
12	Житловий будинок	18	13815	0,43	-	85	24
13	Житловий будинок	18	13815	0,43	-	85	24
14	Житловий будинок	18	13815	0,43	-	85	24
15	Житловий будинок	18	13815	0,43	-	85	24
16	Житловий будинок	18	13815	0,43	-	85	24
17	Житловий будинок	18	44550	0,40	-	85	24
18	Житловий будинок	18	44550	0,40	-	85	24
19	Житловий будинок	18	44550	0,40	-	85	24
20	Житловий будинок	18	44550	0,40	-	85	24
21	Житловий будинок	18	44550	0,40	-	85	24
22	Житловий будинок	18	44550	0,40	-	85	24
23	Житловий будинок	18	44550	0,40	-	85	24
24	Житловий будинок	18	44550	0,40	-	85	24
25	Житловий будинок	18	44550	0,40	-	85	24
26	Житловий будинок	18	10920	0,44	-	85	24
27	Житловий будинок	18	10920	0,44	-	85	24
28	Житловий будинок	18	10920	0,44	-	85	24
29	Гуртожиток	18	3621	0,56	-	60	24
30	Гуртожиток	18	3621	0,56	-	60	24
31	Дитячий садок	20	6420	0,50	0,12	30	12

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

601 НТ-20336-МР

Арк.

17

Продовження таблиці 2.2.1

№ з/п	Призначення будівлі	$t_b, ^\circ\text{C}$	V_z, M^3	$q_o, \text{Вт}/^\circ\text{C}\text{M}^3$	$q_b, \text{Вт}/^\circ\text{C}\text{M}^3$	$a, \text{л}/\text{доб}$	$T, \text{год}$
32	Музична школа	16	5490	0,41	0,09	-	8
33	ПТУ	16	10350	0,38	0,08	3	10
34	Їдальня	16	2400	0,41	0,81	2	10

Приклад розрахунку для дитячого садка на 140 місць:

$$Q_o = 0,50 \cdot 6420 \cdot (20 - (-22)) \cdot 1,13 / 1000 = 152,3 \text{ кВт};$$

$$Q_g = 0,12 \cdot 6420 \cdot (20 - (-9)) / 1000 = 22,3 \text{ кВт};$$

$$Q_{zg} = \frac{140 \cdot 4187 \cdot 1 \cdot 30(60 - 5)}{3600 \cdot 12} / 1000 = 22,3 \text{ кВт}.$$

$$Q_{zg}^{\max} = 2,4 \cdot 22,3 = 53,5 \text{ кВт}.$$

Подальші розрахунки виконую в таблиці 2.2.2

Таблиця 2.2.2 Розрахунок теплових навантажень

№ з/п	Призначення будівлі	Витрата тепла, кВт			
		Q_o	Q_b	$Q_{ГВ}^{cp}$	$Q_{ГВ}^{\max}$
1	Житловий будинок	174,9	-	23,1	55,4
2	Житловий будинок	174,9	-	23,1	55,4
3	Житловий будинок	174,9	-	23,1	55,4
4	Житловий будинок	174,9	-	23,1	55,4
5	Житловий будинок	174,9	-	23,1	55,4
6	Житловий будинок	174,9	-	23,1	55,4
7	Житловий будинок	174,9	-	23,1	55,4
8	Житловий будинок	268,5	-	64,5	154,8
9	Житловий будинок	268,5	-	64,5	154,8
10	Житловий будинок	268,5	-	64,5	154,8
11	Житловий будинок	268,5	-	64,5	154,8
12	Житловий будинок	268,5	-	64,5	154,8
13	Житловий будинок	268,5	-	64,5	154,8
14	Житловий будинок	268,5	-	64,5	154,8
15	Житловий будинок	268,5	-	64,5	154,8
16	Житловий будинок	268,5	-	64,5	154,8
17	Житловий будинок	805,4	-	124,1	297,8

Продовження таблиці 2.2.2

№ з/п	Призначення будівлі	Витрата тепла, кВт			
		Q_0	Q_B	$Q_{ГВ}^{cp}$	$Q_{ГВ}^{max}$
18	Житловий будинок	805,4	-	124,1	297,8
19	Житловий будинок	805,4	-	124,1	297,8
20	Житловий будинок	805,4	-	124,1	297,8
21	Житловий будинок	805,4	-	124,1	297,8
22	Житловий будинок	805,4	-	124,1	297,8
23	Житловий будинок	805,4	-	124,1	297,8
24	Житловий будинок	805,4	-	124,1	297,8
25	Житловий будинок	805,4	-	124,1	297,8
26	Житловий будинок	217,1	-	182,3	437,5
27	Житловий будинок	217,1	-	182,3	437,5
28	Житловий будинок	217,1	-	182,3	437,5
29	Гуртожиток	91,6	-	35,1	84,2
30	Гуртожиток	91,6	-	35,1	84,2
31	Дитячий садок	152,3	22,3	22,3	53,5
32	Музична школа	96,6	12,3	-	-
33	ПТУ	168,8	20,7	13	31,2
34	Їдальня	42,2	48,6	1,1	2,6
	Всього:	12177,5	103,9	2512,6	6029,4

2.3 Побудова годинного графіку витрати тепла

Графік витрати теплоти дозволяє регулювати подачу теплоти споживачам залежно від температури зовнішнього повітря. Будують графік витрати теплоти для всього мікрорайону міста. Розрахунок виконую згідно [3,4,8,15].

Витрата теплоти на опалення при температурі зовнішнього повітря t_3 буде:

$$Q'_o = Q_o \cdot \frac{t_6 - t_3}{t_6 - t_{30}}, \quad (8)$$

де Q_o – розрахункова витрата тепла на опалення, кВт;

t_3 – будь-яка температура зовнішнього повітря в діапазоні температур від +8 до t_{30} .

Аналогічно визначаю витрату тепла на вентиляцію, при температурі зовнішнього повітря, відмінної від $t_{3в}$.

$$Q'_6 = Q_6 \cdot \frac{t_6 - t_3}{t_6 - t_{3в}}, \quad (9)$$

При температурі зовнішнього повітря нижче $t_{3в}$ годинна витрата тепла на вентиляцію дорівнює розрахунковій.

Витрата тепла на гаряче водопостачання в опалювальний період не залежить від температури зовнішнього повітря.

Приклад розрахунку для $t_3 = +8^{\circ}\text{C}$:

$$Q'_o = 12177,5 \cdot \frac{20 - 8}{20 - (-22)} = 3044,3 \text{ кВт}$$

$$Q'_6 = 103,9 \cdot \frac{20 - 8}{20 - (-9)} = 38,4 \text{ кВт}$$

Сумарна витрати теплоти при $t_3 = +8^{\circ}\text{C}$:

$$\Sigma Q = 3044,3 + 38,4 + 2512,6 = 5595,3 \text{ кВт}$$

Подальший розрахунок теплових навантажень залежно від температури зовнішнього повітря виконую у формі таблиці 2.3.1

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	АДК.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3.1 Теплові навантаження залежно від температури зовнішнього повітря

Температура t_z , °C	Q_o , кВт	Q_b , кВт	$Q_{гв}^{сп}$, кВт	ΣQ , кВт
+8	3044,3	38,4	2512,6	5595,3
+5	3957,6	50	2512,6	6520,2
0	5479,8	69,2	2512,6	8061,6
-5	7002	88,5	2512,6	9603,1
-8	8219,8	103,9	2512,6	10836,3
-15	10046,4	103,9	2512,6	12662,9
-20	12177,5	103,9	2512,6	14794

По отриманим значенням будує графік (рис.1)

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

2.4. Побудова графіку витрати тепла по тривалості температур зовнішнього повітря

Графік витрати теплоти по тривалості дозволяє визначити річну витрату теплоти, планувати завантаження обладнання тощо.

Графік по тривалості будуємо згідно рекомендацій [4] на основі сумарного графіка витрати тепла і тривалості стояння температур зовнішнього повітря.

Таблиця 2.4.1 Число годин стояння температури зовнішнього повітря нижче:

$t_z, ^\circ\text{C}$	-22	-15	-10	-5	0	+5	+8
Число годин стояння	50	179	499	1141	2366	3859	4536

Витрата тепла на ГВП в літній період $Q_{зв}^{сп.л}$, кВт визначається за формулою:

$$Q_{зв}^{сп.л} = Q_{зв}^{сп} \cdot \frac{55 - t_{х.л}}{55 - t_x}, \quad (10)$$

де $t_{х.л}$ – температура холодної водопровідної води в літній період, $t_{х.л} = 15^\circ\text{C}$;

t_x – температура холодної водопровідної води в опалювальний період, $t_x = 5^\circ\text{C}$.

$$Q_{зв}^{сп.л} = 1791,8 \frac{55 - 15}{55 - 5} = 1433,44 \text{ кВт}$$

По отриманим значенням будуємо графік (рис.2)

2.5 Річні витрати теплоти

Користуючись джерелами [4,16,17] роблю розрахунок.

Річні витрати тепла, ГДж, можна визначити аналітично:

$$Q_{\text{річ}} = Q_o^{\text{зод}} + Q_{\text{в}}^{\text{зод}} + Q_{\text{з.в}}^{\text{зод}}, \text{ кВт} \quad (11)$$

де, $Q_o^{\text{зод}}, Q_{\text{в}}^{\text{зод}}, Q_{\text{з.в}}^{\text{зод}}$ - річні витрати тепла на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання і технічні потреби, ГДж.

Річна витрата тепла на опалення:

$$Q_o^{\text{річ}} = Q_o^{\text{сп}} \cdot 3600 n_o, \text{ кВт} \quad (12)$$

де n_o – тривалість опалювального періоду, ч.

Середньо-годинна витрата тепла на опалення за опалювальний період, кВт:

$$Q_o^{\text{сп}} = Q_o \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н.о}}^{\text{сп.ов}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{н.о}}}, \text{ кВт} \quad (13)$$

де $Q_o^{\text{зод}}$ - розрахункова годинна витрата тепла на опалення, кВт;

$t_{\text{н.о}}^{\text{сп.ов}}$ - середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря, °С.

Річні витрати тепла на вентиляцію, кВт:

$$Q_{\text{в}}^{\text{річ}} = Q_{\text{в}} z_{\text{в}} \frac{3600 n_{\text{в}}}{24} + Q_{\text{в}}^{\text{сп}} z_{\text{в}} \frac{3600(n_o - n_{\text{в}})}{24}, \text{ кВт} \quad (14)$$

де $Q_{\text{в}}$ – розрахункова годинна витрата тепла на вентиляцію, кВт;

$n_{\text{в}}$ – число годин стояння температури зовнішнього повітря нижче $t_{\text{н.в}}$;

$z_{\text{в}}$ – число годин роботи вентиляції протягом доби.

Середньо годинна витрата тепла на вентиляцію в період стояння температур зовнішнього повітря від +8°С до $t_{\text{н.в}}$:

$$Q_{\text{в}}^{\text{сп}} = Q_{\text{в}} \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{сп.в}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{н.в}}}, \text{ кВт} \quad (15)$$

де $t_{\text{н}}^{\text{сп.в}}$ - середня температура зовнішнього повітря в період стояння температур від +8°С до $t_{\text{н.в}}$.

Річні витрати тепла на гаряче водопостачання, кВт, визначають за формулою:

$$Q_{\text{з.в}}^{\text{річ}} = Q_{\text{з.в}}^{\text{сп}} \cdot 3600 n_o + Q_{\text{з.в}}^{\text{сп.л}} \cdot 3600(8760 - n_o), \text{ кВт} \quad (16)$$

					601 НТ-20336-МР	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $Q_{\Sigma,6}^{cp}, Q_{\Sigma,6}^{cp,l}$ - середньо годинна витрата тепла відповідно за опалювальний та літній періоди, кВт.

Розраховуємо річну витрату тепла на опалення:

Для житлових будинків (1-28):

$$Q_o^{pi4} = Q_o^{cp} \cdot 3600 n_o = 5,47 \cdot 3600 \cdot 4536 = 89322912 \text{ кВт}$$

$$Q_o^{cp} = Q_o \frac{t_g - t_{н.о}^{cp.on}}{t_g - t_{н.о}} = 11,53 \frac{18 - (-1)}{18 - (-22)} = 11,53 \cdot 0,47 = 5,47 \text{ кВт}$$

Для музичної школи на 110 учнів:

$$Q_o^{pi4} = Q_o^{cp} \cdot 3600 n_o \cdot 3600 = 0,4 \cdot 3600 \cdot 4536 = 653184 \text{ кВт}$$

$$Q_o^{cp} = Q_o \frac{t_g - t_{н.о}^{cp.on}}{t_g - t_{н.о}} = 0,09 \frac{16 - (-1)}{16 - (-22)} = 0,09 \cdot 0,44 = 0,04 \text{ кВт}$$

Для дитячого садка:

$$Q_o^{pi4} = Q_o^{cp} \cdot 3600 n_o \cdot 3600 = 0,07 \cdot 3600 \cdot 4536 = 1143072 \text{ кВт}$$

$$Q_o^{cp} = Q_o \frac{t_g - t_{н.о}^{cp.on}}{t_g - t_{н.о}} = 0,152 \frac{20 - (-1)}{20 - (-22)} = 0,152 \cdot 0,5 = 0,07 \text{ кВт}$$

Для гуртожитку:

$$Q_o^{pi4} = Q_o^{cp} \cdot 3600 n_o \cdot 3600 = 0,04 \cdot 3600 \cdot 4536 = 653184 \text{ кВт}$$

$$Q_o^{cp} = Q_o \frac{t_g - t_{н.о}^{cp.on}}{t_g - t_{н.о}} = 0,09 \frac{18 - (-1)}{18 - (-22)} = 0,09 \cdot 0,44 = 0,04 \text{ кВт}$$

Для їдальні:

$$Q_o^{pi4} = Q_o^{cp} \cdot 3600 n_o \cdot 3600 = 0,017 \cdot 3600 \cdot 4536 = 277603,2 \text{ кВт}$$

$$Q_o^{cp} = Q_o \frac{t_g - t_{н.о}^{cp.on}}{t_g - t_{н.о}} = 0,04 \frac{16 - (-1)}{16 - (-22)} = 0,04 \cdot 0,44 = 0,017 \text{ кВт}$$

Для ПТУ:

$$Q_o^{pi4} = Q_o^{cp} \cdot 3600 n_o \cdot 3600 = 0,007 \cdot 3600 \cdot 4536 = 114307,2 \text{ кВт}$$

$$Q_o^{cp} = Q_o \frac{t_g - t_{н.о}^{cp.on}}{t_g - t_{н.о}} = 0,16 \frac{16 - (-1)}{16 - (-22)} = 0,16 \cdot 0,44 = 0,007 \text{ кВт}$$

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Розраховуємо річну витрату тепла на вентиляцію.

Для музичної школи на 110 учнів:

$$Q_{\epsilon}^{piч} = Q_{\epsilon} z_{\epsilon} \frac{3600 n_{\epsilon}}{24} + Q_{\epsilon}^{cp} z_{\epsilon} \frac{3600(n_o - n_{\epsilon})}{24} = 0,012 \cdot 8 \frac{3600 \cdot 627,4}{24} + 0,028 \cdot 8 \frac{3600(4536 - 627,4)}{24} = 46557 \text{ кВт}$$

$$Q_{\epsilon}^{cp} = Q_{\epsilon} \frac{t_{\epsilon} - t_{н}^{cp..л}}{t_{\epsilon} - t_{н.г}} = 0,012 \frac{16 - (-1)}{16 - (-9)} = 0,008 \text{ кВт}$$

Для дитячого садка:

$$Q_{\epsilon}^{piч} = Q_{\epsilon} z_{\epsilon} \frac{3600 n_{\epsilon}}{24} + Q_{\epsilon}^{cp} z_{\epsilon} \frac{3600(n_o - n_{\epsilon})}{24} = 0,022 \cdot 8 \frac{3600 \cdot 627,4}{24} + 0,013 \cdot 8 \frac{3600(4536 - 627,4)}{24} = 86918,1 \text{ кВт}$$

$$Q_{\epsilon}^{cp} = Q_{\epsilon} \frac{t_{\epsilon} - t_{н}^{cp..л}}{t_{\epsilon} - t_{н.г}} = 0,022 \frac{20 - (-1)}{20 - (-9)} = 0,015 \text{ кВт}$$

Для їдальні:

$$Q_{\epsilon}^{piч} = Q_{\epsilon} z_{\epsilon} \frac{3600 n_{\epsilon}}{24} + Q_{\epsilon}^{cp} z_{\epsilon} \frac{3600(n_o - n_{\epsilon})}{24} = 0,055 \cdot 8 \frac{3600 \cdot 627,4}{24} + 0,028 \cdot 8 \frac{3600(4536 - 627,4)}{24} = 161444,1 \text{ кВт}$$

$$Q_{\epsilon}^{cp} = Q_{\epsilon} \frac{t_{\epsilon} - t_{н}^{cp..л}}{t_{\epsilon} - t_{н.г}} = 0,04 \frac{16 - (-1)}{16 - (-9)} = 0,028 \text{ кВт}$$

Для ПТУ:

$$Q_{\epsilon}^{piч} = Q_{\epsilon} z_{\epsilon} \frac{3600 n_{\epsilon}}{24} + Q_{\epsilon}^{cp} z_{\epsilon} \frac{3600(n_o - n_{\epsilon})}{24} = 0,055 \cdot 8 \frac{3600 \cdot 627,4}{24} + 0,028 \cdot 8 \frac{3600(4536 - 627,4)}{24} = 589492,8 \text{ кВт}$$

$$Q_{\epsilon}^{cp} = Q_{\epsilon} \frac{t_{\epsilon} - t_{н}^{cp..л}}{t_{\epsilon} - t_{н.г}} = 0,16 \frac{16 - (-1)}{16 - (-9)} = 0,10 \text{ кВт}$$

Розраховуємо річну витрату тепла на гаряче водопостачання.

Для житлових будинків (1-28):

$$Q_{\epsilon.г}^{piч} = Q_{\epsilon.г}^{cp} \cdot 3600 n_o + Q_{\epsilon.г}^{cp..л} \cdot 3600(8760 - n_o) = 2,41 \cdot 3600 \cdot 4536 + 1,54 \cdot 3600(8760 - 4536) = 62772192 \text{ кВт}$$

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Для гуртожитку:

$$Q_{\text{з.г}}^{\text{річ}} = Q_{\text{з.г}}^{\text{сп}} \cdot 3600n_o + Q_{\text{з.г}}^{\text{сп.л}} \cdot 3600(8760 - n_o) = 0,16 \cdot 3600 \cdot 4536 + 0,12 \cdot 3600(8760 - 4536) = 4437504 \text{ кВт}$$

Для дитячого садка:

$$Q_{\text{з.г}}^{\text{річ}} = Q_{\text{з.г}}^{\text{сп}} \cdot 3600n_o + Q_{\text{з.г}}^{\text{сп.л}} \cdot 3600(8760 - n_o) = 0,05 \cdot 3600 \cdot 4536 + 0,04 \cdot 3600(8760 - 4536) = 1424736 \text{ кВт}$$

Для їдальні:

$$Q_{\text{з.г}}^{\text{річ}} = Q_{\text{з.г}}^{\text{сп}} \cdot 3600n_o + Q_{\text{з.г}}^{\text{сп.л}} \cdot 3600(8760 - n_o) = 0,002 \cdot 3600 \cdot 4536 + 0,002 \cdot 3600(8760 - 4536) = 63072 \text{ кВт}$$

Для ПТУ:

$$Q_{\text{з.г}}^{\text{річ}} = Q_{\text{з.г}}^{\text{сп}} \cdot 3600n_o + Q_{\text{з.г}}^{\text{сп.л}} \cdot 3600(8760 - n_o) = 0,03 \cdot 3600 \cdot 4536 + 0,002 \cdot 3600(8760 - 4536) = 794016 \text{ кВт}$$

Для зручності розрахунку визначаємо сумарну річну витрату на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання.

Опалення:

$$Q_o = 89322912 + 653184 + 653184 + 1143072 + 277603,2 + 114307,2 = 92164262,4 \text{ кВт}$$

Вентиляція:

$$Q_v = 86918,1 + 46557 + 161444,1 + 589492,8 = 884412 \text{ кВт}$$

Гаряче водопостачання:

$$Q_{\text{з.г}} = 62772192 + 4437504 + 1424736 + 794016 + 63072 = 69491520 \text{ кВт}$$

Визначаємо річну витрату тепла:

$$Q_{\text{річ}} = Q_o^{\text{річ}} + Q_v^{\text{річ}} + Q_{\text{з.г}}^{\text{річ}} = 92164262,4 + 884412 + 69491520 = 162,5 \text{ ГВт.}$$

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

2.6 Режим регулювання теплової мережі

При зміні температури зовнішнього повітря кількість тепла на потреби систем опалення й вентиляції необхідно зменшувати чи збільшувати. Потепління, тобто підвищення температури, призводить до зменшення витрат тепла, похолодання – до збільшення.

На технологічні потреби й ГВП кількість тепла змінюють на протязі доби й по дням тижня. Подачу тепла регулюють за допомогою систем регулювання.

Задачею регулювання є приведення у відповідність режимів відпустки теплоти та режимів споживання теплоти.

Регулювання згідно [1,5,18,19] поділяється на:

- центральне регулювання, яке здійснюється на джерелі теплоти;
- групове регулювання, яке здійснюється для груп споживачів в центральному тепловому пункті;
- місцеве регулювання, яке здійснюється для споживання в одній будівлі та в ІТП;
- індивідуальне регулювання, яке здійснюється безпосередньо біля пристрою який споживає теплоту.

Залежно від способу регулювання його поділяють на [3]:

- автоматичне;
- ручне.

Регулювання теплових навантажень можна здійснити шляхом зміни [20]:

- 1) температури теплоносія (якісне регулювання);
- 2) витрати теплоносія (кількісне регулювання);
- 3) температури та витрати теплоносія (якісно-кількісне регулювання);
- 4) часу роботи системи тепlopостачання (переривчасте регулювання або регулювання перепустками).

Регулювання перепустками здійснюється в системі опалення в теплий період опалювального сезону [20].

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вода в системі опалення подається з перервами в часі, а комфортні умови в приміщенні забезпечуються за рахунок теплоакумуючої здатності будівлі [3].

В даному проекті розробляю центральне якісне регулювання, яке здійснюється на котельні. Кінцевим етапом при розробці центрального якісного регулювання є графік температури теплоносія.

При розробленні центрального режиму регулювання орієнтуються на основного споживача теплоти в системі теплопостачання. В даному проекті це - система опалення. Оскільки відношення навантажень становить [4]:

$$\frac{Q_{зв}^{\max}}{Q_o} = \frac{6029,4}{12177,5} = 0,49 < 1$$

То підключення теплообмінників ГВП передбачається по двоступеневій послідовній схемі й режим регулювання розробляю по сумісному навантаженню опалення й гарячого водопостачання. Для цього будую так званий підвищений графік температур теплоносія. Застосування підвищеного температурного графіка дозволяє знизити розрахункову витрату мережевої води та діаметри теплової мережі за рахунок збільшення різниці температур між температурою в подаючому й зворотному трубопроводах.

При регулюванні за сумісним навантаженням опалення й гарячого водопостачання, теплове навантаження на ГВП можна замінити балансовим тепловим навантаженням. Застосування підвищеного температурного графіка дає можливість визначити й зменшити діаметр теплової мережі за рахунок підвищення різниці температур між температурою подаючого й зворотного трубопроводу. В наслідок того, що теплове навантаження на ГВП не змінюється протягом опалювального періоду.

При розрахунку графіка температур мережної води в системах теплопостачання згідно [1] слід приймати:

– усереднену розрахункову температуру внутрішнього повітря опалювальних будівель житлово-комунального та громадського призначення 18°C.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– усереднені розрахункові температури внутрішнього повітря опалювальних будівель дитячих дошкільних, загальноосвітніх навчальних та лікувальних закладів, повинні забезпечити підтримання температурного режиму їх установ відповідно до вимог ДБН В.2.2-10, ДБН В.2.2-4, ДСанПіН 5.5.2.008, СП № 3231-85.

Графік підвищених температур теплоносія будуємо на основі опалювального графіка.

2.6.1 Графік температур теплоносія при центральному якісному регулюванні теплової мережі

Для побудови опалювального графіка [21] визначаю температуру теплоносія в подавальному трубопроводі теплової мережі τ_1 , при декількох значеннях температури зовнішнього повітря t_3 . Значеннями t_3 попередньо задаюся в діапазоні від +8 до t_{30} :

$$\tau_1 = t_6 + (\tau_{np.o} - t_6) \cdot \overline{Q_o^{0,8}} + (\tau_{1o} - \tau_{np.o}) \cdot \overline{Q_o}, \quad (17)$$

Паралельно визначаю і температуру в зворотному трубопроводі при температурі t_3 :

$$\tau_2 = \tau_1 - (\tau_{1o} - \tau_{2o}) \cdot \overline{Q_o}, \quad (18)$$

де t_6 – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С. Згідно [2] при розрахунку графіку мережної води приймаю усереднену $t_6=21^{\circ}\text{C}$;

τ_{1o}, τ_{2o} - температура теплоносія відповідно в подавальному і зворотному трубопроводах теплової мережі при t_{30} (згідно завдання);

$\tau_{np.o}$ - середня температура теплоносія в нагрівальних приладах системи опалення, визначається за формулою, °С:

$$\tau_{np.o} = \frac{\tau_{зм} + \tau_{2o}}{2}, \quad (19)$$

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$\tau_{np.o} = \frac{95 + 70}{2} = 82,5$$

$\tau_{зм}$ - температура теплоносія в подавальному трубопроводі системи опалення;

\overline{Q}_o - відносна витрата тепла на опалення при температурі зовнішнього повітря t_3 ,

$$\overline{Q}_o = \frac{t_e - t_3}{t_e - t_{3o}}, \quad (20)$$

Розрахунок параметрів теплоносія при температурі зовнішнього повітря $+8^{\circ}\text{C}$:

$$\overline{Q}_o = \frac{18 - 8}{18 - (-22)} = 0,25;$$

$$\tau_1 = 18 + (82,5 - 18) \cdot 0,25^{0,8} + (130 - 82,5) \cdot 0,25 = 51^{\circ}\text{C};$$

$$\tau_2 = 51 - (130 - 70) \cdot 0,25 = 36^{\circ}\text{C};$$

Подальші розрахунки зводжу в таблицю 2.6.1.1

Таблиця 2.6.1.1 Розрахунок температур теплоносія

Температура t_3 , $^{\circ}\text{C}$	\overline{Q}_o	τ_1 , $^{\circ}\text{C}$	τ_2 , $^{\circ}\text{C}$
+8	0,25	51	36
+5	0,33	59	39
0	0,45	73	46
-5	0,58	87	52
-10	0,7	100	58
-15	0,83	113	63
-22	1	130	70

За результатами розрахунків будує опалювальний графік температур теплоносія (рис. 3).

2.6.2 Підвищений графік температур теплоносія для закритої мережі

На основі [4] виконую розрахунки для побудови підвищеного графіку температур теплоносія.

Для вирівнювання добового балансу замість $Q_{ГВ}^{CP}$ необхідно підключати балансове навантаження $Q_{ГВ}^{\bar{b}} = 1,2 Q_{ГВ}^{CP} = 1,2 \times 2512,6 = 3015,12 \text{ кВт}$.

Співвідношення навантажень:

$$\frac{Q_{зв}^{\bar{b}}}{Q_0} = \frac{3015,12}{12177,5} = 0,24$$

Сумарний перепад температур мережної води:

$$\delta'_I = \frac{Q_{зв}^{\bar{b}}}{Q_0} \cdot \frac{t'_n - t_x}{t_2 - t_x} (\tau_{10} - \tau_{20}), \quad (21)$$

$$\delta = \frac{Q_{зв}^{\bar{b}}}{Q_0} (\tau_{10} - \tau_{20}) = 0,24 \cdot (130 - 70) = 14,4^\circ \text{C},$$

Перепад температур в I ступені:

$$\delta'_I = \frac{Q_{зв}^{\bar{b}}}{Q_0} \cdot \frac{t'_n - t_x}{t_2 - t_x} (\tau_{10} - \tau_{20}), \quad (22)$$

$$\delta'_I = \frac{Q_{зв}^{\bar{b}}}{Q_0} \cdot \frac{t'_n - t_x}{t_2 - t_x} (\tau_{10} - \tau_{20}) = 0,24 \cdot \frac{44 - 5}{60 - 5} (130 - 70) = 10,21^\circ \text{C},$$

$$t'_n = \tau'_2 - 5, \quad (23)$$

$$t'_n = \tau'_2 - 5 = 44 - 5 = 39^\circ \text{C}$$

Перепад температур в II ступені:

$$\delta'_{II} = \delta - \delta'_I, \quad (24)$$

$$\delta'_{II} = \delta - \delta'_I = 14,4 - 10,21 = 4,19^\circ \text{C}$$

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Температура в подавальному та зворотному трубопроводах:

$$\tau'_{1n} = \tau'_1 + \delta'_{II}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (25)$$

$$\tau'_{2n} = \tau'_2 - \delta'_I, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (26)$$

$$\tau'_{1n} = \tau'_1 + \delta'_{II} = 70 + 4,19 = 74,19^\circ\text{C}$$

$$\tau'_{2n} = \tau'_2 - \delta'_I = 44 - 10,21 = 33,79^\circ\text{C}$$

Визначаю τ'_{1n}, τ'_{2n} при температурі зовнішнього повітря $t_3=0^\circ\text{C}$:

$$\delta'_I = \delta'_I \cdot \frac{\tau_2 - t_x}{\tau'_2 - t_x}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (27)$$

$$\delta'_{II} = \delta - \delta'_I, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (28)$$

$$\tau'_{1n} = \tau'_1 + \delta'_{II}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (29)$$

$$\tau'_{2n} = \tau'_2 - \delta'_I, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (30)$$

$$\delta'_I = \delta'_I \cdot \frac{\tau_2 - t_x}{\tau'_2 - t_x} = 10,21 \cdot \frac{46 - 5}{44 - 5} = 10,7^\circ\text{C}$$

$$\delta'_{II} = \delta - \delta'_I = 14,4 - 10,7 = 3,7^\circ\text{C}$$

$$\tau'_{1n} = \tau'_1 + \delta'_{II} = 74,19 + 3,7 = 77,89^\circ\text{C}$$

$$\tau'_{2n} = \tau'_2 - \delta'_I = 33,79 - 10,7 = 23,09^\circ\text{C}$$

					<i>601 HT-20336-MP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Подальші розрахунки виконую у формі таблиці 2.6.2.2

Таблиця 2.6.2.2 Розрахунок для побудови підвищеного графіку температур теплоносія

Температура $t_3, ^\circ\text{C}$	$\tau_1, ^\circ\text{C}$	$\tau_2, ^\circ\text{C}$	$\delta'_I, ^\circ\text{C}$	$\delta'_{II}, ^\circ\text{C}$	$\tau'_1, ^\circ\text{C}$	$\tau'_2, ^\circ\text{C}$
0	73	46	10,7	3,7	76,7	35,3
-5	87	52	12,3	2,1	89,1	39,7
-10	100	58	13,8	0,6	100,6	44,2
-15	113	63	15,1	-0,7	112,3	47,9
-20	130	70	17,01	-2,61	127,39	53

По результатам розрахунку будує підвищений графік (рис.3).

2.7 Визначення розрахункових витрат теплоносія для теплової мережі

Витрати теплоносія для окремих ділянок теплової мережі розраховують за допомогою формули:

$$G_p = G_o + G_v + k_3 G_{г.в.}^{сер.}, \quad (31)$$

де $G_o, G_v, G_{г.в.}^{сер.}$ – відповідно розрахункові витрати теплоносія на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання; k_3 – коефіцієнт, що залежить від теплового навантаження на ділянку. У випадку, коли систему тепlopостачання регулюють по підвищеному графіку при двохступеневій послідовній схемі підключення теплообмінників, витрати теплоносія на потреби гарячого водопостачання $G_{г.в.}^{сер.} = 0$. При загальному тепловому навантаженні 100 МВт і більше $k_3 = 1,0$; при тепловому навантаженні, меншому ніж 100 МВт, але більшому за 10 МВт $k_3 = 1,2$. Якщо теплове навантаження менше від 10 МВт, то у формулі замість $Q_{2 в}^{ср}$ підставляють $Q_{2 в}^{max}$, а $k_3 = 1,0$.

Витрати теплоносія на опалення будинків визначають за формулою:

$$G_o = \frac{Q_{р.о.}}{c(\tau_{10} - \tau_{20})}, \text{ кг/с}, \quad (32)$$

де $Q_{р.о.}$ - розрахункові витрати теплоти на опалення будинків, кВт;

τ_{10}, τ_{20} - розрахункові температури теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах, °С; c - теплоємність води, яка становить 4,187 кДж/кг°С.

Розрахункові витрати теплоносія на систему вентиляції визначають за формулою:

$$G_v = \frac{Q_{р.в.}}{c(\tau_{10} - \tau_{20})}, \quad \text{кг/с}, \quad (33)$$

де $Q_{р.в.}$ - розрахункові витрати теплоти на вентиляцію будинків, кВт.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На гаряче водопостачання, при регулюванні по опалювальному графіку та підключенню теплообмінників за паралельною схемою, розрахункові витрати теплоносія обчислюють за допомогою рівняння

$$G_{z\theta}^{cp} = \frac{Q_{z\theta}^{cp}}{c(\tau_1' - \tau_3')}, \text{ кг/с}, \quad (34)$$

де $Q_{z\theta}^{cp}$ - середня витрата теплоти на гаряче водопостачання, кВт; τ_1' - температура теплоносія в подавальному трубопроводі при температурі $t_3 = t_3'$; τ_3' - температура теплоносія після теплообмінника в точці злому температурного графіка, $\tau_3' = 30^\circ \text{C}$.

Приклад розрахунку для ПТУ:

$$G_o = \frac{168,8}{4,187(130 - 70)} = 0,67 \text{ кг/с};$$

$$G_g = \frac{20,7}{4,187(130 - 70)} = 0,08 \text{ кг/с};$$

$$G_{z\theta}^{\max} = \frac{13}{4,187(70 - 30)} = 0,07 \text{ кг/с}.$$

Сумарна витрата:

$$\Sigma G = 0,67 + 0,08 + 0,07 = 0,82 \text{ кг/с}.$$

Результати розрахунку витрат теплоносія по окремим споживачам заношу в таблицю 2.7.1

Таблиця 2.7.1. Розрахунок витрати теплоносія

№ з/п	Призначення будівлі	Витрата теплоносія, кг/с			
		G_o	G_B	$G_{ГВ}^{\max}$	ΣG
1	Житловий будинок	0,69	-	0,13	3,1
2	Житловий будинок	0,69	-	0,13	0,69
3	Житловий будинок	0,69	-	0,13	0,69
4	Житловий будинок	0,69	-	0,13	0,69
5	Житловий будинок	0,69	-	0,13	0,69
6	Житловий будинок	0,69	-	0,13	0,69
7	Житловий будинок	0,69	-	0,13	0,69
8	Житловий будинок	1,06	-	0,38	0,75

Продовження таблиці 2.7.1

№ з/п	Призначення будівлі	Витрата теплоносія, кг/с			
		G_o	$G_{в}$	$G_{гв}^{max}$	$\sum G$
9	Житловий будинок	1,06	-	0,38	1,44
10	Житловий будинок	1,06	-	0,38	1,44
11	Житловий будинок	1,06	-	0,38	1,44
12	Житловий будинок	1,06	-	0,38	1,44
13	Житловий будинок	1,06	-	0,38	1,44
14	Житловий будинок	1,06	-	0,38	1,44
15	Житловий будинок	1,06	-	0,38	1,44
16	Житловий будинок	1,06	-	0,38	1,44
17	Житловий будинок	3,2	-	0,74	3,94
18	Житловий будинок	3,2	-	0,74	3,94
19	Житловий будинок	3,2	-	0,74	3,94
20	Житловий будинок	3,2	-	0,74	3,94
21	Житловий будинок	3,2	-	0,74	3,94
22	Житловий будинок	3,2	-	0,74	3,94
23	Житловий будинок	3,2	-	0,74	3,94
24	Житловий будинок	3,2	-	0,74	3,94
25	Житловий будинок	3,2	-	0,74	3,94
26	Житловий будинок	0,86	-	1,08	1,94
27	Житловий будинок	0,86	-	1,08	1,94
28	Житловий будинок	0,86	-	1,08	1,94
29	Гуртожиток	0,36	-	0,2	0,56
30	Гуртожиток	0,36	-	0,2	0,56
31	Дитячий садок	0,60	0,13	0,13	0,86
32	Музична школа	0,38	0,07	-	0,45
33	ПТУ	0,67	0,12	0,07	0,86
34	Їдальня	0,16	0,29	0,006	0,45

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601 НТ-20336-МР

Адк.

36

2.8 Гідравлічний розрахунок трубопроводів теплової мережі

Гідравлічний розрахунок теплових мереж від джерела теплоти до ЦТП (у закритих теплових мережах) і до теплової камери (ТК) (у відкритих) виконують у два етапи: попередній гідравлічний розрахунок та остаточний.

Мета попереднього гідравлічного розрахунку – визначити матеріальну характеристику теплової мережі при доволіно прийнятому градієнті тиску на головній магістралі. Це дасть можливість надалі визначити оптимальний градієнт тиску на головній магістралі [21, 23].

2.8.1 Трасування теплової мережі (див.ст.39)

					601 НТ-20336-МР	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

План забудови та схема траси теплової мережі

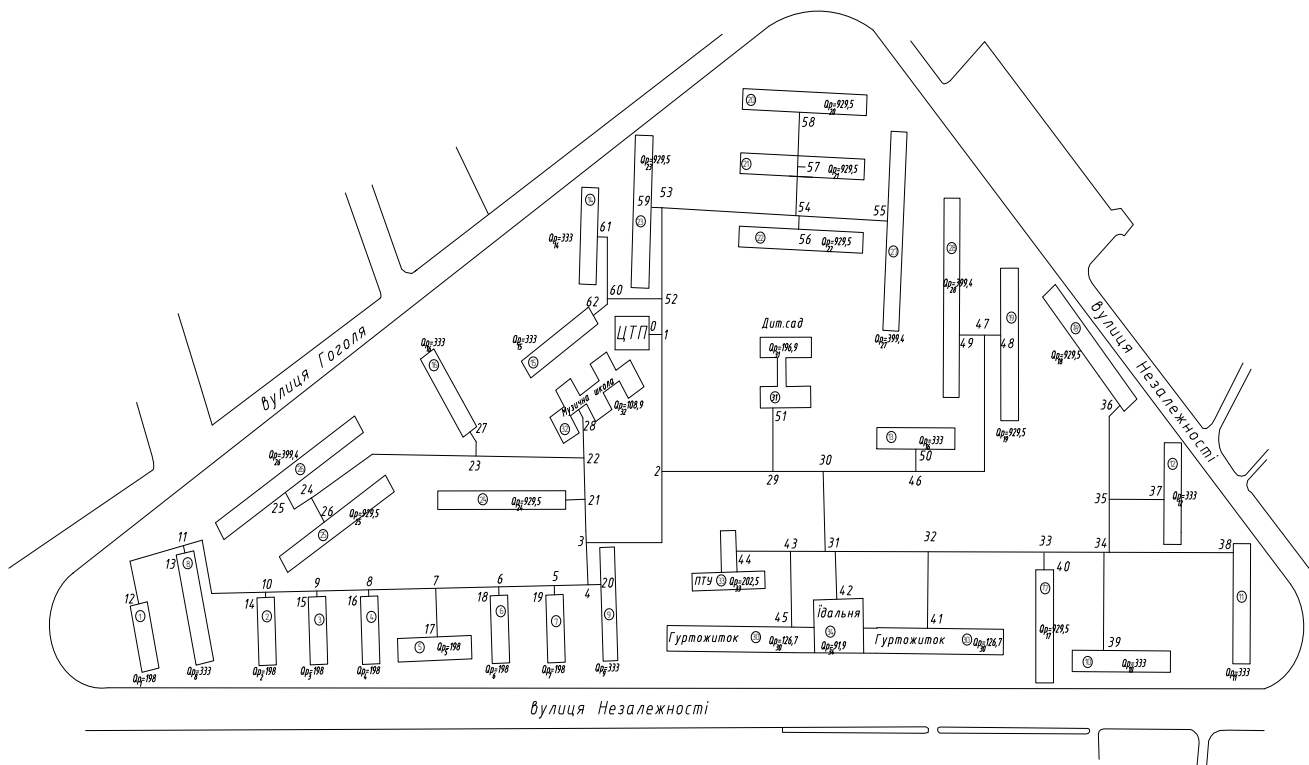


Рисунок 3а – Трасування теплової мережі

					601 НТ-20336-МР	АДК.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

2.8.2 Попередній гідравлічний розрахунок

При попередньому гідравлічному розрахунку задаються довільним значенням градієнта тиску по головній магістралі до 12 Па/м та за допомогою номограм для гідравлічного розрахунку з [4, 14, 20] призначають діаметри на ділянках і розраховують матеріальну характеристику теплової мережі.

Результати попереднього подати у формі таблиці 2.8.2.1

					601 НТ-20336-МР	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Таблиця 2.8.2.1

Попередній гідравлічний розрахунок

№ діл.	Витрата G, кг/с	Розмір труб, Du, мм	Довжина ділянки, L, м	Втрати тиску, R, Па/м	$M_i = D_i l_i, \text{ м}^2$
Головна розрахункова магістраль 0-2, ..., 11-12			R=12 Па/м		
0-1	48,89	250x5	5	12	1,25
1-2	33,11	250x5	44	12	11
2-3	15,72	200x5	75	12	15
3-4	6,95	125x3,5	15	12	1,87
4-5	5,89	125x3,5	18	12	2,25
5-6	5,2	125x3,5	27	12	3,37
6-7	4,51	125x3,5	37	12	4,62
7-8	3,82	100x3,5	26	12	2,6
8-9	3,13	100x3,5	25	12	2,5
9-10	2,44	100x3,5	25	12	2,5
10-11	1,75	80x3	24	12	5,12
11-12	0,69	70x3	56	12	5,92
Відгалудження 2-29, ..., 35-36			R=14 Па/м		
2-29	17,39	200x5	60	14	12
29-30	16,66	200x5	33	14	6,6
30-31	11,54	150x4	35	14	5,25
31-32	9,94	150x4	29	14	4,35
32-33	9,58	150x4	67	14	10,05
33-34	6,38	125x3,5	33	14	41,25

Змн.

Арк.

№ док.м.

Підпис

Дата

601 НТ-20336-МР

40

Арк.

Продовження таблиці 2.8.2.1

34-35	4,26	100x3,5	42	14	4,2
35-36	3,2	100x3,5	50	14	5
Відгалудження 1-52,52-53,53-54,54-55 R=28 Па/м					
1-52	15,78	150x4	15	28	2,25
52-53	13,66	150x4	39	28	5,85
53-54	10,46	150x4	76	28	11,4
54-55	0,86	50x3	50	28	2,5
Відгалудження 3-21,...,24-25 R=29 Па/м					
3-21	8,87	150x4	16	29	2,4
21-22	5,57	125x3,5	17	29	2,12
22-23	5,12	100x3,5	58	29	5,8
23-24	4,06	100x3,5	75	29	7,5
24-25	0,86	50i3	15	29	0,75
					$\sum_{i=1}^n Dili = 370,54$

Зм.
Дрк.
№ док.
Підпис
Дата

601 НТ-20336-МР

Дрк.
41

2.8.3 Оптимальний градієнт тиску по головній магістралі

Оптимальний градієнт тиску по головній магістралі обчислюють за допомогою рівняння:

$$R_{\text{опт}} = 26600 \left(\varphi \frac{M_o R_o^{0,19}}{G_o L} \right)^{0,84}, \text{ Па/м} \quad (35)$$

де, M_o - матеріальна характеристика теплової мережі, визначена на основі попереднього гідравлічного розрахунку; R_o - градієнт тиску по головній магістралі при матеріальній характеристиці M_o ; G_o - розрахункова витрата теплоносія в тепловій мережі; L - загальна довжина головної магістралі, $L=2 \sum_{i=1}^n l_i$ (подавальний і зворотний трубопроводи); φ - коефіцієнт, який залежить від техніко-економічних показників та обладнання теплової мережі, Вт/м².

Розраховуємо оптимальний градієнт тиску по головній магістралі:

$$R_{\text{опт}} = 26600 \left(0,93 \frac{370,54 \cdot 12^{0,19}}{48,89 \cdot 834} \right)^{0,84} = 69,3 \text{ Па/м}$$
$$\varphi = \eta_{\text{н.у}} \frac{(f_{\text{т.м.}} + E_{\text{н}})_{\text{в}} + 3,6 \cdot \pi \cdot k (\tau_{\text{с.р}} - t_o) \beta \cdot n \cdot 10^{-6} \cdot B_{\text{т}}}{(1 + \alpha) n_{\text{м.н.}} \cdot B_{\text{е}}}, \quad (36)$$

У цій формулі $\eta_{\text{н.у}}$ - ККД насосної установки, $\eta_{\text{н.у}}=0,6$; $f_{\text{т.м.}}$ - частка відрахувань на амортизацію, ремонт і обслуговування теплової мережі, приймають 0,075, 1/рік; $E_{\text{н}}$ - нормативний коефіцієнт ефективності, $E_{\text{н}}= 0,12$, 1/рік; в - коефіцієнт, який характеризує вартість теплової мережі, грн./м², його значення приймають залежно від типу ґрунту й способу прокладення теплової мережі; k - коефіцієнт теплопередачі від теплоносія в навколишнє середовище, при техніко-економічних розрахунках можна приймати $k=1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$; $\tau_{\text{с.р.}}$ - середня температура теплоносія в тепловій мережі, приймають по опалювальному графіку залежно від середньої температури зовнішнього повітря в опалювальний період; t_o - температура навколишнього середовища, при підземному прокладанні приймають середню температуру ґрунту на глибині осі трубопроводу, $t_{\text{гр.}}= 5^\circ\text{C}$; β - коефіцієнт, котрий ураховує втрати теплоти неізольованими ділянками теплової мережі, тобто засувками, сальниковими компенсаторами й іншими ділянками, $\beta=1,2$; n - кількість

					601 НТ-20336-МР	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

годин роботи теплової мережі протягом року; Вт- вартість теплової енергії, грн./ГДж ; В_с- вартість електричної енергії, грн./кВт*год.; α- коефіцієнт , який ураховує втрати тиску на місцевих опорах, α=0,3; n_{м.н.}- кількість годин використання розрахункової потужності мережних насосів.

Розраховуємо φ:

$$\varphi = 0,6 \frac{(0,075 + 0,12) \cdot 500 + 3,6 \cdot 3,14 \cdot 1(60 - 5)1,2 \cdot 8760 \cdot 10^{-6} \cdot 28,7}{(1 + 0,3) \cdot 4680 \cdot 0,03} = 0,93$$

2.8.4 Остаточний гідравлічний розрахунок

Після попереднього гідравлічного розрахунку здійснюють остаточний гідравлічний розрахунок головної магістралі. Дивлячись на оптимальний градієнт тиску на ділянках, передбачають діаметри трубопроводів. Потім обчислюють відгалуження. При виконанні гідравлічного розрахунку користуються номограмами чи таблицями для гідравлічного розрахунку водяних теплових мереж [4, 20]. При остаточному гідравлічному розрахунку розробляють монтажну схему.

При монтажі подаючий трубопровід прокладають із правої сторони, зворотний – із лівої. Якщо підземна прокладка трубопроводів, то слід, використовувати П-подібні компенсатори. В камерах вмонтовують нерухомі опори. Секційні засувки необхідно розміщувати у вузлових камерах, які слугують для обслуговування. На всіх відгалудженнях від магістралі встановлюється відмикаюча арматура. Для обслуговування сальникових компенсаторів також використовують камери. Теж, передбачається обладнання для відведення повітря, воно встановлюється у вищих точках, а в нижніх – спутники.

Монтажну схему будують, не дотримуючись масштабу, але візуально співвідношення довжин окремих ділянок, слід витримати.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Якщо в попередньому гідравлічному розрахунку ми задавались $R = 12$ Па/м, то в остаточному гідравлічному розрахунку ми розраховуємо R для кожного відгалуження за формулою:

$$R = \frac{\Delta P_p}{l(1+\alpha)}, \quad (37)$$

де ΔP_p – витрата на ділянці;

l – довжина, м;

α – приймається 0,3.

Гідравлічний розрахунок виконую у таблиці 2.8.4.1

Діаметр шайби визначаю за формулою [15]:

$$du = \sqrt{\frac{G}{\sqrt{\Delta P}}}$$

G – [т/год]

ΔP – [м.вод.ст]

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Таблиця 2.8.4.1 Гідравлічний розрахунок

№ діл.	Витрата G, кг/с	Розмір труб, мм d x S	l, м	R, Па/м	V, м/с	КМО	l экв.	l пр.	ΔR _p	Δ R _p мм.вод.ст.
Головна магістраль 0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12, R=69,3 Па/м										
0-1	48,89	273x5	5	37,3	0,90	Засувка	3,33	8,53	318,1	0,031
1-2	33,11	219x5	44	60,3	0,99	Засувка, трійник на прохід	11,76	55,76	3362,3	0,33
2-3	15,72	159x5	75	79,6	0,92	Засув., тр. на прохід., комп., кут пов. на 90°	26,04	101,04	8042,7	0,80
3-4	6,95	133x4	15	33,3	0,53	Засув., трійник на відг.	8,8	23,8	792,5	0,079
4-5	5,89	133x4	18	28,3	0,49	Засув., трійник на відг.	8,8	26,8	758,4	0,075
5-6	5,2	108x3,5	27	73,7	0,69	Засув., трійник на прохід	4,95	31,95	2354,7	0,235
6-7	4,51	108x3,5	37	51,5	0,57	Засув., трійник на прохід	4,95	41,95	2160,4	0,216
7-8	3,82	108x3,5	26	39	0,50	Засув., трійник на прохід	4,95	30,95	1207,05	0,120
8-9	3,13	89x3	25	70,7	0,61	Засув., трійник на прохід	3,83	28,83	2038,2	0,203
9-10	2,44	89x3	25	46,7	0,49	Засув., трійник на прохід	3,83	28,83	1346,3	0,13
10-11	1,75	76x3	64	55,3	0,47	Трійник на прохід, 2 кути пов. на 90°	4	68	3760,4	0,37
11-12	0,69	57x3	56	45,2	0,34	Трійник на прохід, 2 кути пов. на 90°, засувка	2,6	58,6	2648,7	0,26
Всього: 2,7										
Відгалудження 2-29-30-31-32-33-34-35-36, ΔP _p =2,3 м.вод.ст.										
$R = \frac{23763,05}{349(1+0,3)} = 68 \text{ Па/м}$										
2-29	17,39	219x5	60	16	1,03	2 засувки, трійник на відг.	19,32	79,32	1269,12	0,126
29-30	16,66	219x5	33	15,1	0,50	Засувка, трійник на прохід	11,76	44,76	675,876	0,67
30-31	11,54	159x5	35	44,8	0,69	Засувка, трійник на відг.	10,64	45,64	2044,6	0,204
31-32	9,94	159x5	29	31,1	0,57	Засувка, трійник на прохід	7,84	36,84	1145,2	0,114
32-33	9,58	159x5	67	31,1	0,57	Засувка, трійник на прохід	7,84	74,84	2327,5	0,252

Продовження таблиці 2.8.4.1

33-34	6,38	133x4	33	33,3	0,53	Засувка, трійник на відг.	8,8	41,8	1391,9	0,139
34-35	4,26	108x3,5	42	42,2	0,55	Засувка, трійник на прохід	4,95	46,95	2216,04	0,221
35-36	3,2	108x3,5	50	24,9	0,40	2 засувки, кут пов. на 120°	4,95	54,95	1368,25	0,136
Всього: 1,239										
$\varepsilon=2,7-1,239/2,7=55,5\% \leq 10\%$, d=86 мм Відгалудження 1-52-53-54-55, $\Delta P_p=2,6$ м.вод.ст. $R = \frac{26440}{180(1+0,3)} = 142,6 \text{ Па/м}$										
1-52	15,78	159x5	15	79,6	0,92	Засувка, трійник на прохід	7,84	22,84	1818,06	0,181
52-53	13,66	159x5	39	61	0,70	Засувка, трійник на відг.	10,64	49,64	3028,04	0,302
53-54	10,46	159x5	76	34,3	0,60	Засувка, трійник на відг., комп.	10,64	86,64	2971,75	0,297
54-55	0,86	57x3	50	74,7	0,44	2 засувки, трійник на відг.	3,26	53,26	3978,52	0,397
Всього: 1,177										
$\varepsilon=2,7-1,1/2,7=59,2\% \leq 10\%$, d=115 мм Відгалудження 3-21-22-23-24-25, $\Delta P_p=1,4$ м.вод.ст. $R = \frac{14440}{101(1+0,3)} = 77,4 \text{ Па/м}$										
3-21	8,77	133x4	16	63,8	0,73	Засувка, трійник на прохід	6,6	22,6	1441,88	0,144
21-22	5,57	133x4	17	28,3	0,49	Засувка, трійник на відг.	8,8	25,8	730,14	0,073
22-23	5,12	108x3,5	58	73,7	0,69	Засувка, трійник на прохід	4,95	62,95	4639,415	0,463
23-24	4,06	108x3,5	75	43	0,52	Засувка, кут пов. на 120°, трійник на прохід, комп	5,61	80,61	3466,23	0,346
24-25	0,86	57x3	15	74,7	0,44	Засувка, кут пов на 90°	1,3	16,3	1217,61	0,121
Всього: 1,147										
$\varepsilon=2,7-1,1/2,7=59,2\% \leq 10\%$, d=118,3 мм										

2.8.5 Побудова графіку тиску в закритій тепловій мережі

П'єзометричний графік чи графік тисків будують в напорах, які визначаються в метрах водяного стовпа.

$$1\text{МПа}=100\text{ м.в.ст.}$$

П'єзометричний графік будується для визначення режимів тиску тепломережі, а також для підбору мережного та живильного насосів й встановлення дросельних чи насосних станцій.

При проектуванні даного графіку потрібно дотримуватися наступних вимог. Максимально допустимий тиск в подавальному трубопроводі тепломережі з умови міцності трубопроводів - $1,6\text{МПа}=160\text{м.в.ст.}$, а в зворотному - $0,6-1,0\text{ МПа}=60-100\text{м.в.ст.}$ для опалювальних пристроїв при залежному підключенні системи опалення. Щоб забезпечити нормальну роботу обладнання теплового пункту у кінцевого абонента, наявний тиск повинен складати – $15-20\text{ м.в.ст.}$ В подавальному трубопроводі тиск, не повинен бути меншим, ніж тиск невскіпання мережної води, а у зворотному – не менш, ніж 5м від поверхні землі, щоб запобігти підсмоктування повітря. Щоб запобігти кавітації, тиску на вході у живильний насос не повинен бути менш, ніж 5м . Всі умови повинні здійснюватись як в статичному так і в динамічному режимах.

Режим в якому тепломережа заповнена водою за підтримки живильних насосів називається статичним, а режим в якому циркуляція води забезпечується мережним насосом – динамічним.

П'єзометричний графік будується для головної магістралі та відгалужень тепломережі розпочинаючи від джерела теплоти до останнього споживача.

Існує декілька етапів побудови графіку. Першим етапом потрібно накреслити головну магістраль у виді розгортки. Потім нанести рельєф і вищі точки будівель чи споруд, побудувати лінію статичного тиску та лінію холодної статички, вона планується на $3-5\text{ м}$ вище за найвищу точку будинку з урахуванням рельєфу. Живильні насоси забезпечують ЛХС. Щоб визначити напір насосів, потрібно

									Арк.
									47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601 НТ-20336-МР

виміряти відстань від ЛХС до землі на джерелі тепла. По результатам гідравлічного розрахунку у зворотному трубопроводі головної магістралі необхідно визначити втрати тиску та відкласти ЛХС від точки пересічення з джерелом тепла. Наступним кроком, потрібно відкласти наявний тиск на кінцевому споживачі. Він необхідний для роботи устаткування. Потім слід будувати графік тиску в подавальному трубопроводі та в устаткуванні джерела тепла відкласти втрати тиску. Наступним етапом, зробити перевірку. Графік повинен відповідати правилам до п'єзометричних графіків. Напір мережного насосу складається з втрат тиску у подавальному та зворотному трубопроводах з урахуванням насосних та дросильних станцій.

Визначаємо:

$$\Delta H_M = \Delta H_3 + \Delta H_{II} + \Delta H_a + \Delta H_{от}$$

Останнім кроком, зводимо графіки тиску у відгалудженнях, починаючи від точки підключення.

П'єзометричний графік, графік тиску в закритій тепловій мережі (лист 5).[28]

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

2.9 Тепловий розрахунок

Задачами теплового розрахунку являються: визначення втрат тепла через трубопровід і ізоляцію в оточуюче середовище, розрахунок падіння температури теплоносія при транспортуванні його по теплопроводу і визначення економічно найвигіднішої товщини ізоляції [7,20].

В даному дипломному проекті задачею теплового розрахунку є визначення товщини теплової ізоляції на ділянці теплопроводу. При проектуванні теплових мереж товщину ізоляції визначають виходячи із норм втрат тепла, заданого перепаду температур на ділянці теплової мережі, допустимої температури на поверхні конструкції і техніко-економічного розрахунку. Розрахунок теплової ізоляції виходячи із норм втрат тепла полягає у визначенні товщини основного ізоляційного шару для умови, щоб втрати тепла не перевищували норм [4].

Розрахунок товщини теплової ізоляції виконую для ділянки 30-31, умовний діаметр якої станове 159 мм.

Порядок розрахунку товщини теплоізоляційного шару.

Метою теплового розрахунку попередньо ізольованих трубопроводів є визначення питомих тепловтрат і теплової ефективності теплової ізоляції. Для цього:

1) Визначаю загальний опір переходу тепла від теплоносія до оточуючого середовища, (м°С)/Вт:

$$\sum R = \frac{t_{cp} - t_o}{q}, \quad (38)$$

де q – норма втрат тепла, Вт/м;

t_{cp} - розрахункова температура теплоносія середня за рік;

t_o - середньорічна температура ґрунту на осі закладання трубопроводу, приймаємо $t_o = +5^\circ\text{C}$.

Загальний опір подавального трубопроводу:

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$\sum R_{\text{нод}} = \frac{90-5}{76} = 1,11 \text{ Вт/м};$$

Загальний опір зворотного трубопроводу:

$$\sum R_{\text{зв}} = \frac{50-5}{49} = 0,91 \text{ Вт/м}.$$

З іншого боку при прокладці теплопроводу в непрохідному одноячейковому каналі загальний опір станове:

$$\sum R = R_6 + R_{i3} + R_{\text{нш}} + R_3 + R_{\text{кан}} + R_{\text{сп}} + R_{1-2}, \quad (39)$$

З цього рівняння визначаємо опір основного ізоляційного шару:

$$R_{i3} = \sum R - (R_6 + R_{\text{нш}} + R_3 + R_{\text{кан}} + R_{\text{сп}} + R_{1-2}), \quad (40)$$

Для визначення $R_{\text{п.ш}}$ і R_3 попередньо задають конструкцією теплоізоляції. Основний ізоляційний шар – мати мінераловатні прошивні в обкладці з металічної сітки товщиною $\delta_{\text{п}}=50\text{мм}$. Покрівельний шар – азбестоцементна штукатурка по металічній сітці $\delta_{\text{нш}}=8\text{мм}$, $\lambda_{\text{нш}}=0,38\text{Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$.

Зовнішній діаметр трубопроводу $D_3=159\text{мм}$;

Визначаю:

- діаметр ізоляції $D_{i3}=D_3+2\cdot\delta_{i3}=159+2\cdot 50=259\text{ мм}$;
- діаметр конструкції $D_{\text{к}}=D_{i3}+2\cdot\delta_{\text{нш}}=259+2\cdot 8=275\text{ мм}$.

Підбираю тип каналу КЛ та визначаю його розміри виходячи із мінімально-допустимих відстаней (a,b,c,d):

$$A=a+D_{\text{к}}+b+D_{\text{к}}+a=80+275+140+275+80=850\text{мм};$$

$$H=c+D_{\text{к}}+d=150+275+50=475\text{мм}.$$

Стандартні розміри каналу становлять $900\times 600\text{мм}$.

2) Визначаємо еквівалентний діаметр каналу, м:

$$D_{\text{екв}} = \frac{4 \cdot F}{\Pi}, \quad (41)$$

де F – площа перерізу каналу, м^2 ; Π – периметр каналу, м.

$$D_{\text{екв}} = \frac{4 \cdot (0,9 \cdot 0,6)}{0,9 + 0,6 + 0,9 + 0,6} = 0,72 \text{ м}^2.$$

3) Обчислюю опір покрівельного шару, $\text{м}^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$:

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	<i>Адк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		50

$$R_{ни} = \frac{\ln \frac{D_{\kappa}}{D_n}}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{ни}} = \frac{\ln \frac{275}{259}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,38} = 0,025.$$

4) Опір переходу тепла від поверхні конструкції до повітря каналу, м°С/Вт:

$$R_3 = \frac{1}{\pi \cdot D_{\kappa} \cdot \alpha_3} = \frac{1}{3,14 \cdot 0,275 \cdot 8,14} = 0,142,$$

де $\alpha_3 = 8,14 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°С})$ – коефіцієнт теплообміну для непрохідних каналів.

5) Опір переходу тепла від повітря до поверхні каналу, м°С/Вт:

$$R_{кан} = \frac{1}{\pi \cdot D_{екв} \cdot \alpha_{кан}} = \frac{1}{3,14 \cdot 0,7 \cdot 8,14} = 0,056$$

$\alpha = \alpha_{кан}$ - в непрохідних каналах.

6) Опір ґрунта, м°С/Вт:

$$R_{зр} = \frac{\ln \frac{4 \cdot h}{D_{екв}}}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{зр}} = \frac{\ln \frac{4 \cdot 1}{0,7}}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,7} = 0,163,$$

де h – глибина закладання осі трубопроводу, приймається 0,9-1,2м;

$\lambda_{зр}$ - розрахунковий коефіцієнт теплопровідності ґрунту, який станове:

- для мало вологого ґрунту – 1,7 Вт/(м°С);
- для вологого ґрунту – 2,3 Вт/(м°С);
- для водонасиченого ґрунту – 2,9 Вт/(м°С).

7) Опір впливу зворотного трубопроводу на подавальний, м°С/Вт:

$$R_{3-4} = \psi_1 \cdot (R_{кан} + R_{зр}) = \frac{49}{76} \cdot (0,056 + 0,163) = 0,141,$$

$$\psi_1 = \frac{q_{зв}}{q_{под}}, \quad (42)$$

8) Опір впливу подавального трубопроводу на зворотній, м°С/Вт:

$$R_{4-3} = \psi_2 \cdot (R_{кан} + R_{зр}) = \frac{76}{49} \cdot (0,056 + 0,163) = 0,34,$$

$$\psi_2 = \frac{q_{под}}{q_{зв}}, \quad (43)$$

Визначаю опір теплопередачі шару ізоляції:

$$R_{із}^{под} = 1,11 - (0,025 + 0,142 + 0,055 + 0,163 + 0,141) = 0,583, \text{ м}^{\circ}\text{С}/\text{Вт};$$

						601 НТ-20336-МР	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			51

$$R_{i3}^{36} = 0,91 - (0,025 + 0,142 + 0,055 + 0,163 + 0,34) = 0,198, \text{ м}^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

9) Визначаю коефіцієнт теплопровідності ізоляції, Вт/(м[°]С):

$$\lambda_{i3} = 1,163 \cdot 1,2 \cdot (0,046 + 0,00016 \cdot t_{cp}), \quad (44)$$

де t_{cp} – середня температура ізоляції, °С

- $t_{cp} = 57$ °С для подавального трубопроводу;
- $t_{cp} = 50$ °С для зворотного трубопроводу.

Подавальний трубопровід: $\lambda_{i3} = 1,163 \cdot 1,2 \cdot (0,046 + 0,00016 \cdot 57) = 0,077$;

Зворотний трубопровід: $\lambda_{i3} = 1,163 \cdot 1,2 \cdot (0,046 + 0,00016 \cdot 50) = 0,075$.

10) Обчислюю товщину основного ізоляційного шару, мм:

$$\delta_{i3} = D_3 \cdot \frac{e^{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{i3} \cdot R_{i3}} - 1}{2}, \quad (45)$$

Товщина ізоляції подавального трубопроводу:

$$\delta_{i3} = 159 \cdot \frac{e^{2 \cdot 3,14 \cdot 0,583 \cdot 0,077} - 1}{2} = 25,9, \text{ мм};$$

Приймаю товщину ізоляції 30 мм.

Товщина ізоляції зворотного трубопроводу:

$$\delta_{i3} = 159 \cdot \frac{e^{2 \cdot 3,14 \cdot 0,20 \cdot 0,075} - 1}{2} = 7,9, \text{ мм};$$

Приймаю товщину ізоляції 10 мм.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

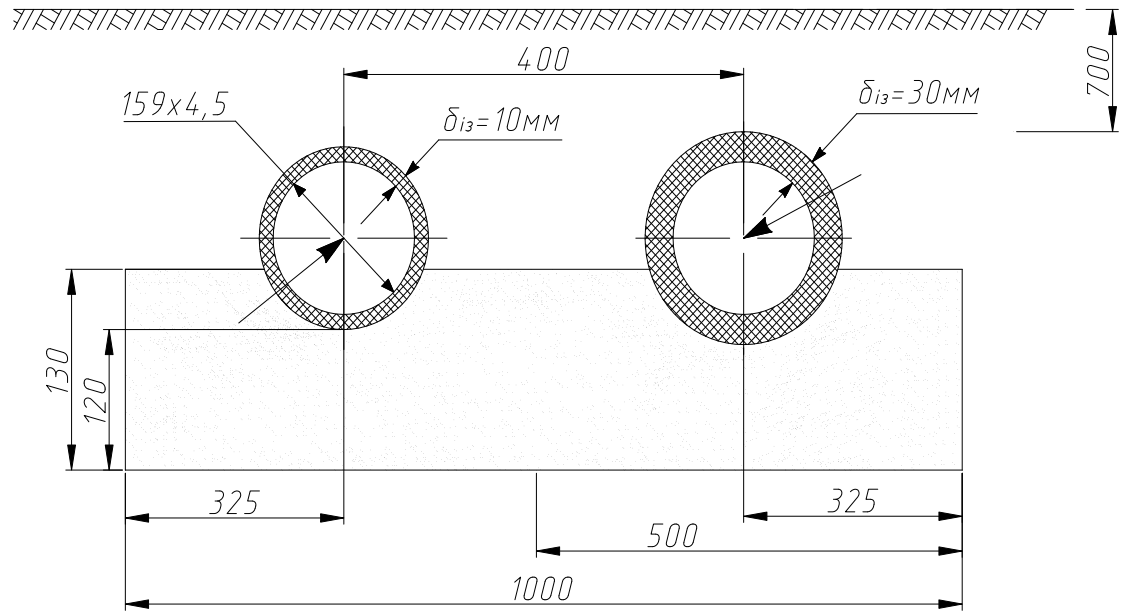


Рисунок 4 - Мінімальні розміри траншеї

					601 НТ-20336-МР	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

2.10 Вибір будівельних конструкцій теплової мережі

До будівельних конструкцій теплової мережі відносяться П-подібні компенсатори, нерухомі опори.

2.10.1 Розрахунок П-подібних компенсаторів.

Розрахунок П-подібного компенсатора згідно [6] полягає у визначенні його спинки В, м та вильоту Н, м.

Повне теплове видовження ділянки станове, мм:

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot (\tau - t_{3,0}) \quad (46)$$

де α - коефіцієнт лінійного розширення, що станове $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}$;

l – довжина ділянки (відстань між нерухомими опорами), м;

τ - розрахункова температура теплоносія, $^\circ\text{C}$;

$t_{3,0}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$.

Розрахункове видовження ділянки обчислюю по формулі, мм:

$$\Delta l = \varepsilon \cdot \Delta l \quad (47)$$

де ε - коефіцієнт попереднього розтягування компенсатора, що залежить від розрахункової температури теплоносія τ ($\varepsilon=0,5$ при τ до $250 \text{ } ^\circ\text{C}$).

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

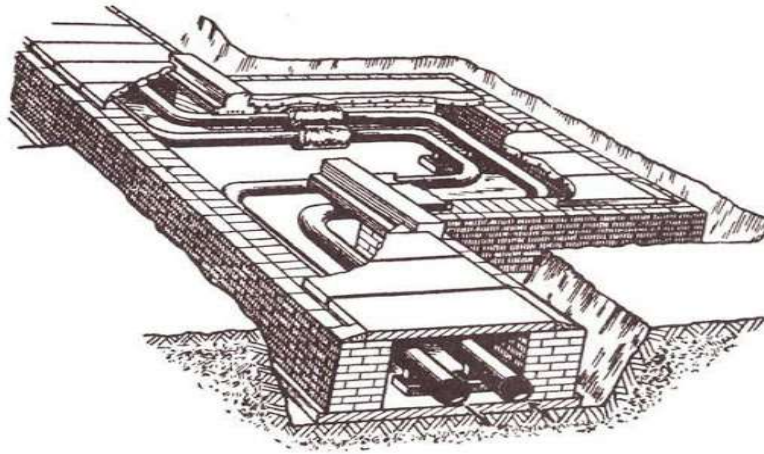


Рисунок 5 – П-подібний компенсатор.

Ділянка 2-3: $D_3=159$ мм, відстань між нерухомими опорами 75м:

$$\Delta l = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 75000 \cdot (130 - (-22)) = 127,8 \text{ мм}; \quad (46)$$

$$\Delta l = 0,5 \cdot 127,8 = 63,9 \text{ мм.}$$

За номограмою [6] $B=3,6$ м; $H=1,4$ м.

Ділянка 53-54: $D_3=159$ мм, відстань між нерухомими опорами 76м:

$$\Delta l = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 76000 \cdot (130 - (-22)) = 129,5 \text{ мм};$$

$$\Delta l = 0,5 \cdot 129,5 = 64,75 \text{ мм.}$$

За номограмою [6] $B=3,8$; $H=1,6$ м.

Ділянка 2-21: $D_3=108$ мм, відстань між нерухомими опорами 75м:

$$\Delta l = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 75000 \cdot (130 - (-22)) = 127,8 \text{ мм};$$

$$\Delta l = 0,5 \cdot 127,8 = 63,9 \text{ мм.}$$

За номограмою [6] $B=3,6$ м; $H=1,4$ м.;

Компенсація температурних видовжень даної теплової мережі також здійснюється за допомогою кутів повороту траси.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601 НТ-20336-МР

Адк.

55

2.10.2 Розрахунок ділянки самокомпенсації

Компенсація температурних видовжень даної теплової мережі також здійснюється за допомогою кутів повороту траси [7].

Розраховую ділянку самокомпенсації 1-2.

Дані для розрахунку самокомпенсації:

- зовнішній діаметр D , мм – 159;
- товщина стінки труби S , мм – 5;
- довжина більшого плеча l_6 , м – 35;
- довжина меншого плеча l_m , м – 30;
- максимальна температура теплоносія, °С – 130;
- розрахункова температура зовнішнього повітря, °С – -22.

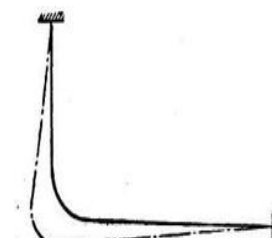


Рисунок – 6

Ділянка самокомпенсації

Розраховуємо співвідношення плечей:

$$n = \frac{l_6}{l_m}, \quad (49)$$

$$n = \frac{l_6}{l_m} = \frac{35}{30} = 1,16$$

Наступним етапом визначаємо розрахункову різницю температур:

$$\Delta t = (130 - (-22)) = 152 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Розраховуємо розрахунковий кут:

$$\beta = 90^\circ - 90^\circ = 0^\circ$$

По номограмі [6] визначаємо допоміжні коефіцієнти при $n=1,16$ і $\beta=0^\circ$.

$A=12$, $B=6$, $C=3,2$.

Визначаємо значення допоміжних величин для $D_n=159\text{мм}$ і $S=5\text{мм}$:

$$\frac{\alpha E l}{10^7} = 1,56 \text{ кгс} \cdot \text{м}^2 / ^\circ\text{C};$$

$$\frac{\alpha E D_n}{10^7} = 0,0382 \text{ кгс} \cdot \text{м} / \text{мм}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

					601 НТ-20336-МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Повздовжня вигинаюча компенсаційна напруга в закладенні меншого плеча:

$$\sigma_{\alpha} = C_b \frac{\alpha E D_n \Delta t}{10^7 \cdot l_m}, \quad (50)$$

$$\sigma_{\alpha} = C_b \frac{\alpha E D_n \Delta t}{10^7 \cdot l_m} = 3,2 \cdot 0,0382 \cdot \frac{152}{10} = 1,85 \text{ кгс/мм}^2$$

Отримане значення σ_{α} не перевищує задану межу 8 кг/мм², відповідно розмір плечей достатній.

Сила пружної деформації в закладенні меншого плеча складає:

$$\rho_x = A \frac{\alpha E l \Delta t}{10^7 \cdot l_m^2}, \text{ кг/с} \quad (51)$$

$$\rho_y = B \frac{\alpha E l \Delta t}{10^7 \cdot l_m^2}, \text{ кг/с} \quad (52)$$

$$\rho_x = A \frac{\alpha E l \Delta t}{10^7 \cdot l_m^2} = 12 \cdot 1,56 \frac{152}{10^2} = 28,46, \text{ кг/с}$$

$$\rho_y = B \frac{\alpha E l \Delta t}{10^7 \cdot l_m^2} = 6 \cdot 1,56 \frac{152}{10^2} = 14,22, \text{ кг/с}$$

При відкритій засувці:

$$F_l = F_{no} + F_{пк},$$

де, $F_{no} = f_{тр} \cdot q \cdot g \cdot L$ – реакція сил тертя рухомих опор;

$f_{тр} = 0,3$ – коефіцієнт тертя для не рухомих опор;

q – вага (разом з ізоляцією);

$$q^{48-49} = 18,11 + 5 = 23,11 \text{ кг}$$

$$q^{49-50} = 6,58 + 5 = 11,58 \text{ кг}$$

L – довжина між нерухомими опорами (з 2.8.4);

$$L^{48-49} = 3,2 \text{ м};$$

$$L^{49-50} = 3,4 \text{ м};$$

$$g = 9,81.$$

$$F_{no}^{48-49} = 0,3 \cdot 23,11 \cdot 9,81 \cdot 3,2 = 217,64 \text{ Н}$$

$$F_{no}^{49-50} = 0,3 \cdot 11,58 \cdot 9,81 \cdot 3,4 = 115,87 \text{ Н}$$

$F_{пк}$ – реакція сил тертя П-подібного компенсатора.

					601 НТ-20336-МР	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сила лобових нерухомих опор:

$$F_{л} = F_{но}^{48-49} + F_{нк}^{47-48} = 217,64 + 2200 = 2417,64 \text{ Н}$$

$$F_{л} = F_{но}^{49-50} + F_{нк}^{48-49} = 115,87 + 1300 = 1415,87 \text{ Н}$$

Результативне усилення нерухомих опор:

$$F = F_{л}^{48-49} - 0,7 \cdot F_{л}^{49-50} = 2517,64 - 0,7 \cdot 1415,87 = 1526,53 \text{ Н}$$

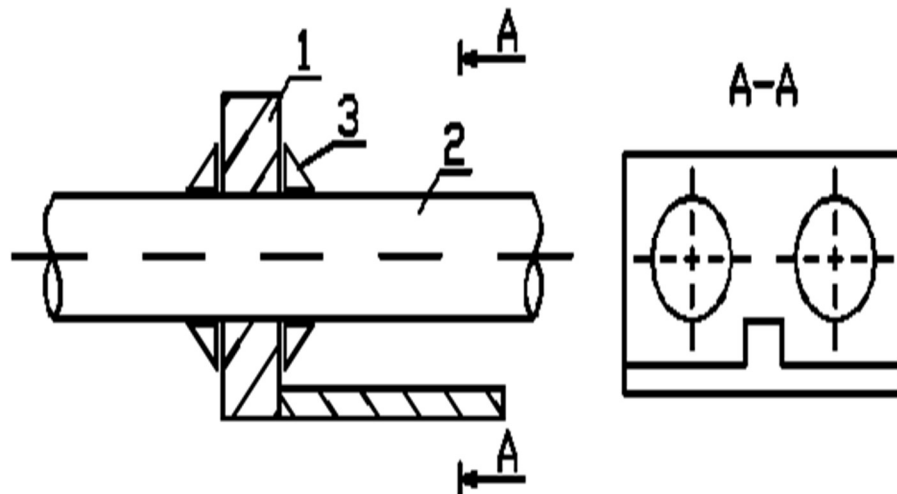


Рисунок 7 – Нерухома опора в непрохідному каналі.

- 1) Залізобетонна конструкція;
- 2) Трубопровід;
- 3) Косинки, які приварюють до закладних елементів в залізобетоні.

					601 НТ-20336-МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

2.11 Підбір теплофікаційного обладнання ЦТП

До допоміжного обладнання в даному проекті відносяться: мережні насоси, призначені для створення циркуляції в тепловій мережі; живильні насоси – для компенсування втрат води в мережі; основні і пікові водопідігрівачі для систем ГВП; грязьовики – для захисту систем опалення від забруднення; лічильники – для обліку спожитого тепла; запірна арматура і прилади контролю; автоматичні регулятори тощо.

2.11.1 Підбір грязьовиків

Грязьовики встановлюють по два на кожному опалювальному ввіді: на подавальній магістралі – для захисту системи опалення, на зворотній магістралі – для захисту системи теплопостачання. Принцип дії грязьовика полягає у різкому зниженні швидкості руху води, внаслідок чого сторонні частинки та домішки, які містяться у воді під дією гравітаційних сил осідають на дно [21].

В даному проекті до встановлення приймаю грязьовики типу ТС-569 [36].

Вибір грязьовиків залежить від діаметру ділянки, на якій він встановлюється.

Переваги грязьовиків ТС-569:

- низький гідравлічний опір;
- висока міцність без застосування додаткового каркаса;
- рівна і гладка зовнішня поверхня не дозволяє застрявати забрудненням і утворювати вогнища обростання, забруднення, які накопились поступово сповзають з неї і осідають в нижній шламовій камері корпусу грязьовика.

					601 НТ-20336-МР	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.11.1 Основні розміри грязьовиків конструкції ТС-569, мм

Моделі грязьовиків	D	P _y , МПа	H	H ₁	L	Q, кг/год	Вага, кг	Ціна
ТС-569.00.00.000-09	57	1,6	410	290	365	10000	19,4	2104
ТС-569.00.00.000-10	76	1,6	490	340	425	19000	29,4	2839
ТС-569.00.00.000-03	89	1,6	525	375	425	26000	33,5	3611
ТС-569.00.00.000-12	108	1,6	620	450	525	40000	62,2	4811
ТС-569.00.00.000-13	133	1,6	690	470	525	63000	70,4	5433
ТС-569.00.00.000-14	159	1,6	875	550	650	90000	118	19293
ТС-569.00.00.000-15	219	1,6	1105	700	850	170000	266,7	27730
ТС-567.00.000-14	273	1,6	1250	830	950	247300	421	46500



Рисунок 8 - Грязьовик конструкції ТС-569

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

2.11.2 Підбір лічильника тепла

До встановлення вибираю тепловий лічильник Apator Powogaz LQM-III (Польща).

Теплолічильник LQM-III призначений для вимірювання спожитої теплової енергії в системах теплопостачання з тепловою потужністю від 100 Вт до 100 МВт, де теплоносієм є вода.

До складу теплолічильника LQM-III входять:

- теплообчислювач LQM-III,
- витратомір з імпульсним виходом,
- пара датчиків температури типу Pt 500. [29]

Параметр	Символ	Значення	Одиниця
Одиниця теплової енергії	Qe	0.001 - 1 0.001 - 0.1	GJ (a) MWh
Одиниця вимірювання об'єму води	Ve	0.001 - 1	m ³
Діапазон температури води	t	1 - 180	°C
Діапазон різниці температур (опалення)	Δt	від 3	°C
Діапазон різниці температур (охолодження)	Δt	від 0,5	°C
Максимальна допустима похибка	E _I	$\pm(0.5+3/\Delta t)$	%
Діапазон потужності	Pp	1 – 999 0,01 – 99,99	kW MW
Діапазон витрати теплоносія	Qd	0,001 – 1	m ³ /h
Напруга батареї	U _z	3,6	V
Час роботи батареї	--	5	років
Ступінь захисту IEC-529	IP	IP-54	--
Температура довкілля	t _a	5 - 55	°C
Відносна вологість повітря	W	< 90	%



Рисунок 9 - тепловий лічильник Apator Powogaz LQM-III

						<i>601 HT-20336-MP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			61

2.11.3 Розрахунок теплообмінників

Витрати теплоти на потреби на потреби гарячого водопостачання:

$$Q = G \cdot c(t_r - t_x), \text{ кВт} \quad (54)$$

$$Q = 17,6 \cdot 4,187 \cdot (55 - 5) = 3684,5 \text{ кВт}$$

Витрати гріючого теплоносія (сітьової води) для нагрівання води на потреби гарячого водопостачання:

$$G_T = \frac{Q}{c \cdot \Delta t}, \text{ кг/с} \quad (55)$$

$$G_T = \frac{2512,6}{4,187 \cdot (70 - 44)} = 17,6 \text{ кг/с}$$

Витрати сітьової води на ввіді в тепловий пункт:

$$G_d = G_T + \frac{Q}{c(\tau_1 - \tau_2)}, \text{ кг/с} \quad (56)$$

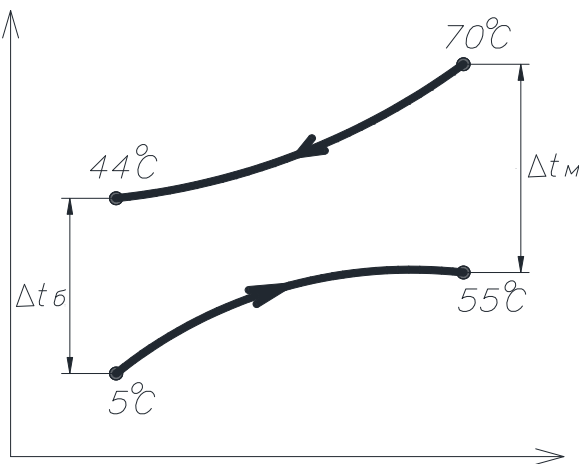
$$G_d = G_T + \frac{Q}{c(\tau_1 - \tau_2)} = 17,6 + \frac{2512,6}{4,187(130 - 70)} = 25,1 \text{ кг/с}$$

Середня логарифмічна різниця температур:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_M}{\ln\left(\frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}\right)}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (57)$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_M}{\ln\left(\frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}\right)} = \frac{39 - 15}{\ln\frac{39}{15}} = 25,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\tau_{осн} = \tau'_{2\omega\Pi} + \frac{Q_{осн}}{C \cdot G_p}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (58)$$



					601 НТ-20336-МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Попередньо прийнявши швидкість води в трубках $\omega_T = 1$ м/с, знаходимо потрібну площу перерізу трубок:

$$f_T = \frac{G}{\omega_T \times \rho}, \text{ м}^2 \quad (59)$$

$$f_T = \frac{G}{\omega_T \times \rho} = \frac{17,6}{1 \times 1000} = 0,0176 \text{ м}^2,$$

де $\rho = 1000$ кг/м³ – густина води.

Підбираю підігрівник, в якого площа перерізу трубок була б найближчою до розрахункової. Конструктивні характеристики обраного апарата (№=14) з довжиною трубок 4м; площа поверхні теплообміну однієї секції $f_0 = 20,3$ м²; площа перерізу трубок $f_T = 0,01679$ м²; площа перерізу міжтрубного простору $f_M = 0,03077$ м²; еквівалентний діаметр міжтрубного простору $d_e = 0,0196$ м; діаметр трубок (внутрішній/зовнішній) 14/16 мм.

Дійсна швидкість води:

в трубках:

$$\omega_T = \frac{G}{f_T \times \rho}, \text{ м/с} \quad (60)$$

$$\omega_T = \frac{G}{f_T \times \rho} = \frac{17,6}{0,01679 \cdot 1000} = 1,04 \text{ м/с}$$

в міжтрубному просторі:

$$\omega_M = \frac{G}{f_M \times \rho}, \text{ м/с} \quad (61)$$

$$\omega_M = \frac{G}{f_M \times \rho} = \frac{25,1}{0,03077 \cdot 1000} = 0,81 \text{ м/с}$$

За відомими значеннями швидкостей і температур води визначають коефіцієнти теплообміну між гріючим теплоносієм і поверхнею трубок (α_1):

$$\alpha_1 = \frac{(1630 + 21 \cdot \bar{T} - 0,44 \cdot (\bar{T})^2) \cdot \omega_M^{0,2}}{d_e^{0,2}}, \text{ Вт/м}^2\text{К} \quad (62)$$

$$\alpha_1 = \frac{(1630 + 21 \cdot \bar{T} - 0,44 \cdot (\bar{T})^2) \cdot \omega_M^{0,2}}{d_e^{0,2}} = \frac{(1630 + 21 \cdot \frac{70+44}{2} - 0,44 \cdot (57)^2) \cdot 1,04^{0,8}}{0,219^{0,2}} = 3757 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

Коефіцієнт теплообміну між стінками трубок і водою, що нагрівається:

										Арк.
										63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601 НТ-20336-МР					

$$\alpha_2 = \frac{(1630 + 21 \cdot \frac{70+4}{2} - 0,044 \cdot (57)^2) \cdot 1,04^{0,8}}{0,219^{0,2}} = 2575,6 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

Коефіцієнт теплопередачі:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (63)$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{3757,7} + \frac{1}{2575,6}} = 2000 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

Площа поверхні теплообміну водопідігрівної установки:

$$F = \frac{Q_{\text{осн}}}{K \cdot \Delta t_{\text{ср}}^{\text{лог}}}, \quad (64)$$

$$F = \frac{Q_{\text{осн}}}{K \cdot \Delta t_{\text{ср}}^{\text{лог}}} = \frac{2512,6 \cdot 1000}{2000 \cdot 25,2} = 49,2 \text{ м}^2$$

Визначаємо кількість теплообмінників:

$$n = \frac{49,2}{20,2} \cong 2$$

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

2.11.4 Підбір циркуляційних (мережних) та підживлюючих насосів

Вибір насосів здійснюється по витраті води (подачі) та по тиску, який повинен розвивати насос (напір).

Подача мережних насосів дорівнює розрахунковій витраті теплоносія на виході із джерела тепла (котельні) $G_{0-1}=48,89$ кг/с.

Тиск мережних насосів визначають по формулі:

$$p_{м.н} = \Delta p_k + \Delta p_{под} + \Delta p_{аб} + \Delta p_{зв} \quad (65)$$

де Δp_k - втрати тиску в котельні, приймаються 5-10м вод.ст.;

$\Delta p_{под}$ - втрати тиску в подавальному трубопроводі теплової мережі (з гідравлічного розрахунку);

$\Delta p_{аб}$ - втрати тиску у абонента, при підключенні теплообмінника по двоступеневій схемі приймається $\Delta p_{аб} = 25$ м вод. ст.; $\Delta p_{зв}$ - втрати тиску у зворотному трубопроводі теплової мережі ($\Delta p_{зв} = \Delta p_{под}$).

$$\Delta p_k = 2,7 + 2 + 15 + 2,7 + 4 = 26,4 \text{ м.}$$

До установки приймаю два мережних насоси, один з яких резервний типу Wilo-TOP-SD 65/10, що має наступні технічні характеристики [35]:

- подача: 176 м³/год;
- напір: 27 м;
- максимальна потужність двигуна: 570Вт;
- частота обертів: 3-2150об/хв.

					601 НТ-20336-МР	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 10 – Насос мережевий Wilo-TOP-SD 65/10

Розрахункова витрата води для живлення закритої теплової мережі, м³/год, приймається рівною 0,5% об'єму води в системі тепlopостачання:

$$G_{\text{жив}} = \frac{0.5 \cdot V}{100} \quad (66)$$

де V – об'єм води в системі тепlopостачання, м³. Орієнтовно приймається 45-50 м³ на 1Гкал/год сумарної розрахункової годинної витрати тепла.

$$G_{\text{жив}} = \frac{0.5 \cdot 401,2}{100} = 2 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Напір живильних насосів визначається при побудові графіку тисків, як відстань від джерела тепла до лінії холодної стативи, приймаю $p_{\text{жив}} = 30$ м вод. ст.

До установки приймаю два живильних насоси, один з яких резервний типу NM 20/160BE, що має наступні технічні характеристики [30]:

- подача: 2 м³/год;
- напір: 30 м;
- потужність: 37Вт;
- кількість обертів: 2850об/хв.

Підходить для перекачування чистої води і неагресивних рідин з невеликим вмістом зважених найменших частинок.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66



Рисунок 11 – Насос живильний NM 20/160BE

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		67

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
				Документація		
A4			14.КП.5.05060103.000. ПЗ	Пояснювальна записка	1	
A1			14.КП.5.05060103.000. ГЧ	Схема траси житлового мікрорайону	1	
A1				Схема 2-х трубної теплової мережі	1	
A1				План забудови мікрорайону. Функціональна схема індивідуального теплового пункту. Специфікація теплового пункту. Прокладка попередньо ізольованих трубопроводів. Схема мережного насосу Wilo-Top-SD 65/10.	1	
A1				Розташування основного обладнання індивідуального теплового пункту.	1	
A1				Графік тиску в закритій тепловій мережі.	1	
				<u>Обладнання</u>		
		1		Труби $D_3, s, \text{мм}$:		
			ГОСТ 34-204-88-002-98	$D_3=273/5$	10	
			ГОСТ 34-204-88-002-98	$D_3=219/5$	274	
			ГОСТ 34-204-88-002-98	$D_3=159/5$	672	
			ГОСТ 34-204-88-002-98	$D_3=108/3,5$	630	
			ГОСТ 34-204-88-002-98	$D_3=89/3$	100	
			ГОСТ 34-204-88-002-98	$D_3=76/3$	128	
			ГОСТ 34-204-88-002-98	$D_3=57/3$	242	
			ГОСТ 34-204-88-002-98	$D_3=189$	8	
		2		Засувки:		
			ГОСТ24856-81	$D_3=273/5$	2	
			ГОСТ24856-81	$D_3=219/5$	8	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601 НТ-20336-МР

Арк.

68

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
			ГОСТ24856-81	$D_3=159/5$	14	
			ГОСТ24856-81	$D_3=133/4$	8	
			ГОСТ24856-81	$D_3=108/3,5$	18	
			ГОСТ24856-81	$D_3=89/3$	4	
			ГОСТ24856-81	$D_3=57/3$	8	
		3		Коліно:		
			ГОСТ 34-204-88-002-98	273/5	2	
		4		Нерухома опора:		
				108/3,5	2	
				159/5	4	
		5		П-подібні компенсатори:		
			ГОСТ 34-204-88-002-98	108/3,5	2	
			ГОСТ 34-204-88-002-98	159/5	4	
		6	Wilo-TOP-SD 65/10	Мережний насос	1	
		7	NM 20/160BE	Живильний насос	1	
		8	Apafor Powogaz LQM-III	Лічильники:	21	

2.12 Розрахунок другого житлового мікрорайону

2.12.1 Характеристика житлового мікрорайону

Житловий мікрорайон, для якого виконується проект складається з 34 будівель, серед них – 20 житлових будинків, 3 – громадських. А саме з 5 чотирьох поверхових будівель, 7 п'яти поверхових будівель, 5 дев'яти поверхових будівель, 3 дванадцяти поверхових будівель, також гуртожиток, музична школа, дитячий садок.

Характеристика забудови мікрорайону в таблиці 1.3.1

Таблиця 2.12.1 Характеристика забудови мікрорайону

№ з/п	Призначення будівлі	Поверхо - вість, <i>n</i>	Площа забудови, м ²	Житлова площа, <i>F_{жит}</i> , м	Об'єм будівлі, <i>V</i> , м ³	Кількість абонентів, <i>N_{жит}</i>
1	Житловий будинок	4	672	1378	8064	102
2	Житловий будинок	4	672	1378	8064	102
3	Житловий будинок	4	672	1378	8064	102
4	Житловий будинок	4	672	1378	8064	102
5	Житловий будинок	4	672	1378	8064	102
6	Житловий будинок	5	921	3863	13815	285
7	Житловий будинок	5	921	3863	13815	285
8	Житловий будинок	5	921	3863	13815	285
9	Житловий будинок	5	921	3863	13815	285
10	Житловий будинок	5	921	3863	13815	285
11	Житловий будинок	5	921	3863	13815	285
12	Житловий будинок	5	921	3863	13815	285
13	Житловий будинок	9	1650	7425	44550	548
14	Житловий будинок	9	1650	7425	44550	548
15	Житловий будинок	9	1650	7425	44550	548
16	Житловий будинок	9	1650	7425	44550	548
17	Житловий будинок	9	1650	7425	44550	548
18	Житловий будинок	12	1820	10920	65520	805
19	Житловий будинок	12	1820	10920	65520	805
20	Житловий будинок	12	1820	10920	65520	805
21	Гуртожиток	5	840	3621	12600	220
22	Дитячий садок	2	1070	-	6420	140
23	Музична школа	2	915	-	5490	110

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601 НТ-20336-МР

Арк.

70

Таблиця 2.12.2 Довідникові дані для розрахунків

№ з/п	Призначення будівлі	$t_{в}, ^{\circ}\text{C}$	$V_{з}, \text{м}^3$	$Q_{о}, \text{Вт}/^{\circ}\text{Cм}^3$	$Q_{в}, \text{Вт}/^{\circ}\text{Cм}^3$	$a, \text{л/доб}$	$T, \text{год}$
1	Житловий будинок	18	8064	0,48	-	85	24
2	Житловий будинок	18	8064	0,48	-	85	24
3	Житловий будинок	18	8064	0,48	-	85	24
4	Житловий будинок	18	8064	0,48	-	85	24
5	Житловий будинок	18	8064	0,48	-	85	24
6	Житловий будинок	18	13815	0,43	-	85	24
7	Житловий будинок	18	13815	0,43	-	85	24
8	Житловий будинок	18	13815	0,43	-	85	24
9	Житловий будинок	18	13815	0,43	-	85	24
10	Житловий будинок	18	13815	0,43	-	85	24
11	Житловий будинок	18	13815	0,43	-	85	24
12	Житловий будинок	18	13815	0,43	-	85	24
13	Житловий будинок	18	44550	0,40	-	85	24
14	Житловий будинок	18	44550	0,40	-	85	24
15	Житловий будинок	18	44550	0,40	-	85	24
16	Житловий будинок	18	44550	0,40	-	85	24
17	Житловий будинок	18	44550	0,40	-	85	24
18	Житловий будинок	18	65520	0,38	-	85	24
19	Житловий будинок	18	65520	0,38	-	85	24
20	Житловий будинок	18	65520	0,38	-	85	24
21	Гуртожиток	18	12600	0,44	-	60	24
22	Дитячий садок	20	6420	0,50	0,12	30	12
23	Музична школа	16	5490	0,41	0,09	-	8

Приклад розрахунку для дитячого садка на 140 місць:

$$Q_{о} = 0,50 \cdot 6420 \cdot (20 - (-22)) \cdot 1,13 / 1000 = 152,3 \text{ кВт};$$

$$Q_{в} = 0,12 \cdot 6420 \cdot (20 - (-9)) / 1000 = 22,3 \text{ кВт};$$

$$Q_{зв} = \frac{140 \cdot 4187 \cdot 1 \cdot 30(60 - 5)}{3600 \cdot 12} / 1000 = 22,3 \text{ кВт}.$$

$$Q_{зв}^{\max} = 2,4 \cdot 22,3 = 53,5 \text{ кВт}.$$

Подальші розрахунки виконую в таблиці 2.12.3

Таблиця 2.12.3 Розрахунок теплових навантажень

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

№ з/п	Призначення будівлі	Витрата тепла, кВт			
		Q_0	Q_B	$Q_{ГВ}^{cp}$	$Q_{ГВ}^{max}$
1	Житловий будинок	174,9	-	23,1	55,4
2	Житловий будинок	174,9	-	23,1	55,4
3	Житловий будинок	174,9	-	23,1	55,4
4	Житловий будинок	174,9	-	23,1	55,4
5	Житловий будинок	174,9	-	23,1	55,4
6	Житловий будинок	268,5	-	23,1	55,4
7	Житловий будинок	268,5	-	23,1	55,4
8	Житловий будинок	268,5	-	64,5	154,8
9	Житловий будинок	268,5	-	64,5	154,8
10	Житловий будинок	268,5	-	64,5	154,8
11	Житловий будинок	268,5	-	64,5	154,8
12	Житловий будинок	268,5	-	64,5	154,8
13	Житловий будинок	805,4	-	124,1	297,8
14	Житловий будинок	805,4	-	124,1	297,8
15	Житловий будинок	805,4	-	124,1	297,8
16	Житловий будинок	805,4		124,1	297,8
17	Житловий будинок	805,4		124,1	297,8
18	Житловий будинок	1125,3		182,3	437,5
19	Житловий будинок	1125,3		182,3	437,5
20	Житловий будинок	1125,3		182,3	437,5
21	Гуртожиток	91,6	-	35,1	84,2
22	Дитячий садок	152,3	22,3	22,3	53,5
23	Музична школа	96,6	12,3	-	-
	Всього:	10497,4	34,6	1791,8	4299,8

2.13 Побудова годинного графіку витрати тепла

Графік витрати теплоти дозволяє регулювати подачу теплоти споживачам залежно від температури зовнішнього повітря. Будують графік витрати теплоти для всього мікрорайону міста. Розрахунок виконую згідно [3,4,8,15].

Витрата теплоти на опалення при температурі зовнішнього повітря t_3 буде:

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

$$Q'_o = Q_o \cdot \frac{t_6 - t_3}{t_6 - t_{30}}, \quad (8)$$

де Q_o – розрахункова витрата тепла на опалення, кВт;

t_3 – будь-яка температура зовнішнього повітря в діапазоні температур від +8 до t_{30} .

Аналогічно визначаю витрату тепла на вентиляцію, при температурі зовнішнього повітря, відмінної від $t_{3в}$.

$$Q'_в = Q_в \cdot \frac{t_6 - t_3}{t_6 - t_{3в}}, \quad (9)$$

При температурі зовнішнього повітря нижче $t_{3в}$ годинна витрата тепла на вентиляцію дорівнює розрахунковій.

Витрата тепла на гаряче водопостачання в опалювальний період не залежить від температури зовнішнього повітря.

Приклад розрахунку для $t_3 = +8^{\circ}\text{C}$:

$$Q'_o = 10497,4 \cdot \frac{20 - 8}{20 - (-22)} = 2999,2 \text{ кВт}$$

$$Q'_в = 34,6 \cdot \frac{20 - 8}{20 - (-9)} = 14,3 \text{ кВт}$$

Сумарна витрати теплоти при $t_3 = +8^{\circ}\text{C}$:

$$\Sigma Q = 2999,2 + 14,3 + 1791,8 = 4805,3 \text{ кВт}$$

Подальший розрахунок теплових навантажень залежно від температури зовнішнього повітря виконую у формі таблиці 2.13

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Таблиця 2.13 Теплові навантаження залежно від температури зовнішнього повітря

Температура t_z , °C	Q_o , кВт	Q_b , кВт	$Q_{гв}^{cp}$, кВт	ΣQ , кВт
+8	2999,2	14,3	1791,8	4805,3
+5	3749	17,8	1791,8	5558,6
0	4998,7	23,8	1791,8	6814,3
-5	6248,4	29,8	1791,8	8070
-8	6998,2	34,6	1791,8	8824,6
-15	8747,8	34,6	1791,8	10574,2
-20	10497,4	34,6	1791,8	12323,8

По отриманим значенням будує графік (рис.12)

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

2.14 Побудова графіку витрати тепла по тривалості температур зовнішнього повітря

Графік витрати теплоти по тривалості дозволяє визначити річну витрату теплоти, планувати завантаження обладнання тощо.

Графік по тривалості будуємо згідно рекомендацій [4] на основі сумарного графіка витрати тепла і тривалості стояння температур зовнішнього повітря.

Таблиця 2.14 Число годин стояння температури зовнішнього повітря нижче:

$t_z, ^\circ\text{C}$	-22	-15	-10	-5	0	+5	+8
Число годин стояння	50	179	499	1141	2366	3859	4536

Витрата тепла на ГВП в літній період $Q_{зв}^{cp..л}$, кВт визначається за формулою:

$$Q_{зв}^{cp..л} = Q_{зв}^{cp} \cdot \frac{55 - t_{x..л}}{55 - t_x}, \quad (10)$$

де $t_{x..л}$ – температура холодної водопровідної води в літній період, $t_{x..л} = 15^\circ\text{C}$;

t_x – температура холодної водопровідної води в опалювальний період, $t_x = 5^\circ\text{C}$.

$$Q_{зв}^{cp..л} = 2512,6 \frac{55 - 15}{55 - 5} = 2010,08 \text{ кВт}$$

По отриманим значенням будуємо графік (рис.13)

2.15 Річні витрати теплоти

Користуючись джерелами [4,16,17] роблю розрахунок.

Річні витрати тепла, ГДж, можна визначити аналітично:

$$Q_{piч} = Q_o^{zod} + Q_{\epsilon}^{zod} + Q_{z,\epsilon}^{zod}, \text{ кВт} \quad (11)$$

де, $Q_o^{zod}, Q_{\epsilon}^{zod}, Q_{z,\epsilon}^{zod}$ - річні витрати тепла на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання і технічні потреби, ГДж.

Річна витрата тепла на опалення:

$$Q_o^{piч} = Q_o^{cp} \cdot 3600n_o, \text{ кВт} \quad (12)$$

де n_o – тривалість опалювального періоду, ч.

Середньо-годинна витрата тепла на опалення за опалювальний період, кВт:

$$Q_o^{cp} = Q_o \frac{t_{\epsilon} - t_{н.о}^{cp.об}}{t_{\epsilon} - t_{н.о}}, \text{ кВт} \quad (13)$$

де Q_o^{zod} - розрахункова годинна витрата тепла на опалення, кВт;

$t_{н.о}^{cp.об}$ - середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря, °С.

Річні витрати тепла на вентиляцію, кВт:

$$Q_{\epsilon}^{piч} = Q_{\epsilon} z_{\epsilon} \frac{3600n_{\epsilon}}{24} + Q_{\epsilon}^{cp} z_{\epsilon} \frac{3600(n_o - n_{\epsilon})}{24}, \text{ кВт} \quad (14)$$

де Q_{ϵ} – розрахункова годинна витрата тепла на вентиляцію, кВт;

n_{ϵ} – число годин стояння температури зовнішнього повітря нижче $t_{н.в}$;

z_{ϵ} – число годин роботи вентиляції протягом доби.

Середньо годинна витрата тепла на вентиляцію в період стояння температур зовнішнього повітря від +8°С до $t_{н.в}$:

$$Q_{\epsilon}^{cp} = Q_{\epsilon} \frac{t_{\epsilon} - t_{н}^{cp.б}}{t_{\epsilon} - t_{н.б}}, \text{ кВт} \quad (15)$$

де $t_{н}^{cp.б}$ - середня температура зовнішнього повітря в період стояння температур від +8°С до $t_{н.в}$.

Річні витрати тепла на гаряче водопостачання, кВт, визначають за формулою:

$$Q_{z,\epsilon}^{piч} = Q_{z,\epsilon}^{cp} \cdot 3600n_o + Q_{z,\epsilon}^{cp.л} \cdot 3600(8760 - n_o), \text{ кВт} \quad (16)$$

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

де $Q_{z,6}^{cp}, Q_{z,6}^{cp.l}$ - середньо годинна витрата тепла відповідно за опалювальний та літній періоди, кВт.

Розраховуємо річну витрату тепла на опалення:

Для житлових будинків (1-20):

$$Q_o^{pih} = Q_o^{cp} \cdot 3600n_o = 4,74 \cdot 3600 \cdot 4536 = 77402304 \text{ кВт}$$

$$Q_o^{cp} = Q_o \frac{t_g - t_{n.o}^{cp.on}}{t_g - t_{n.o}} = 10,1 \frac{18 - (-1)}{18 - (-22)} = 10,1 \cdot 0,47 = 4,74 \text{ кВт}$$

Для музичної школи на 110 учнів:

$$Q_o^{pih} = Q_o^{cp} \cdot 3600n_o \cdot 3600 = 0,4 \cdot 3600 \cdot 4536 = 653184 \text{ кВт}$$

$$Q_o^{cp} = Q_o \frac{t_g - t_{n.o}^{cp.on}}{t_g - t_{n.o}} = 0,09 \frac{16 - (-1)}{16 - (-22)} = 0,09 \cdot 0,44 = 0,04 \text{ кВт}$$

Для дитячого садка:

$$Q_o^{pih} = Q_o^{cp} \cdot 3600n_o \cdot 3600 = 0,07 \cdot 3600 \cdot 4536 = 1143072 \text{ кВт}$$

$$Q_o^{cp} = Q_o \frac{t_g - t_{n.o}^{cp.on}}{t_g - t_{n.o}} = 0,152 \frac{20 - (-1)}{20 - (-22)} = 0,152 \cdot 0,5 = 0,07 \text{ кВт}$$

Для гуртожитку:

$$Q_o^{pih} = Q_o^{cp} \cdot 3600n_o \cdot 3600 = 0,39 \cdot 3600 \cdot 4536 = 6368544 \text{ кВт}$$

$$Q_o^{cp} = Q_o \frac{t_g - t_{n.o}^{cp.on}}{t_g - t_{n.o}} = 0,09 \frac{18 - (-1)}{18 - (-22)} = 0,09 \cdot 0,47 = 0,39 \text{ кВт}$$

Розраховуємо річну витрату тепла на вентиляцію.

Для музичної школи на 110 учнів:

$$Q_g^{pih} = Q_g z_g \frac{3600n_g}{24} + Q_g^{cp} z_g \frac{3600(n_o - n_g)}{24} = 0,012 \cdot 8 \frac{3600 \cdot 627,4}{24} + 0,028 \cdot 8 \frac{3600(4536 - 627,4)}{24} = 46557 \text{ кВт}$$

$$Q_g^{cp} = Q_g \frac{t_g - t_{n.g}^{cp.l}}{t_g - t_{n.g}} = 0,012 \frac{16 - (-1)}{16 - (-9)} = 0,008 \text{ кВт}$$

Для дитячого садка:

$$Q_g^{pih} = Q_g z_g \frac{3600n_g}{24} + Q_g^{cp} z_g \frac{3600(n_o - n_g)}{24} = 0,022 \cdot 8 \frac{3600 \cdot 627,4}{24} + 0,013 \cdot 8 \frac{3600(4536 - 627,4)}{24} = 86918,1 \text{ кВт}$$

									Арк.
									77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601 НТ-20336-МР				

$$Q_s^{cp} = Q_s \frac{t_s - t_n^{cp.l}}{t_s - t_{n.g}} = 0,022 \frac{20 - (-1)}{20 - (-9)} = 0,015 \text{ кВт}$$

Розраховуємо річну витрату тепла на гаряче водопостачання.

Для житлових будинків (1-20):

$$Q_{2.g}^{pich} = Q_{2.g}^{cp} \cdot 3600n_o + Q_{2.g}^{cp.l} \cdot 3600(8760 - n_o) = 1,55 \cdot 3600 \cdot 4536 + 1,29 \cdot 3600(8760 - 4536) = 44927136 \text{ кВт}$$

Для гуртожитку:

$$Q_{2.g}^{pich} = Q_{2.g}^{cp} \cdot 3600n_o + Q_{2.g}^{cp.l} \cdot 3600(8760 - n_o) = 0,16 \cdot 3600 \cdot 4536 + 0,12 \cdot 3600(8760 - 4536) = 4437504 \text{ кВт}$$

Для дитячого садка:

$$Q_{2.g}^{pich} = Q_{2.g}^{cp} \cdot 3600n_o + Q_{2.g}^{cp.l} \cdot 3600(8760 - n_o) = 0,05 \cdot 3600 \cdot 4536 + 0,04 \cdot 3600(8760 - 4536) = 1424736 \text{ кВт}$$

Для зручності розрахунку визначаємо сумарну річну витрату на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання.

Опалення:

$$Q_o = 77402304 + 6368544 + 1143072 + 653184 = 85567104 \text{ кВт}$$

Вентиляція:

$$Q_g = 86918,1 + 46557 = 133475,1 \text{ кВт}$$

Гаряче водопостачання:

$$Q_{2.g} = 44927136 + 4437504 + 1424736 = 50789376 \text{ кВт}$$

Визначаємо річну витрату тепла:

$$Q_{pich} = Q_o^{pich} + Q_g^{pich} + Q_{2.g}^{pich} = 133475,1 + 85567104 + 50789376 = 136,4 \text{ ГВт.}$$

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

2.16 Режим регулювання теплової мережі

При зміні температури зовнішнього повітря кількість тепла на потреби систем опалення й вентиляції необхідно зменшувати чи збільшувати. Потепління, тобто підвищення температури, призводить до зменшення витрат тепла, похолодання – до збільшення.

На технологічні потреби й ГВП кількість тепла змінюють на протязі доби й по дням тижня. Подачу тепла регулюють за допомогою систем регулювання.

Задачею регулювання є приведення у відповідність режимів відпустки теплоти та режимів споживання теплоти.

Регулювання згідно [1,5,18,19] поділяється на:

- центральне регулювання, яке здійснюється на джерелі теплоти;
- групове регулювання, яке здійснюється для груп споживачів в центральному тепловому пункті;
- місцеве регулювання, яке здійснюється для споживання в одній будівлі та в ІТП;
- індивідуальне регулювання, яке здійснюється безпосередньо біля пристрою який споживає теплоту.

Залежно від способу регулювання його поділяють на [3]:

- автоматичне;
- ручне.

Регулювання теплових навантажень можна здійснити шляхом зміни [20]:

- 5) температури теплоносія (якісне регулювання);
- 6) витрати теплоносія (кількісне регулювання);
- 7) температури та витрати теплоносія (якісно-кількісне регулювання);
- 8) часу роботи системи тепlopостачання (переривчасте регулювання або регулювання перепустками).

Регулювання перепустками здійснюється в системі опалення в теплий період опалювального сезону [20].

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вода в системі опалення подається з перервами в часі, а комфортні умови в приміщенні забезпечуються за рахунок теплоакумуючої здатності будівлі [3].

В даному проекті розробляю центральне якісне регулювання, яке здійснюється на котельні. Кінцевим етапом при розробці центрального якісного регулювання є графік температури теплоносія.

При розробленні центрального режиму регулювання орієнтуються на основного споживача теплоти в системі теплопостачання. В даному проекті це - система опалення. Оскільки відношення навантажень становить [4]:

$$\frac{Q_{гв}^{\max}}{Q_o} = \frac{4299,8}{10497,4} = 0,40 < 1$$

То підключення теплообмінників ГВП передбачається по двоступеневій послідовній схемі й режим регулювання розробляю по сумісному навантаженню опалення й гарячого водопостачання. Для цього будую так званий підвищений графік температур теплоносія. Застосування підвищеного температурного графіка дозволяє знизити розрахункову витрату мережевої води та діаметри теплової мережі за рахунок збільшення різниці температур між температурою в подаючому й зворотному трубопроводах.

При регулюванні за сумісним навантаженням опалення й гарячого водопостачання, теплове навантаження на ГВП можна замінити балансовим тепловим навантаженням. Застосування підвищеного температурного графіка дає можливість визначити й зменшити діаметр теплової мережі за рахунок підвищення різниці температур між температурою подаючого й зворотного трубопроводу. В наслідок того, що теплове навантаження на ГВП не змінюється протягом опалювального періоду.

При розрахунку графіка температур мережної води в системах теплопостачання згідно [1] слід приймати:

– усереднену розрахункову температуру внутрішнього повітря опалювальних будівель житлово-комунального та громадського призначення 18°C.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– усереднені розрахункові температури внутрішнього повітря опалювальних будівель дитячих дошкільних, загальноосвітніх навчальних та лікувальних закладів, повинні забезпечити підтримання температурного режиму їх установ відповідно до вимог ДБН В.2.2-10, ДБН В.2.2-4, ДСанПіН 5.5.2.008, СП № 3231-85.

Графік підвищених температур теплоносія будує на основі опалювального графіка.

2.16.1 Графік температур теплоносія при центральному якісному регулюванні теплової мережі

Для побудови опалювального графіка [21] визначаю температуру теплоносія в подавальному трубопроводі теплової мережі τ_1 , при декількох значеннях температури зовнішнього повітря t_3 . Значеннями t_3 попередньо задаюь в діапазоні від +8 до t_{30} :

$$\tau_1 = t_6 + (\tau_{np.o} - t_6) \cdot \overline{Q_o^{0,8}} + (\tau_{1o} - \tau_{np.o}) \cdot \overline{Q_o}, \quad (17)$$

Паралельно визначаю і температуру в зворотному трубопроводі при температурі t_3 :

$$\tau_2 = \tau_1 - (\tau_{1o} - \tau_{2o}) \cdot \overline{Q_o}, \quad (18)$$

де t_6 – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С. Згідно [2] при розрахунку графіку мережної води приймаю усереднену $t_6=21^\circ\text{C}$;

τ_{1o}, τ_{2o} - температура теплоносія відповідно в подавальному і зворотному трубопроводах теплової мережі при t_{30} (згідно завдання);

$\tau_{np.o}$ - середня температура теплоносія в нагрівальних приладах системи опалення, визначається за формулою, °С:

$$\tau_{np.o} = \frac{\tau_{зм} + \tau_{2o}}{2}, \quad (19)$$

$$\tau_{np.o} = \frac{95 + 70}{2} = 82,5$$

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

τ_{3M} - температура теплоносія в подавальному трубопроводі системи опалення;

\overline{Q}_o - відносна витрата тепла на опалення при температурі зовнішнього повітря t_3 ,

$$\overline{Q}_o = \frac{t_e - t_3}{t_e - t_{30}}, \quad (20)$$

Розрахунок параметрів теплоносія при температурі зовнішнього повітря $+8^{\circ}\text{C}$:

$$\overline{Q}_o = \frac{18 - 8}{18 - (-22)} = 0,25;$$

$$\tau_1 = 18 + (82,5 - 18) \cdot 0,25^{0,8} + (130 - 82,5) \cdot 0,25 = 51^{\circ}\text{C};$$

$$\tau_2 = 51 - (130 - 70) \cdot 0,25 = 36^{\circ}\text{C};$$

Подальші розрахунки зводжу в таблицю 2.6.1.1

Таблиця 2.16.1 Розрахунок температур теплоносія

Температура $t_3, ^{\circ}\text{C}$	\overline{Q}_o	$\tau_1, ^{\circ}\text{C}$	$\tau_2, ^{\circ}\text{C}$
+8	0,25	51	36
+5	0,33	59	39
0	0,45	73	46
-5	0,58	87	52
-10	0,7	100	58
-15	0,83	113	63
-22	1	130	70

За результатами розрахунків будує опалювальний графік температур теплоносія (рис. 14).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601 НТ-20336-МР

Адж.

82

2.16.2 Підвищений графік температур теплоносія для закритої мережі

На основі [4] виконую розрахунки для побудови підвищеного графіку температур теплоносія.

Для вирівнювання добового балансу замість $Q_{\text{ГВ}}^{\text{сп}}$ необхідно підключати балансове навантаження $Q_{\text{ГВ}}^{\text{б}} = 1,2 Q_{\text{ГВ}}^{\text{сп}} = 1,2 \times 1791,8 = 2150,16 \text{ кВт}$.

Співвідношення навантажень:

$$\frac{Q_{\text{зб}}^{\text{б}}}{Q_0} = \frac{2150,16}{10497,4} = 0,20$$

Сумарний перепад температур мережної води:

$$\delta'_I = \frac{Q_{\text{зб}}^{\text{б}}}{Q_0} \cdot \frac{t'_n - t_x}{t_2 - t_x} (\tau_{10} - \tau_{20}), \quad (21)$$

$$\delta = \frac{Q_{\text{зб}}^{\text{б}}}{Q_0} (\tau_{10} - \tau_{20}) = 0,20 \cdot (130 - 70) = 12^\circ \text{C},$$

Перепад температур в I ступені:

$$\delta'_I = \frac{Q_{\text{зб}}^{\text{б}}}{Q_0} \cdot \frac{t'_n - t_x}{t_2 - t_x} (\tau_{10} - \tau_{20}), \quad (22)$$

$$\delta'_I = \frac{Q_{\text{зб}}^{\text{б}}}{Q_0} \cdot \frac{t'_n - t_x}{t_2 - t_x} (\tau_{10} - \tau_{20}) = 0,20 \cdot \frac{44 - 5}{60 - 5} (130 - 70) = 8,5^\circ \text{C},$$

$$t'_n = \tau'_2 - 5, \quad (23)$$

$$t'_n = \tau'_2 - 5 = 44 - 5 = 39^\circ \text{C}$$

Перепад температур в II ступені:

$$\delta'_{II} = \delta - \delta'_I, \quad (24)$$

$$\delta'_{II} = \delta - \delta'_I = 12 - 8,5 = 3,5^\circ \text{C}$$

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

Температура в подавальному та зворотному трубопроводах:

$$\tau'_{1n} = \tau'_1 + \delta'_{II}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (25)$$

$$\tau'_{2n} = \tau'_2 - \delta'_I, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (26)$$

$$\tau'_{1n} = \tau'_1 + \delta'_{II} = 70 + 3,5 = 73,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\tau'_{2n} = \tau'_2 - \delta'_I = 44 - 8,5 = 35,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Визначаю τ'_{1n}, τ'_{2n} при температурі зовнішнього повітря $t_3 = 0^\circ\text{C}$:

$$\delta'_I = \delta'_I \cdot \frac{\tau_2 - t_x}{\tau'_2 - t_x}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (27)$$

$$\delta'_{II} = \delta - \delta'_I, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (28)$$

$$\tau'_{1n} = \tau'_1 + \delta'_{II}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (29)$$

$$\tau'_{2n} = \tau'_2 - \delta'_I, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (30)$$

$$\delta'_I = \delta'_I \cdot \frac{\tau_2 - t_x}{\tau'_2 - t_x} = 8,5 \cdot \frac{46 - 5}{44 - 5} = 8,93 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\delta'_{II} = \delta - \delta'_I = 12 - 8,93 = 3,07 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\tau'_{1n} = \tau'_1 + \delta'_{II} = 73,5 + 3,07 = 76,57 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\tau'_{2n} = \tau'_2 - \delta'_I = 35,5 - 8,93 = 26,57 \text{ } ^\circ\text{C}$$

					<i>601 HT-20336-MP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

Подальші розрахунки виконую у формі таблиці 2.16.2

Таблиця 2.16.2 Розрахунок для побудови підвищеного графіку температур теплоносія

Температура $t_3, ^\circ\text{C}$	$\tau_1, ^\circ\text{C}$	$\tau_2, ^\circ\text{C}$	$\delta'_I, ^\circ\text{C}$	$\delta'_{II}, ^\circ\text{C}$	$\tau'_1, ^\circ\text{C}$	$\tau'_2, ^\circ\text{C}$
0	73	46	8,93	3,07	76,0	37,07
-5	87	52	10,5	1,4	88,4	41,5
-10	100	58	12,1	0,3	100,03	45,9
-15	113	63	13,4	-0,3	112,7	49,6
-20	130	70	14,8	-2,33	127,67	55,2

По результатам розрахунку будує підвищений графік (рис.14).

Таблиця 2.16.3 Розрахунок витрати теплоносія

№ з/п	Призначення будівлі	Витрата теплоносія, кг/с			
		G _o	G _в	G _{гв} ^{max}	ΣG
1	Житловий будинок	0,69	-	0,13	0,82
2	Житловий будинок	0,69	-	0,13	0,82
3	Житловий будинок	0,69	-	0,13	0,82
4	Житловий будинок	0,69	-	0,13	0,82
5	Житловий будинок	0,69	-	0,13	0,82
6	Житловий будинок	1,06	-	0,38	1,44
7	Житловий будинок	1,06	-	0,38	1,44
8	Житловий будинок	1,06	-	0,38	1,44
9	Житловий будинок	1,06	-	0,38	1,44
10	Житловий будинок	1,06	-	0,38	1,44
11	Житловий будинок	1,06	-	0,38	1,44
12	Житловий будинок	1,06	-	0,38	1,44
13	Житловий будинок	3,2	-	0,74	3,94
14	Житловий будинок	3,2	-	0,74	3,94
15	Житловий будинок	3,2	-	0,74	3,94
16	Житловий будинок	3,2	-	0,74	3,94
17	Житловий будинок	3,2	-	0,74	3,94
18	Житловий будинок	0,86	-	1,08	1,94
19	Житловий будинок	0,86	-	1,08	1,94
20	Житловий будинок	0,86	-	1,08	1,94
21	Гуртожиток	0,36	-	0,2	0,56
22	Дитячий садок	0,60	0,13	0,13	0,86
23	Музична школа	0,38	0,04	-	0,42

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601 НТ-20336-МР

Арк.

86

2.17 Гідравлічний розрахунок трубопроводів теплової мережі

Гідравлічний розрахунок теплових мереж від джерела теплоти до ЦТП (у закритих теплових мережах) і до теплової камери (ТК) (у відкритих) виконують у два етапи: попередній гідравлічний розрахунок та остаточний.

Мета попереднього гідравлічного розрахунку – визначити матеріальну характеристику теплової мережі при доволіно прийнятому градієнті тиску на головній магістралі. Це дасть можливість надалі визначити оптимальний градієнт тиску на головній магістралі [21, 23].

					601 НТ-20336-МР	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

2.17.1 Попередній гідравлічний розрахунок

При попередньому гідравлічному розрахунку задаються довільним значенням градієнта тиску по головній магістралі до 12 Па/м та за допомогою номограм для гідравлічного розрахунку з [4, 14, 20] призначають діаметри на ділянках і розраховують матеріальну характеристику теплової мережі.

Результати попереднього подати у формі таблиці 2.17.2

					601 НТ-20336-МР	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

Таблиця 2.17.2

Попередній гідравлічний розрахунок

№ діл.	Витрата G, кг/с	Розмір труб, Du, мм	Довжина ділянки, L, м	Втрати тиску, R, Па/м	$M_i = D_i l_i, \text{ м}^2$
Головна розрахункова магістраль 0-1-2-3-4-5-ж/б R=12 Па/м					
0-1	48,9	325x8	48	12	1,5
1-2	24,21	273x7	51	12	1,39
2-3	16,35	219x6	542	12	11,8
3-4	11,07	200x5	214	12	4,28
4-5	7,38	150x3,5	200	12	3
5-ж/б	3,69	125x3,5	450	12	5,6
Відгалудження 6-7-8-ж/б R=14 Па/м					
	3,96	125x3,5	260	14	3,25
	2,64	100x3,5	162	14	1,62
	1,32	89x3,5	310	14	2,75
Відгалудження 2-9-10-11-12-13-ж/б R=28 Па/м					
2-9	7,86	125x3,5	110	28	1,37
9-10	6,54	150x4	64	28	0,96
10-11	4,44	100x3,5	160	28	1,6
11-12	2,34	89x3,5	175	28	1,55
12-13	1,56	89x3,5	173	28	1,53
13-ж/б	0,78	76x3,5	80	28	0,6
Відгалудження 1-14-15-16-17-18-19-20-ж/б R=29 Па/м					
1-14	19,95	194x5	144	29	2,79
14-15	18,63	219x6	35	29	0,76
15-16	18,2	219x6	160	29	3,5

601 НТ-20336-МР

Змн.

Арк.

№ док.м.

Підпис

Дата

89

Арк.

Продовження таблиці 2.17.2

16-17	17,42	194x5	155	29	3
17-18	16,92	194x5	400	29	7,76
18-19	15,6	194x5	99	29	1,92
19-20	10,4	159x4,5	92	29	1,46
20-ж/б	5,2	125x3,5	50	29	0,62
					$\sum_{i=1}^n Dili = 129,22$

Зм.
Док.
№ док.
Підпис
Дата

601 НТ-20336-МР

Док.
90

2.17.2 Оптимальний градієнт тиску по головній магістралі

Оптимальний градієнт тиску по головній магістралі обчислюють за допомогою рівняння:

$$R_{\text{опт}} = 26600 \left(\varphi \frac{M_o R_o^{0,19}}{G_o L} \right)^{0,84}, \text{ Па/м} \quad (35)$$

де, M_o - матеріальна характеристика теплової мережі, визначена на основі попереднього гідравлічного розрахунку; R_o - градієнт тиску по головній магістралі при матеріальній характеристиці M_o ; G_o - розрахункова витрата теплоносія в тепловій мережі; L - загальна довжина головної магістралі, $L=2 \sum_{i=1}^n l_i$ (подавальний і зворотний трубопроводи); φ - коефіцієнт, який залежить від техніко-економічних показників та обладнання теплової мережі, Вт/м².

Розраховуємо оптимальний градієнт тиску по головній магістралі:

$$R_{\text{опт}} = 26600 \left(0,93 \frac{129,22 \cdot 12^{0,19}}{48,9 \cdot 1505} \right)^{0,84} = 178,22 \text{ Па/м}$$
$$\varphi = \eta_{\text{н.у}} \frac{(f_{\text{т.м.}} + E_{\text{н}})_{\text{в}} + 3,6 \cdot \pi \cdot k (\tau_{\text{с.р}} - t_o) \beta \cdot n \cdot 10^{-6} \cdot B_{\text{т.}}}{(1 + \alpha) n_{\text{м.н.}} \cdot B_{\text{е}}}, \quad (36)$$

У цій формулі $\eta_{\text{н.у}}$ - ККД насосної установки, $\eta_{\text{н.у}}=0,6$; $f_{\text{т.м.}}$ - частка відрахувань на амортизацію, ремонт і обслуговування теплової мережі, приймають 0,075, 1/рік; $E_{\text{н}}$ - нормативний коефіцієнт ефективності, $E_{\text{н}}= 0,12$, 1/рік; в - коефіцієнт, який характеризує вартість теплової мережі, грн./м², його значення приймають залежно від типу ґрунту й способу прокладення теплової мережі; k - коефіцієнт теплопередачі від теплоносія в навколишнє середовище, при техніко-економічних розрахунках можна приймати $k=1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$; $\tau_{\text{с.р.}}$ - середня температура теплоносія в тепловій мережі, приймають по опалювальному графіку залежно від середньої температури зовнішнього повітря в опалювальний період; t_o - температура навколишнього середовища, при підземному прокладанні приймають середню температуру ґрунту на глибині осі трубопроводу, $t_{\text{гр.}}= 5^\circ\text{C}$; β - коефіцієнт, котрий ураховує втрати теплоти неізолюваними ділянками теплової мережі, тобто засувками, сальниковими компенсаторами й іншими ділянками, $\beta=1,2$; n - кількість

					601 НТ-20336-МР	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

годин роботи теплової мережі протягом року; Вт- вартість теплової енергії, грн./ГДж ; В_с- вартість електричної енергії, грн./кВт*год.; α- коефіцієнт , який урахує втрати тиску на місцевих опорах, α=0,3; n_{м.н.}- кількість годин використання розрахункової потужності мережних насосів.

Розраховуємо φ:

$$\varphi = 0,6 \frac{(0,075 + 0,12) \cdot 500 + 3,6 \cdot 3,14 \cdot 1(60 - 5)1,2 \cdot 8760 \cdot 10^{-6} \cdot 28,7}{(1 + 0,3) \cdot 4680 \cdot 0,03} = 0,93$$

2.17.3 Остаточний гідравлічний розрахунок

Після попереднього гідравлічного розрахунку здійснюють остаточний гідравлічний розрахунок головної магістралі. Дивлячись на оптимальний градієнт тиску на ділянках, передбачають діаметри трубопроводів. Потім обчислюють відгалуження. При виконанні гідравлічного розрахунку користуються номограмами чи таблицями для гідравлічного розрахунку водяних теплових мереж [4, 20]. При остаточному гідравлічному розрахунку розробляють монтажну схему.

При монтажі подаючий трубопровід прокладають із правої сторони, зворотний – із лівої. Якщо підземна прокладка трубопроводів, то слід використовувати П-подібні компенсатори. В камерах вмонтовують нерухомі опори. Секційні засувки необхідно розміщувати у вузлових камерах, які слугують для обслуговування. На всіх відгалудженнях від магістралі встановлюється відмикаюча арматура. Для обслуговування сальникових компенсаторів також використовують камери. Теж, передбачається обладнання для відведення повітря, воно встановлюється у вищих точках, а в нижніх – спутники.

Монтажну схему будують, не дотримуючись масштабу, але візуально співвідношення довжин окремих ділянок, слід витримати.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

Якщо в попередньому гідравлічному розрахунку ми задавались $R = 12$ Па/м, то в остаточному гідравлічному розрахунку ми розраховуємо R для кожного відгалуження за формулою:

$$R = \frac{\Delta P_p}{l(1+\alpha)}, \quad (37)$$

де ΔP_p – витрата на ділянці;

l – довжина, м;

α – приймається 0,3.

Гідравлічний розрахунок виконую у таблиці 2.8.4.1

Діаметр шайби визначаю за формулою [15]:

$$du = \sqrt{\frac{G}{\sqrt{\Delta P}}}$$

G – [т/год]

ΔP – [м.вод.ст]

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.17.4 Гідравлічний розрахунок

№ діл.	Витрата G, кг/с	Розмір труб, мм d x S	l, м	R, Па/м	V, м/с	КМО	l экв.	l пр.	ΔP _p	Δ P _p мм.в од.ст
Головна магістраль 0-1-2-3-4-5-ж/б, R=178,22 Па/м										
0-1	48,9	219x6	48	131,5	1,52	Засувка, трійник на відг.	15,96	63,96	8410,74	0,84
1-2	24,21	159x4,5	51	187,4	1,48	Засувка, трійник на відг.	10,64	61,64	11551,3	1,15
2-3	16,35	133x4	542	214,1	1,4	Засув., трійник на відг., 2 комп.,	8,8	550,8	117926,2	11,7
3-4	11,07	133x4	214	95,2	0,94	Засув., трійник на прохід., кут пов. на 90°	6,6	220,6	21001,12	2,1
4-5	7,38	108x4	200	140,5	0,98	Засув., трійник на прохід.	4,95	204,95	28795,4	2,87
5- ж/б	3,69	89x3,5	450	106,2	0,75	Засув., 2 кут пов. на 90°	1,28	451,28	47925,9	4,79
Всього: 23,45										
Відгалудження 6-7-8-ж/б, ΔP _p =23,45 м.вод.ст. $R = \frac{235610,66}{1505(1+0,3)} = 120,4 \text{ Па/м}$										
6-7	3,96	89x3,5	260	117,7	0,79	2 засувки, трійник на прохід.,	5,11	265,11	31203,44	3,12
7-8	2,64	76x3,5	162	124,4	0,73	Засувка, трійник на прохід	4	166	20650,4	2,06
8-ж/б	1,32	57x3,5	310	186,7	0,72	Засувка, кут пов. на 90°	0,65	310,65	57998,35	5,79
Всього: 10,97										
$\varepsilon=2,7-1,239/2,7=55,5\% \leq 10\%$, d=86 мм										
Відгалудження 2-9-10-11-12-13-ж/б, ΔP _p =10,97 м.вод.ст. $R = \frac{109852,19}{732(1+0,3)} = 115,4 \text{ Па/м}$										
2-9	7,86	108x4	110	156,1	1,04	Засувка, трійник на прохід	4,95	114,95	17943,69	1,79
9-10	6,54	108x4	64	111,7	0,88	Засувка, трійник на прохід	4,95	68,95	7701,71	0,77
10-11	4,44	89x3,5	160	142,4	0,87	Засувка, трійник на прохід.	3,83	163,83	23329,39	2,33
11-12	2,34	76x3,5	175	106	0,67	Засувка, трійник на відг.	4	179	18974	1,89
12-13	1,56	76x3,5	173	44,2	0,43	Засувка, трійник на відг.	4	177	7823,4	0,78
13-ж/б	0,78	57x3,5	80	62,3	0,41	Засувка	0,65	80,65	5024,49	0,5
Всього: 8,06										
$\varepsilon=2,7-1,1/2,7=59,2\% \leq 10\%$, d=115 мм										

Эчн.

Арк.

№ док.м.

Підпис

Дата

601 НТ-20336-МР

94

Арк.

Эмн.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	
601 НТ-20336-МР	
Арк.	95

Продовження таблиці 2.17.4

Відгалуження 1-14-15-16-17-18-19-20-ж/б, $\Delta P_p=8,06$ м.вод.ст.

$$R = \frac{80796,68}{762(1+0,3)} = 81,5 \text{ Па/м}$$

1-14	19,95	159x4,5	144	120	1,18	Засувка, трійник на прохід	7,84	151,84	18220,8	1,82
14-15	18,63	159x4,5	35	102,6	1,09	Засувка, трійник на прохід	7,84	42,84	4395,38	0,43
15-16	18,2	159x4,5	160	97,2	1,06	Засувка, трійник на прохід	7,84	167,84	16314	1,63
16-17	17,42	159x4,5	155	91,8	1,03	Засувка, трійник на прохід	7,84	162,84	14948,71	1,49
17-18	16,92	159x4,5	400	86,7	1	Засувка, трійник на відг.	10,64	410,64	35602,48	3,56
18-19	15,6	159x4,5	99	72	0,92	Засувка, трійник на прохід	7,84	106,84	7692,48	0,76
19-20	10,4	133x4	92	86,7	0,89	Засувка, трійник на прохід	6,6	98,6	8548,62	0,85
20-ж/б	5,2	108x4	50	69,4	0,69	Засувка	1,65	51,65	3584,51	0,35
									Всього: 10,89	
$\varepsilon=2,7-1,1/2,7=59,2\% \leq 10\%$, $d=118,3$ мм										

2.18 Тепловий розрахунок

Задачами теплового розрахунку являються: визначення втрат тепла через трубопровід і ізоляцію в оточуюче середовище, розрахунок падіння температури теплоносія при транспортуванні його по теплопроводу і визначення економічно найвигіднішої товщини ізоляції [7,20].

В даному дипломному проекті задачею теплового розрахунку є визначення товщини теплової ізоляції на ділянці теплопроводу. При проектуванні теплових мереж товщину ізоляції визначають виходячи із норм втрат тепла, заданого перепаду температур на ділянці теплової мережі, допустимої температури на поверхні конструкції і техніко-економічного розрахунку. Розрахунок теплової ізоляції виходячи із норм втрат тепла полягає у визначенні товщини основного ізоляційного шару для умови, щоб втрати тепла не перевищували норм [4].

Розрахунок товщини теплової ізоляції виконую для ділянки 14-15, умовний діаметр якої станове 159 мм.

Порядок розрахунку товщини теплоізоляційного шару.

Метою теплового розрахунку попередньо ізольованих трубопроводів є визначення питомих тепловтрат і теплової ефективності теплової ізоляції. Для цього:

11) Визначаю загальний опір переходу тепла від теплоносія до оточуючого середовища, (м°С)/Вт:

$$\sum R = \frac{t_{cp} - t_o}{q}, \quad (38)$$

де q – норма втрат тепла, Вт/м;

t_{cp} - розрахункова температура теплоносія середня за рік;

t_o - середньорічна температура ґрунту на осі закладання трубопроводу, приймаємо $t_o = +5^\circ\text{C}$.

Загальний опір подавального трубопроводу:

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

$$\sum R_{\text{nod}} = \frac{90-5}{92} = 0,92 \text{ Вт/м};$$

Загальний опір зворотного трубопроводу:

$$\sum R_{\text{зв}} = \frac{50-5}{59} = 0,76 \text{ Вт/м}.$$

З іншого боку при прокладці теплопроводу в непрохідному одноячейковому каналі загальний опір станове:

$$\sum R = R_6 + R_{i3} + R_{\text{ни}} + R_3 + R_{\text{кан}} + R_{\text{зр}} + R_{1-2}, \quad (39)$$

З цього рівняння визначаємо опір основного ізоляційного шару:

$$R_{i3} = \sum R - (R_6 + R_{\text{ни}} + R_3 + R_{\text{кан}} + R_{\text{зр}} + R_{1-2}), \quad (40)$$

Для визначення $R_{\text{п.ш}}$ і R_3 попередньо задають конструкцією теплоізоляції. Основний ізоляційний шар – поліуретан. Покрівельний шар – азбестоцементна штукатурка по металічній сітці $\delta_{\text{н.ш}}=8\text{мм}$, $\lambda_{\text{н.ш}}=0,38\text{Вт/(м}\cdot\text{°C)}$.

Зовнішній діаметр трубопроводу $D_3=159\text{мм}$;

Визначаю:

- діаметр ізоляції $D_{i3}=D_3+2\cdot\delta_{i3}=159+2\cdot50=259 \text{ мм}$;
- діаметр конструкції $D_{\text{к}}=D_{i3}+2\cdot\delta_{\text{н.ш}}=259+2\cdot8=275 \text{ мм}$.

Підбираю тип каналу КЛ та визначаю його розміри виходячи із мінімально-допустимих відстаней (a,b,c,d):

$$A=a+D_{\text{к}}+b+D_{\text{к}}+a=80+275+140+275+80=770\text{мм};$$

$$H=c+D_{\text{к}}+d=150+275+50=475\text{мм}.$$

Стандартні розміри каналу становлять 900×600мм.

12) Визначаємо еквівалентний діаметр каналу, м:

$$D_{\text{екв}} = \frac{4 \cdot F}{\Pi}, \quad (41)$$

де F – площа перерізу каналу, м^2 ; Π – периметр каналу, м.

$$D_{\text{екв}} = \frac{4 \cdot (0,9 \cdot 0,6)}{0,9 + 0,6 + 0,9 + 0,6} = 0,72 \text{ м}^2.$$

13) Обчислюю опір покрівельного шару, $\text{м}^{\circ}\text{C/Вт}$:

$$R_{\text{ни}} = \frac{\ln \frac{D_{\text{к}}}{D_{\text{н}}}}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{ни}}} = \frac{\ln \frac{275}{259}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,38} = 0,0087.$$

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк. 97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\lambda_{із} = 1,163 \cdot 1,2 \cdot (0,046 + 0,00016 \cdot t_{cp}), \quad (44)$$

де t_{cp} – середня температура ізоляції, °С

- $t_{cp}=57$ °С для подавального трубопроводу;
- $t_{cp}=50$ °С для зворотного трубопроводу.

Подавальний трубопровід: $\lambda_{із} = 1,163 \cdot 1,2 \cdot (0,046 + 0,00016 \cdot 57) = 0,077$;

Зворотний трубопровід: $\lambda_{із} = 1,163 \cdot 1,2 \cdot (0,046 + 0,00016 \cdot 50) = 0,075$.

20) Обчислюю товщину основного ізоляційного шару, мм:

$$\delta_{із} = D_3 \cdot \frac{e^{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{із} \cdot R_{із}} - 1}{2}, \quad (45)$$

Товщина ізоляції подавального трубопроводу:

$$\delta_{із} = 159 \cdot \frac{e^{2 \cdot 3,14 \cdot 0,583 \cdot 0,077} - 1}{2} = 25,9 \text{ мм};$$

Приймаю товщину ізоляції 30 мм.

Товщина ізоляції зворотного трубопроводу:

$$\delta_{із} = 159 \cdot \frac{e^{2 \cdot 3,14 \cdot 0,20 \cdot 0,075} - 1}{2} = 7,9 \text{ мм};$$

Приймаю товщину ізоляції 12 мм.

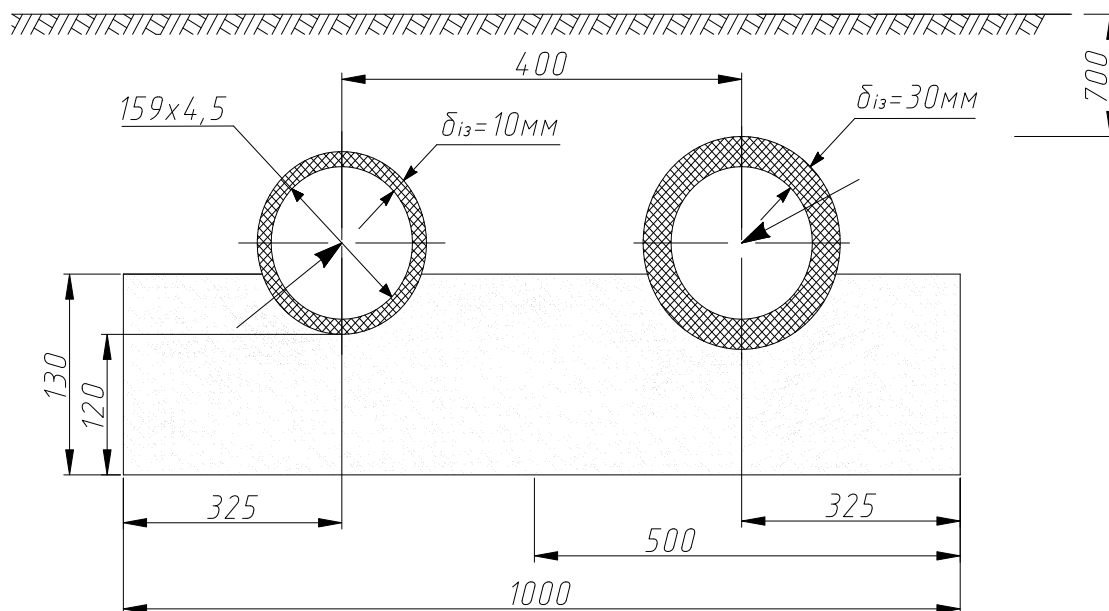


Рисунок 16 - Мінімальні розміри траншеї

					601 НТ-20336-МР		Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			99

2.19 Вибір будівельних конструкцій теплової мережі

До будівельних конструкцій теплової мережі відносяться П-подібні компенсатори, нерухомі опори.

2.19.1 Розрахунок П-подібних компенсаторів.

Розрахунок П-подібного компенсатора згідно [6] полягає у визначенні його спинки В, м та вильоту Н, м.

Повне теплове видовження ділянки станове, мм:

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot (\tau - t_{3,0}) \quad (46)$$

де α - коефіцієнт лінійного розширення, що станове $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}$;

l – довжина ділянки (відстань між нерухомими опорами), м;

τ - розрахункова температура теплоносія, $^\circ\text{C}$;

$t_{3,0}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$.

Розрахункове видовження ділянки обчислюю по формулі, мм:

$$\Delta l = \varepsilon \cdot \Delta l \quad (47)$$

де ε - коефіцієнт попереднього розтягування компенсатора, що залежить від розрахункової температури теплоносія τ ($\varepsilon=0,5$ при τ до $250 \text{ } ^\circ\text{C}$).

					601 НТ-20336-МР	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

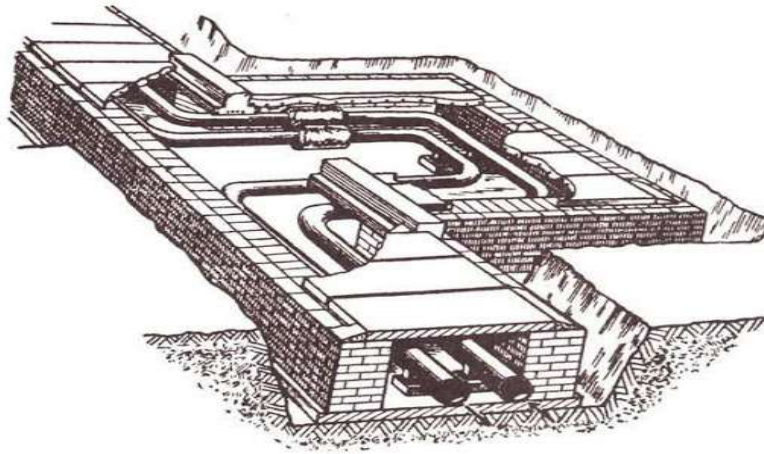


Рисунок 17 – П-подібний компенсатор.

Ділянка 2-3: $D_3=159$ мм, відстань між нерухомими опорами 75м:

$$\Delta l = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 75000 \cdot (130 - (-22)) = 127,8 \text{ мм}; \quad (46)$$

$$\Delta l = 0,5 \cdot 127,8 = 63,9 \text{ мм.}$$

За номограмою [6] $B=3,6$ м; $H=1,4$ м.

Ділянка 53-54: $D_3=159$ мм, відстань між нерухомими опорами 76м:

$$\Delta l = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 76000 \cdot (130 - (-22)) = 129,5 \text{ мм};$$

$$\Delta l = 0,5 \cdot 129,5 = 64,75 \text{ мм.}$$

За номограмою [6] $B=3,8$; $H=1,6$ м.

Ділянка 2-21: $D_3=108$ мм, відстань між нерухомими опорами 75м:

$$\Delta l = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 75000 \cdot (130 - (-22)) = 127,8 \text{ мм};$$

$$\Delta l = 0,5 \cdot 127,8 = 63,9 \text{ мм.}$$

За номограмою [6] $B=3,6$ м; $H=1,4$ м.;

Компенсація температурних видовжень даної теплової мережі також здійснюється за допомогою кутів повороту траси.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601 НТ-20336-МР

Адк.

101

2.19.2 Розрахунок ділянки самокомпенсації

Компенсація температурних видовжень даної теплової мережі також здійснюється за допомогою кутів повороту траси [7].

Розраховую ділянку самокомпенсації 1-2.

Дані для розрахунку самокомпенсації:

- зовнішній діаметр D , мм – 159;
- товщина стінки труби S , мм – 5;
- довжина більшого плеча l_6 , м – 35;
- довжина меншого плеча l_m , м – 30;
- максимальна температура теплоносія, °С – 130;
- розрахункова температура зовнішнього повітря, °С – -22.

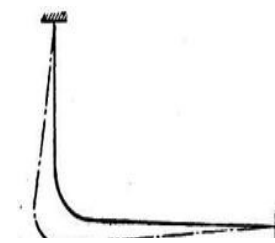


Рисунок – 18

Ділянка самокомпенсації

Розраховуємо співвідношення плечей:

$$n = \frac{l_6}{l_m}, \quad (49)$$

$$n = \frac{l_6}{l_m} = \frac{35}{30} = 1,16$$

Наступним етапом визначаємо розрахункову різницю температур:

$$\Delta t = (130 - (-22)) = 152 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Розраховуємо розрахунковий кут:

$$\beta = 90^\circ - 90^\circ = 0^\circ$$

По номограмі [6] визначаємо допоміжні коефіцієнти при $n=1,16$ і $\beta=0^\circ$.

$A=12$, $B=6$, $C=3,2$.

Визначаємо значення допоміжних величин для $D_n=159$ мм і $S=5$ мм:

$$\frac{\alpha E l}{10^7} = 1,56 \text{ кгс} \cdot \text{м}^2 / ^\circ\text{C};$$

$$\frac{\alpha E D_n}{10^7} = 0,0382 \text{ кгс} \cdot \text{м} / \text{мм}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

Повздовжня вигинаюча компенсаційна напруга в закладенні меншого плеча:

$$\sigma_{\alpha} = C_b \frac{\alpha E D_n \Delta t}{10^7 \cdot l_m}, \quad (50)$$

$$\sigma_{\alpha} = C_b \frac{\alpha E D_n \Delta t}{10^7 \cdot l_m} = 3,2 \cdot 0,0382 \cdot \frac{152}{10} = 1,85 \text{ кгс/мм}^2$$

Отримане значення σ_{α} не перевищує задану межу 8 кг/мм², відповідно розмір плечей достатній.

Сила пружної деформації в закладенні меншого плеча складає:

$$\rho_x = A \frac{\alpha E l \Delta t}{10^7 \cdot l_m^2}, \text{ кг/с} \quad (51)$$

$$\rho_y = B \frac{\alpha E l \Delta t}{10^7 \cdot l_m^2}, \text{ кг/с} \quad (52)$$

$$\rho_x = A \frac{\alpha E l \Delta t}{10^7 \cdot l_m^2} = 12 \cdot 1,56 \frac{152}{10^2} = 28,46, \text{ кг/с}$$

$$\rho_y = B \frac{\alpha E l \Delta t}{10^7 \cdot l_m^2} = 6 \cdot 1,56 \frac{152}{10^2} = 14,22, \text{ кг/с}$$

При відкритій засувці:

$$F_l = F_{no} + F_{пк},$$

де, $F_{no} = f_{тр} \cdot q \cdot g \cdot L$ – реакція сил тертя рухомих опор;

$f_{тр} = 0,3$ – коефіцієнт тертя для не рухомих опор;

q – вага (разом з ізоляцією);

$$q^{48-49} = 18,11 + 5 = 23,11 \text{ кг}$$

$$q^{49-50} = 6,58 + 5 = 11,58 \text{ кг}$$

L – довжина між нерухомими опорами (з 2.8.4);

$$L^{48-49} = 3,2 \text{ м};$$

$$L^{49-50} = 3,4 \text{ м};$$

$$g = 9,81.$$

$$F_{no}^{48-49} = 0,3 \cdot 23,11 \cdot 9,81 \cdot 3,2 = 217,64 \text{ Н}$$

$$F_{no}^{49-50} = 0,3 \cdot 11,58 \cdot 9,81 \cdot 3,4 = 115,87 \text{ Н}$$

$F_{пк}$ – реакція сил тертя П-подібного компенсатора.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сила лобових нерухомих опор:

$$F_{л} = F_{но}^{48-49} + F_{нк}^{47-48} = 217,64 + 2200 = 2417,64 \text{ Н}$$

$$F_{л} = F_{но}^{49-50} + F_{нк}^{48-49} = 115,87 + 1300 = 1415,87 \text{ Н}$$

Результативне усилення нерухомих опор:

$$F = F_{л}^{48-49} - 0,7 \cdot F_{л}^{49-50} = 2517,64 - 0,7 \cdot 1415,87 = 1526,53 \text{ Н}$$

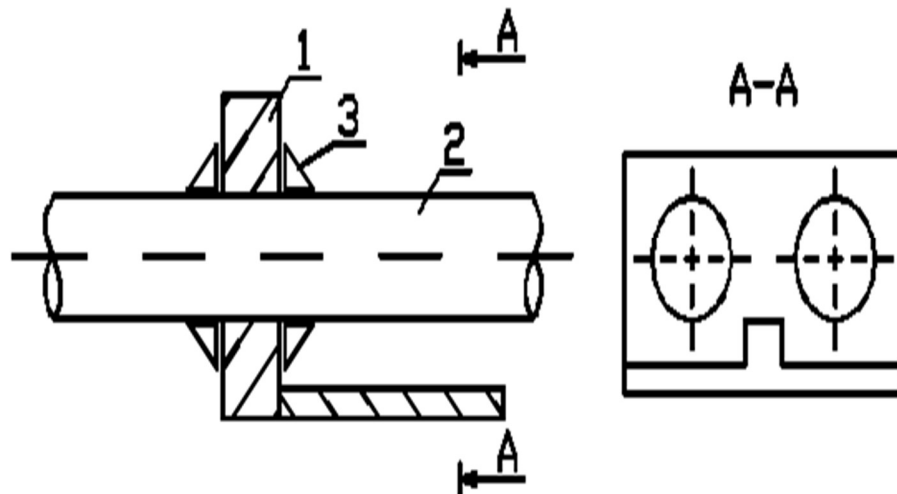


Рисунок 19 – Нерухома опора в непрохідному каналі.

- 4) Залізобетонна конструкція;
- 5) Трубопровід;
- 6) Косинки, які приварюють до закладних елементів в залізобетоні.

2.20 Підбір теплофікаційного обладнання ЦТП

До допоміжного обладнання в даному проекті відносяться: мережні насоси, призначені для створення циркуляції в тепловій мережі; живильні насоси – для компенсування втрат води в мережі; основні і пікові водопідігрівачі для систем ГВП; грязьовики – для захисту систем опалення від забруднення; лічильники – для обліку спожитого тепла; запірні арматура і прилади контролю; автоматичні регулятори тощо.

2.20.1 Підбір грязьовиків

Грязьовики встановлюють по два на кожному опалювальному ввіді: на подавальній магістралі – для захисту системи опалення, на зворотній магістралі – для захисту системи теплопостачання. Принцип дії грязьовика полягає у різкому зниженні швидкості руху води, внаслідок чого сторонні частинки та домішки, які містяться у воді під дією гравітаційних сил осідають на дно [21].

В даному проекті до встановлення приймаю грязьовики типу ТС-567 [36].

Вибір грязьовиків залежить від діаметру ділянки, на якій він встановлюється.

Переваги грязьовиків ТС-567:

- низький гідравлічний опір;
- висока міцність без застосування додаткового каркаса;
- рівна і гладка зовнішня поверхня не дозволяє застрягати забрудненням і утворювати вогнища обростання, забруднення, які накопились поступово сповзають з неї і осідають в нижній шламовій камері корпусу грязьовика.

					601 НТ-20336-МР	Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9.1 Основні розміри грязьовиків конструкції ТС-567, мм

Чертеж	Ду, мм	Ру, Мпа	Дп, мм	Н, мм	Л, мм	Производительность, т/ч	Масса, кг
ТС - 567.00.000	200	2,5	426	1 071	720	158	310
ТС - 567.00.000 - 01	250		530	1 309	840	245	502
ТС - 567.00.000 - 02	300		630	1 437	980	356	730
ТС - 567.00.000 - 03	200	1,6	426	1 055	720	158	260
ТС - 567.00.000 - 04	250		530	1 291	840	245	421
ТС - 567.00.000 - 05	300		630	1 416	980	356	656

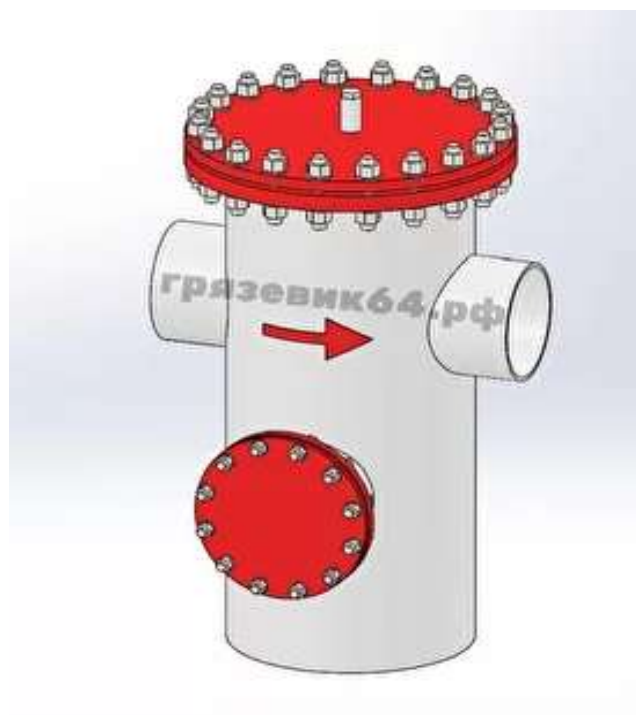


Рисунок 20 - Грязьовик конструкції ТС-567

2.20.2 Підбір лічильника тепла

До встановлення вибираю тепловий лічильник Arator Powogaz LQM-III ELF (Польща).

Теплолічильник LQM-III ELF призначений для вимірювання спожитої теплової енергії в системах теплопостачання з тепловою потужністю від 100 Вт до 100 МВт, де теплоносієм є вода.

До складу теплолічильника LQM-III ELF входять:

- теплообчислювач LQM-III ELF,
- витратомір з імпульсним виходом,
- пара датчиків температури типу Pt 500. [29]

Номінальна витрата	q_p	м ³ /год	0,6	1,5	1,5	2,5
Номінальний діаметр	DN	мм	15	15	20	20
Монтажна довжина	L	мм	110	110	130	130
Поріг чутливості		л/год	3	3	3	8
Мінімальна витрата	q_i	л/год	0,006 / 0,012	0,015 / 0,03	0,015 / 0,03	0,025 / 0,05
Максимальна витрата	q_s	м ³ /год	1,2	3	3	5
Робочий тиск	PN	бар	16			
Втрати тиску при q_p	Δp	мбар	250	250	250	250



Рисунок 21 - тепловий лічильник Arator Powogaz LQM-III ELF

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		107

2.20.3 Розрахунок теплообмінників

Витрати теплоти на потреби на потреби гарячого водопостачання:

$$Q = G \cdot c(t_r - t_x), \text{кВт} \quad (54)$$

$$Q = 17,6 \cdot 4,187 \cdot (55 - 5) = 3684,5 \text{ кВт}$$

Витрати гріючого теплоносія (сітьової води) для нагрівання води на потреби гарячого водопостачання:

$$G_T = \frac{Q}{c \cdot \Delta t}, \text{кг/с} \quad (55)$$

$$G_T = \frac{2512,6}{4,187 \cdot (70 - 44)} = 17,6 \text{ кг/с}$$

Витрати сітьової води на ввіді в тепловий пункт:

$$G_d = G_T + \frac{Q}{c(\tau_1 - \tau_2)}, \text{кг/с} \quad (56)$$

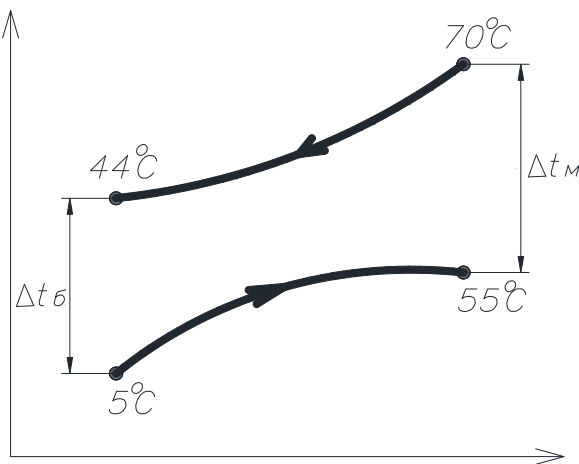
$$G_d = G_T + \frac{Q}{c(\tau_1 - \tau_2)} = 17,6 + \frac{2512,6}{4,187(130 - 70)} = 25,1 \text{ кг/с}$$

Середня логарифмічна різниця температур:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_M}{\ln\left(\frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}\right)}, \text{°C} \quad (57)$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_M}{\ln\left(\frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}\right)} = \frac{39 - 15}{\ln\frac{39}{15}} = 25,2 \text{ °C}$$

$$\tau_{осн} = \tau'_{2\omega\Pi} + \frac{Q_{осн}}{C \cdot G_p}, \text{°C} \quad (58)$$



Попередньо прийнявши швидкість води в трубках $\omega_T = 1$ м/с, знаходимо потрібну площу перерізу трубок:

$$f_T = \frac{G}{\omega_T \times \rho}, \text{ м}^2 \quad (59)$$

$$f_T = \frac{G}{\omega_T \times \rho} = \frac{17,6}{1 \times 1000} = 0,0176 \text{ м}^2,$$

де $\rho = 1000$ кг/м³ – густина води.

Підбираю підігрівник, в якого площа перерізу трубок була б найближчою до розрахункової. Конструктивні характеристики обраного апарата (№=14) з довжиною трубок 4м; площа поверхні теплообміну однієї секції $f_0 = 20,3$ м²; площа перерізу трубок $f_T = 0,01679$ м²; площа перерізу міжтрубного простору $f_M = 0,03077$ м²; еквівалентний діаметр міжтрубного простору $d_e = 0,0196$ м; діаметр трубок (внутрішній/зовнішній) 14/16 мм.

Дійсна швидкість води:

в трубках:

$$\omega_T = \frac{G}{f_T \times \rho}, \text{ м/с} \quad (60)$$

$$\omega_T = \frac{G}{f_T \times \rho} = \frac{17,6}{0,01679 \cdot 1000} = 1,04 \text{ м/с}$$

в міжтрубному просторі:

$$\omega_M = \frac{G}{f_M \times \rho}, \text{ м/с} \quad (61)$$

$$\omega_M = \frac{G}{f_M \times \rho} = \frac{25,1}{0,03077 \cdot 1000} = 0,81 \text{ м/с}$$

За відомими значеннями швидкостей і температур води визначають коефіцієнти теплообміну між гріючим теплоносієм і поверхнею трубок (α_1):

$$\alpha_1 = \frac{(1630 + 2 \cdot \bar{T} - 0,44 \cdot (\bar{T})^2) \cdot \omega_M^{0,2}}{d_e^{0,2}}, \text{ Вт/м}^2\text{К} \quad (62)$$

$$\alpha_1 = \frac{(1630 + 21 \cdot \bar{T} - 0,44 \cdot (\bar{T})^2) \cdot \omega_M^{0,2}}{d_e^{0,2}} = \frac{(1630 + 21 \cdot \frac{70+44}{2} - 0,44 \cdot (57)^2) \cdot 1,04^{0,8}}{0,219^{0,2}} = 3757 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

Коефіцієнт теплообміну між стінками трубок і водою, що нагрівається:

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\alpha_2 = \frac{(1630 + 21 \cdot \frac{70+4}{2} - 0,044 \cdot (57)^2) \cdot 1,04^{0,8}}{0,219^{0,2}} = 2575,6 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

Коефіцієнт теплопередачі:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (63)$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{3757,7} + \frac{1}{2575,6}} = 2000 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

Площа поверхні теплообміну водопідігрівної установки:

$$F = \frac{Q_{\text{осн}}}{K \cdot \Delta t_{\text{ср}}^{\text{лог}}}, \quad (64)$$

$$F = \frac{Q_{\text{осн}}}{K \cdot \Delta t_{\text{ср}}^{\text{лог}}} = \frac{2512,6 \cdot 1000}{2000 \cdot 25,2} = 49,2 \text{ м}^2$$

Визначаємо кількість теплообмінників:

$$n = \frac{49,2}{20,2} \cong 2$$

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		110

2.20.4 Підбір циркуляційних (мережних) та підживлюючих насосів

Вибір насосів здійснюється по витраті води (подачі) та по тиску, який повинен розвивати насос (напір).

Подача мережних насосів дорівнює розрахунковій витраті теплоносія на виході із джерела тепла (котельні) $G_{0-1}=48,9$ кг/с.

Тиск мережних насосів визначають по формулі:

$$p_{м.н} = \Delta p_k + \Delta p_{под} + \Delta p_{аб} + \Delta p_{зв} \quad (65)$$

де Δp_k - втрати тиску в котельні, приймаються 5-10м вод.ст.;

$\Delta p_{под}$ - втрати тиску в подавальному трубопроводі теплової мережі (з гідравлічного розрахунку);

$\Delta p_{аб}$ - втрати тиску у абонента, при підключенні теплообмінника по двоступеневій схемі приймається $\Delta p_{аб} = 25$ м вод. ст.; $\Delta p_{зв}$ - втрати тиску у зворотному трубопроводі теплової мережі ($\Delta p_{зв} = \Delta p_{под}$).

$$\Delta p_k = 2,7 + 2 + 15 + 2,7 + 4 = 26,4 \text{ м.}$$

До установки приймаю два мережних насоси, один з яких резервний типу Wilo-TOP-S 50/4 DM, що має наступні технічні характеристики [35]:

- подача: 176 м³/год;
- напір: 29 м;
- номінальна потужність двигуна: 180 Вт;
- частота обертів: 1700-2600об/хв.

					601 НТ-20336-МР	Арк.
						111
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 22 – Насос мережевий Wilo-TOPI-S 50/4 DM

Розрахункова витрата води для живлення закритої теплової мережі, м³/год, приймається рівною 0,5% об'єму води в системі тепlopостачання:

$$G_{\text{жив}} = \frac{0.5 \cdot V}{100} \quad (66)$$

де V – об'єм води в системі тепlopостачання, м³. Орієнтовно приймається 45-50 м³ на 1Гкал/год сумарної розрахункової годинної витрати тепла.

$$G_{\text{жив}} = \frac{0.5 \cdot 401,2}{100} = 2 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Напір живильних насосів визначається при побудові графіку тисків, як відстань від джерела тепла до лінії холодної статики, приймаю $p_{\text{жив}} = 30\text{м вод. ст.}$

До установки приймаю два живильних насоси, один з яких резервний типу NM 20/160BE, що має наступні технічні характеристики [30]:

- подача: 2 м³/год;
- напір: 30 м;
- потужність: 37Вт;
- кількість обертів: 2850об/хв.

					<i>601 NT-20336-MP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		112

Підходить для перекачування чистої води і неагресивних рідин з невеликим вмістом зважених найменших частинок.



Рисунок 23 – Насос живильний NM 20/160BE

					601 НТ-20336-МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		113

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
				Документація		
A4			14.КП.5.05060103.000. ПЗ	Пояснювальна записка	1	
A1			14.КП.5.05060103.000. ГЧ	Схема траси житлового мікрорайону	1	
A1				Схема 2-х трубної теплової мережі	1	
A1				План забудови мікрорайону. Функціональна схема індивідуального теплового пункту. Специфікація теплового пункту. Прокладка попередньо ізольованих трубопроводів. Схема мережного насосу Wilo-Top-SD 65/10.	1	
A1				Розташування основного обладнання індивідуального теплового пункту.	1	
A1				Графік тиску в закритій тепловій мережі.	1	
				<u>Обладнання</u>		
		1		Труби $D_3 s, \text{мм}$:		
			ГОСТ 34-204-88-002-98	$D_3=273/5$	10	
			ГОСТ 34-204-88-002-98	$D_3=219/5$	274	
			ГОСТ 34-204-88-002-98	$D_3=159/5$	672	
			ГОСТ 34-204-88-002-98	$D_3=108/3,5$	630	
			ГОСТ 34-204-88-002-98	$D_3=89/3$	100	
			ГОСТ 34-204-88-002-98	$D_3=76/3$	128	
			ГОСТ 34-204-88-002-98	$D_3=57/3$	242	
			ГОСТ 34-204-88-002-98	$D_3=189$	8	
		2		Засувки:		
			ГОСТ24856-81	$D_3=273/5$	2	
			ГОСТ24856-81	$D_3=219/5$	8	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601 НТ-20336-МР

Арк.

114

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
			ГОСТ24856-81	$D_3=159/5$	14	
			ГОСТ24856-81	$D_3=133/4$	8	
			ГОСТ24856-81	$D_3=108/3,5$	18	
			ГОСТ24856-81	$D_3=89/3$	4	
			ГОСТ24856-81	$D_3=57/3$	8	
		3		Коліно:		
			ГОСТ 34-204-88-002-98	273/5	2	
		4		Нерухома опора:		
				108/3,5	2	
				159/5	4	
		5		П-подібні компенсатори:		
			ГОСТ 34-204-88-002-98	108/3,5	2	
			ГОСТ 34-204-88-002-98	159/5	4	
		6	Wilo-TOP-S 50/4 DM	Мережний насос	1	
		7	NM 20/160BE	Живильний насос	1	
		8	Apator Powogaz LQM-III ELF	Лічильники:	21	

3. Енергозбереження

3.1 Загальні положення по енергозбереженню

Головними тенденціями на ринках теплової енергії країн світу є подальша централізація системи тепlopостачання, підвищення рівня енергоефективності при виробленні, транспортуванні і, особливо, при використанні теплової енергії, а також широке впровадження технологій не традиційних та відновних джерел енергії.

Економічно не обгрунтоване запровадження індивідуальних систем опалення завдало суттєвого збитку централізованим системам теплового постачання.

До переваг централізованого тепlopостачання можна виділити новітні технології та матеріали, які використовують у спорудженні тепломереж, що дає можливість знизити тепловтрати. Ефективність системи тепlopостачання та зниження шкідливих викидів у довкілля, за рахунок споживання альтернативних джерел енергії теж є основною перевагою. Також, можна виділити, збільшення енергоефективності системи при використанні новітніх технологій комбінованого виробітку теплоти.

У зв'язку з підняттям ціни на енергоресурси, збільшилась кількість проектів енергозаощадження, що в свою чергу сприяє збільшенню ефективності централізованих систем.

Велика популяція на системи індивідуального опалення. Їх можна встановлювати тільки з дозволу місцевої адміністрації. Індивідуальні системи опалення повинні відповідати положенням про теплову енергетику на місцях. Власник бере на себе затрати, щодо від'єднання системи від тепlopостачання. Так, у Чехії 61% багатоповерхових будинків виробляється централізовано.

Перехід жителів на індивідуальне опалення має й негативний наслідок, тому у Польщі ефективно борються з цим та вимагають технічне обгрунтування

					601 НТ-20336-МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		116

можливості від'єднання квартири від централізованого опалення, а також дозволу сусідніх квартир, бо для них виростає тариф на опалення.

У зв'язку з тим, що в світі все сильніший акцент приділяється питанням скорочення споживання традиційних паливно-енергетичних ресурсів та зменшенню небезпечних викидів, централізоване теплове постачання дає змогу розв'язати данні питання шляхом когенерації та впровадженням альтернативних джерел енергії в більших масштабах, чим це потрібно при автономному тепловому постачанні.

Когенерація опановується країнами ЄС як один з найбільш значущих заходів ощадно-екологічної політики в рамках реалізації Кіотського протоколу. Рада міністрів ЄС обрала рішення про підсилення обсягу виготовлення енергії за рахунок когенерації з 9% в 1994 році до 18% в 2009 році, а уряд США постановив подвоїти виготовлення енергії за допомогою когенерації з 6% до 12% загального виготовлення енергії до 2020 року. Це дасть компетенцію зменшити викиди CO₂ орієнтовно на 150 млн. тонн щорічно.

Експерти прогнозують, зниження малих індивідуальних котелень, хоча, їх використання було б суттєвим в зонах теплопостачання, які не підпадають з фінансових тлумачень. Як приклад, коли витрати на спорудження перевищують витрати на спорудження дахових котелень або чималій відстані від джерела централізованого теплового забезпечення.

3.2 Заходи по енергозбереженню в системах теплопостачання

При проектуванні потрібно збільшити заходи відносно знення питомих витрат енергії на опалення, освітлення та вентиляцію.

Дія заходів має бути планована і на те, щоб виробити економічно-технічні обгрунтовані та експериментально підтверджені нормативи, приймання яких

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	117
мн.	рк.	докум.	пис	Дата		

призначувалося б не тільки на всіх стадіях інвестиційного процесу, але і при подальшій експлуатації.

Слід використовувати екологічно чисте обладнання, щоб знизити екологічне навантаження на довкілля. Цим самим, можна зменшити шкідливі викиди в навколишнє середовище.

В даний час існує цілий ряд виробництв, які санкціонують значно знизити розхід енергоресурсів для теплопостачання промислових підприємств та житлових будинків. Вживаючи енергозберігаючі технології в системах споживання тепла дають той самий ефект незалежно від того, централізована або автономна система теплопостачання (суперечка про доцільність застосування цих систем за останній час розгорається все з більшою силою). Я можу стверджувати він без підставний, якщо в кожному випадку присутній кваліфікований незаангажований техніко-економічний розрахунок.

Аналіз структури втрат при споживанні тепла в житлових будинках (рис. 11) дає змогу мені розробити і запропонувати основні шляхи вирішення проблеми енергозбереження на етапі споживання:



Рисунок 24 – Структура споживання тепла на опалення і вентиляцію



Рисунок 25 – Структура споживання тепла на гаряче водопостачання

Застосування горизонтальної по квартирній розводки системи опалення з індивідуальним управлінням та обрахунком споживаної теплової енергії для нового будівництва та установки лічильників тепла для наявного житлового фонду;

розробка та впровадження енергоефективної схеми припливно-витяжної вентиляції для будинків з підвищеною герметизацією огорожувальних конструкцій, що покриває комфортність проживання, захист і підтримка будівельних конструкцій від підвищеної вологості;

переключення від потужних центральних теплових пунктів до застосування автоматизованих індивідуальних теплових пунктів (ІТП) в кожній будівлі з кількісно-якісними напрямленням споживання тепла в залежності від температури зовнішнього повітря і підключенням на внутрішньо-будинкові температурні графіки 95-70°C з можливістю вживання металевих труб в системах опалення та гарячого водопостачання;

вживання сучасних будівельних матеріалів і технологій, таких як зведення огорожувальних конструкцій способом незнімної опалубки, підвищення теплоізоляційних властивостей фасадів, налаштування віконних конструкцій підвищеної герметичності, що дозволяють значно зменшити розхід теплоти через огорожувальні конструкції і вікна.

На (рис. 12) показаний ефект від впровадження таких технологій в нове будівництво.

					601 НТ-20336-МР	Арк.
						119
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

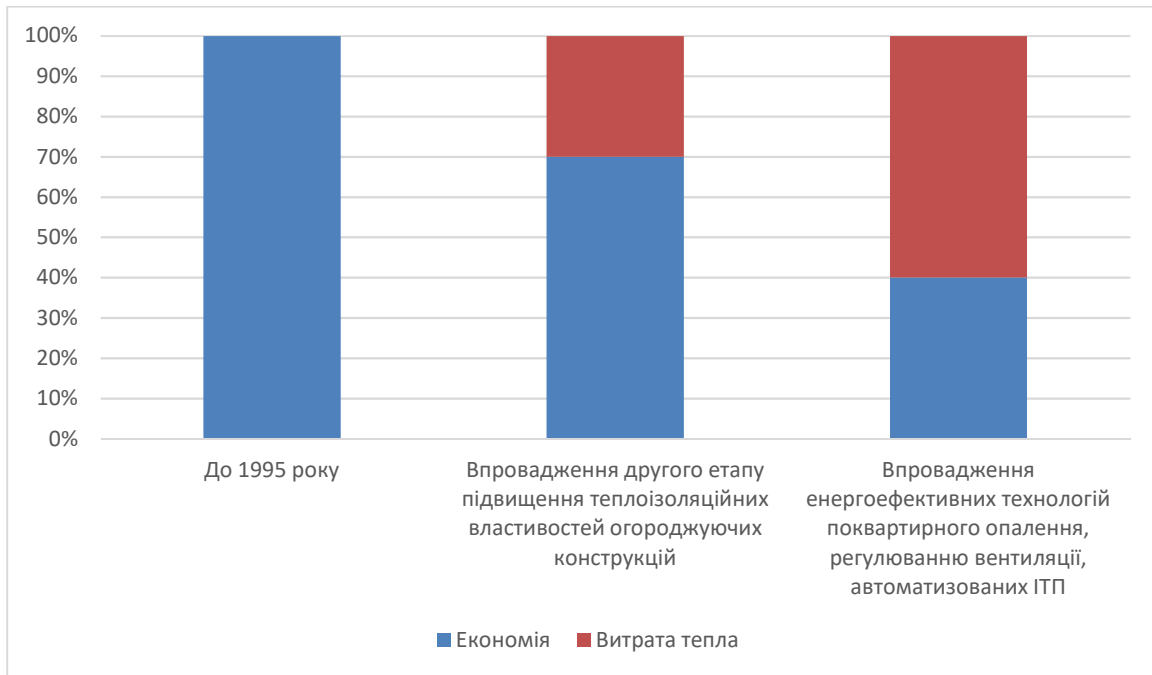


Рисунок 26 – Ефект від впровадження зберігаючих технологій в нових будівництвах

В нормативній документації записані технології, щодо збільшення теплоізоляційних ознак огорожувальних конструкцій, які обов'язкові до використання. Існують ще технології, але ті залишились на міркування будівельників та проектувальників.



Рисунок 27 – Структура втрат тепла при виробництві, транспортуванні та споживанні

Аналіз структури втрат тепла при виробництві, транспортуванні та використанні (рис. 27) допускає назначити для реалізації основні шляхи підвищення енергійної ефективності у цій сфері:

наблизити джерела тепла, які працюють на газі, до споживача з метою пониження витрат тепла при транспортуванні шляхом влаштування прибудованих, вбудованих, дахових автоматизованих котелень;

якщо підключити систему теплового постачання на новітній етап розумних систем, необхідно включити системи обліку виробництва, диспетчеризації, управління та споживання теплоенергії;

вжити натомість існуючого якісного методу регулювання з температурним графіком 150-70°C кількісний метод відпуску тепла з частотно-регульованим електроприводом циркуляційних насосів з постійною температурою теплоносія 125-60°C в опалювальний період і 75°C в літній, що дозволяє зменшити корозійний знос теплових мереж та перейти на зворотному трубопроводі на споживання пластикових матеріалів;

за наявності обґрунтування економічного ефекту застосувати для цілей тепло-електропостачання промислових підприємств і житлових районів від міні-ТЕЦ на базі іноваційних газопоршневих або газотурбінних установок, влаштування електричних надбудов існуючих котелень з використанням паротурбінних або газотурбінних агрегатів.

Модернізація систем централізованого теплопостачання, як відзначають багато експлуатуючих організацій, має відбуватися саме таким шляхом і головним чином створенням умов для нерозривності всього ланцюга від виробітку тепла до споживача.

Таким шляхом пішли теплопостачальні організації в країнах Східної Європи та добилися реального зменшення витрат на опалення, збільшивши комерційну привабливість квартир побудованих в 1960-70-х роках.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
						121
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 ОСНОВНІ ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

3.3.1 Заходи з енергозбереження у сфері теплопостачання



Рисунок 28

Основні заходи з енергозбереження на етапі споживання:

- утеплення огорожувальних конструкцій;
- утеплення конструкцій, які відкриваються (вікна, кватирки, двері, балкони);
- встановлення індивідуальних (модульних) теплових пунктів з регулюванням кількості теплоносія, який подається;
- встановлення квартирних теплових лічильників;
- встановлення термостатичного вентиля на радіаторі. [1]

					601 НТ-20336-МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		122

3.3.2 Економія енергія в системі опалення

Основні способи економії енергії:

Автоматичне регулювання температури теплоносія в системі опалення.

Ефект економії виникає в перехідні періоди, коли температура зовнішнього повітря протягом дня підвищується на 5-7 градусів і більше і потреба будинку у теплі падає. Автоматичне регулювання дозволяє підтримувати оптимальну температуру в квартирах, виходячи з температури зовнішнього повітря, скорочуючи витрату теплоносія з тепломережі. Автоматичне регулювання витрати теплоносія, за даними фахівців, дозволяє економити до 30% тепла в перехідний період.

Скорочення тепловтрат огороджувальних конструкцій.

Якщо розглянути тепловий баланс житла, стане ясно, що велика частина теплової енергії опалювальної системи йде на те, щоб перекрити втрати тепла.

Вони в житлі з центральним опаленням та гарячим водопостачанням виглядають так:

- Втрати через не утеплені вікна і двері 40%
- Втрати через шибки 15%
- Втрати через стіни 15%
- Втрати через стелі й підлоги 7%
- Втрати при користуванні гарячою водою 23%

Утеплення зовнішніх стін будівель - найбільш популярний захід, що дозволяє підвищити температуру і нормалізувати вологість повітря в приміщеннях, знизити матеріальні витрати на їх обігрів. Найбільше в теплоізоляції потребують панельні будинки, які взимку страждають від промерзання стін і вогкості, а влітку від протікання і перегріву. Ці проблеми вирішує утеплення фасадів багатоквартирних будинків.

Пріоритетний метод утеплення багатоквартирних будівель - зовнішня теплоізоляція. Вона покращує мікроклімат в квартирах, захищає зовнішні стіни

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		123

будівлі від підвищеної вологості, дощів, вітру і ультрафіолету, запобігає їх деформації через стрибків температури вуличного повітря і збільшує термін експлуатації.

Для панельних багатоквартирних будинків зовнішня теплоізоляція вирішує проблему, зміцнення і герметизації стиків фасадних панелей, запобігаючи появи щілин в цих місцях. Для підвищення енергоефективності будівлі, крім теплоізоляції його стін, проводять заміну старих віконних і балконних блоків на герметичні профілі з сучасними склопакетами.

В комплекс енергозберігаючих рішень також входять наступні заходи:

- Заміна покриття даху та утеплення горищного приміщення;
- Ізоляція стелі підвалу;
- Ізоляція трубопроводів опалення в підвалах будинків
- Заміна вікон і балконних дверей;
- Скління балконів і лоджій.
- Оновлення вхідних дверей, під'їзду та сходових прольотів.
- Застосування вікон з відведенням повітря з приміщення через міжскляний простір.
- Установка провітрювачів і застосування мікровентиляції;
- Встановлення додаткових тамбурів при вхідних дверях під'їздів і в квартирах;

Великі проблеми з перевитратою теплової енергії часто виникають через несанкціоноване втручання в роботу системи при ремонті квартир. Слід розуміти, що система опалення - це саме система, і її елементи повинні бути погоджені між собою. У наших умовах найчастіше ті самі опалювальні прилади, арматура купуються самими мешканцями, які при виборі керуються лише зовнішнім виглядом, абсолютно не беручи до уваги найважливіші технічні характеристики приладів. Так, наприклад, у звичайного кульового крана гідравлічний опір на порядки нижче, ніж у термостата.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
						124
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При несанкціонованій заміні термостата на кульовий кран може виникнути ситуація, коли більша частина теплоносія протікає через один опалювальний прилад («по шляху найменшого опору»), а в інші прилади затікає незначна кількість. У результаті в одній квартирі дуже жарко, в інших же при цьому, навпаки, дуже холодно.

Часто встановлюються прилади, які взагалі не підходять для даних умов. Так, алюмінієві опалювальні прилади призначені для застосування в котеджах, а в багатоповерхових житлових будинках не застосовуються через хімічні властивості теплоносія. [2]



Рисунок 29

3.3.3 Енергозберігаючі матеріали та конструкції

Підвищення теплозахисних властивостей огорожуючих конструкцій будівель є одним із основних напрямків енергозбереження. Ця проблема повинна вирішуватися комплексно - шляхом впровадження сучасних технічних та конструктивних рішень теплозахисту будівель під час будівництва чи ремонту, впровадженням енергозберігаючого децентралізованого тепlopостачання та локального комбінованого виробництва теплової і електричної енергії. Важливим є запуск у виробництво будівельних панелей з вищою теплостійкістю.

В даний час запроєктована теплоізоляційна спроможність панелей, що виробляються на будівельних комбінатах України, складає до $1,40 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$, що в

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	ПідписПід	Дата		125

3-3,5 рази нижче порівняно з подібними західними панелями. Налагодження виробництва та використання нових будівель з вищою теплоізоляцією дає можливість зменшити потреби тепла на 30-40%. Важливим при цьому є випуск утеплюючих матеріалів.

Згідно з діючими в Україні нормами, у теплий період року температура в приміщенні не повинна підніматися вище 20-25 °С при відносній вологості 60-30% та швидкості руху повітря 0,3 м/с; у холодний та перехідний періоди року температура в приміщенні не повинна опускатись нижче 18 °С (нормовані значення - 20-22 °С) при вологості 45-30% та швидкості руху повітря 0,2 м/с.

Тому до утеплюючих матеріалів та конструкцій висуваються такі вимоги:

- низька теплопровідність;
- стійкість до коливань температур при експлуатації;
- однорідність властивостей;
- оптимальна густина;
- низький рівень загорання та вибухобезпечність;
- міцність при транспортуванні та монтажу;
- волого- та водостійкість;
- стійкість до впливу біологічних факторів;
- хімічна стійкість;
- нешкідливість для людини.

Перспективним матеріалом для панелебудування є неавтоклавні ніздрюваті бетони. Ніздрюваті матеріали, де 70-80% об'єму складає повітря, є найбільш ефективними серед відомих типів бетону з точки зору теплоізоляції, а також раціональними у витратах матеріалів на одиницю маси. Серед матеріалів такої структури особливе місце займає неавтоклавний теплоізоляційний пінобетон. Його характеристики:

- легкість отримання заданої міцності на стискання;
- висока тепло- та звукоізоляція;
- низьке водопоглинання;

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		126

- висока морозо- та пожежостійкість;
- екологічна чистота.

Основним компонентом неавтоклавного пінобетону є портландцемент та піноутворювач СДО. Ефективними засипними утеплювачами є кремнезит та кремнепор. Плита товщиною 5 см із пористого бетону рівноцінна за теплоізоляційними властивостями 15 см цегляної стіни чи 30 см бетону.

До теплоізоляційних матеріалів належать пінополістирол, пінополіуретан, скловолокно, мінеральна вата. Так, 25 см пінополістиролу за своїми тепловими властивостями еквівалентні понад 125 см цегляної стіни.

Сама теплоізоляція повинна проводитися як ззовні будинку, так і в середині його.

Відома технологія створення "теплого будинку" за рахунок пінополістирольних блоків. З цих блоків спочатку формується стінова конструкція, що являє собою опалубку. Потім у середину порожніх пінополістирольних блоків заливається бетон. Це дозволяє перетворити будинок у монолітну ґратчасту конструкцію з тепло-ізолюючим прошарком як ззовні, так і зсередини. Зовнішній шар теплоізоляції не дозволяє бетону переохолоджуватися у холодні пори року. Внутрішня ізоляція запобігає непродуктивним витратам теплоти на нагрівання масивних бетонних конструкцій.

Для запобігання втратам тепла через вікна поряд з трьохшаровим склінням зараз широко використовуються склопакети. Віконні системи на основі склопакетів розподіляються на три групи: пластикові, алюмінієві та дерев'яні.

Віконні системи на основі полівінілхлоридних профілів можуть формуватися з використанням теплоізоляційних матеріалів та армуватися металом для посилення несучих властивостей більших поверхонь. Алюмінієві віконні системи для підвищення теплоізоляції вимагають також використання теплоізолюючих матеріалів. Вікна з металевим профілем, враховуючи їх міцність та хімічну стійкість, найкраще використовувати у промислових і адміністративних будинках.

Для підвищення енергозберігаючих властивостей вікон на них доцільно наносити теплозахисний шар Low-E покриття. Такі плівки на основі конструкцій багат шарового полістиролового покриття можуть селективно відбивати тепло та пропускати світло. Вони забезпечують економію електроенергії взимку та влітку, а також і кращу видимість. Плівки відбивають теплові сонячні промені та зменшують нагрівання приміщення до 80%, що зменшує витрати на кондиціонування. Взимку плівка відбиває знову у приміщення до 30% тепла, яке може бути втрачено через вікно.



Рисунок 30

Вчені інституту світлотехніки в м. Кельні прийшли до висновку, що є можливість заощадити до 80% електроенергії, яка витрачається протягом дня для освітлення темних приміщень. З цією метою вони розробили систему світло-відбиваючих плівок та призм із синтетичних матеріалів, які монтуються на вікнах та посиляють відбите світло знову у приміщення.

Заходи щодо енергозбереження в системах опалення, вентиляції й кондиціонування повітря умовно можна поділити на чотири групи:

1. Організація обліку й контролю з використання енергоносіїв;
2. Об'ємно-планувальні, будівельно-конструктивні заходи щодо енергозбереження;
3. Технічні заходи енергозбереження: удосконалювання інженерних систем та їхніх елементів (місцевого й центрального теплопостачання, водопостачання, опалення, гарячого водопостачання (ГВП), вентиляції, кондиціонування);

4. Енергозбереження шляхом утилізації природної теплоти й холоду, використання вторинних енергоресурсів, зменшення теплових втрат. [3]

3.4 Перевірочний розрахунок системи теплопостачання для першого мікрорайону

Таблиця 3.4

№ з/п	Призначення будівлі	Існуючі теплові навантаження, кВт		Розрахункові теплові навантаження, кВт	
		Q_0	$Q_{ГВ}^{max}$	Q_0	$Q_{ГВ}^{max}$
1	2	3	4	5	6
1	Житловий будинок	238	232	174,9	55,4
2	Житловий будинок	118	102	174,9	55,4
3	Житловий будинок	118	102	174,9	55,4
4	Житловий будинок	112	102	174,9	55,4
5	Житловий будинок	165	165	174,9	55,4
6	Житловий будинок	112	165	174,9	55,4
7	Житловий будинок	112	283	174,9	55,4
8	Житловий будинок	169	223	268,5	154,8
9	Житловий будинок	253	226	268,5	154,8
10	Житловий будинок	367	188	268,5	154,8
11	Житловий будинок	295	283	268,5	154,8
12	Житловий будинок	212	283	268,5	154,8
13	Житловий будинок	195	283	268,5	154,8
14	Житловий будинок	193	283	268,5	154,8
15	Житловий будинок	293	188	268,5	154,8
16	Житловий будинок	293	188	268,5	154,8
17	Житловий будинок	193	188	805,4	297,8
18	Житловий будинок	192	172	805,4	297,8
19	Житловий будинок	192	204	805,4	297,8
20	Житловий будинок	192	172	805,4	297,8
21	Житловий будинок	271	172	805,4	297,8
22	Житловий будинок	293	283	805,4	297,8
23	Житловий будинок	271	188	805,4	297,8
24	Житловий будинок	293	226	805,4	297,8

Продовження таблиці 3.4

№ з/п	Призначення будівлі	Існуючі теплові навантаження, кВт		Розрахункові теплові навантаження, кВт	
		Q _o	Q _{ГВ} ^{max}	Q _o	Q _{ГВ} ^{max}
1	2	3	4	5	6
25	Житловий будинок	271	172	805,4	297,8
26	Житловий будинок	293	204	217,1	437,5
27	Житловий будинок	192	204	217,1	437,5
28	Житловий будинок	192	204	217,1	437,5
29	Гуртожиток	308	172	91,6	84,2
30	Гуртожиток	308	172	91,6	84,2
31	Дитячий садок	112	30	152,3	53,5
32	Музична школа	195	-	96,6	-
33	ПТУ	40	30	168,8	31,2
34	Їдальня	222	116	42,2	2,6
	Всього:	7275	5707	12177,5	6029,5



Рисунок 31 – Перевірочний розрахунок систем тепlopостачання

3.5 Перевірочний розрахунок системи тепlopостачання для другого мікрорайону

Таблиця 3.5

№ з/п	Призначення будівлі	Існуючі теплові навантаження, кВт		Розрахункові теплові навантаження, кВт	
		Q _o	Q _{ГВ} ^{max}	Q _o	Q _{ГВ} ^{max}
1	2	3	4	5	6
1	Житловий будинок	237	231	174,9	55,4
2	Житловий будинок	117	101	174,9	55,4
3	Житловий будинок	117	101	174,9	55,4
4	Житловий будинок	111	101	174,9	55,4
5	Житловий будинок	164	164	174,9	55,4
6	Житловий будинок	111	164	268,5	154,8
7	Житловий будинок	111	282	268,5	154,8
8	Житловий будинок	168	222	268,5	154,8
9	Житловий будинок	252	225	268,5	154,8
10	Житловий будинок	366	187	268,5	154,8
11	Житловий будинок	294	282	268,5	154,8
12	Житловий будинок	211	282	268,5	154,8
13	Житловий будинок	194	282	805,4	297,8
14	Житловий будинок	192	282	805,4	297,8
15	Житловий будинок	292	187	805,4	297,8
16	Житловий будинок	292	187	805,4	297,8
17	Житловий будинок	191	187	805,4	297,8
18	Житловий будинок	191	171	1125,3	437,5
19	Житловий будинок	191	203	1125,3	437,5
20	Житловий будинок	191	171	1125,3	437,5
21	Гуртожиток	270	171	91,6	84,2
22	Дитячий садок	292	282	152,3	53,5
23	Музична школа	270	187	96,6	-
Всього:		4825	4652	10497,4	4299,8

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Річна витрата тепла на опалення, вентиляцію та ГВП першого мікрорайону

Річна витрата тепла, ГДж, визначається аналітичним способом:

$$Q_{\text{год}} = Q_o^{\text{год}} + Q_v^{\text{год}} + Q_{\text{г.в}}^{\text{год}} + Q_{\text{техн}}^{\text{год}}, \text{ кВт},$$

де $Q_o^{\text{год}}, Q_v^{\text{год}}, Q_{\text{г.в}}^{\text{год}}, Q_{\text{техн}}^{\text{год}}$ - річні витрати тепла на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання і технічні потреби, ГДж.

Річна витрата тепла на опалення:

$$Q_o^{\text{год}} = Q_o^{\text{сп}} \cdot 3600 n_o, \text{ кВт},$$

де n_o – тривалість опалювального періоду, ч.

Середньо-годинна витрата тепла на опалення за опалювальний період, кВт:

$$Q_o^{\text{сп}} = Q_o \frac{t_v - t_{\text{н.о}}^{\text{сп.ов}}}{t_v - t_{\text{н.о}}}, \text{ кВт},$$

де $Q_o^{\text{год}}$ - розрахункова годинна витрата тепла на опалення, кВт;

$t_{\text{н.о}}^{\text{сп.ов}}$ - середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря, °С.

Річні витрати тепла на вентиляцію, кВт:

$$Q_v^{\text{год}} = Q_v z_v \frac{3600 n_v}{24} + Q_v^{\text{сп}} z_v \frac{3600 (n_o - n_v)}{24}, \text{ кВт},$$

де Q_v – розрахункова годинна витрата тепла на вентиляцію, кВт;

n_v – число годин стояння температури зовнішнього повітря нижче $t_{\text{н.в}}$;

z_v – число годин роботи вентиляції протягом доби.

Середньо годинна витрата тепла на вентиляцію в період стояння температур зовнішнього повітря від +8°С до $t_{\text{н.в}}$:

$$Q_v^{\text{сп}} = Q_v \frac{t_v - t_{\text{н}}^{\text{сп.в}}}{t_v - t_{\text{н.в}}}, \text{ кВт},$$

де $t_{\text{н}}^{\text{сп.в}}$ - середня температура зовнішнього повітря в період стояння температур від +8°С до $t_{\text{н.в}}$.

Річні витрати тепла на гаряче водопостачання, кВт, визначають за формулою:

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
						132
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{z.g}^{zod} = Q_{z.g}^{cp} \cdot 3600n_o + Q_{z.g}^{cp.l} \cdot 3600(8760 - n_o), \text{ кВт},$$

де $Q_{z.g}^{cp}, Q_{z.g}^{cp.l}$ - середньо годинна витрата тепла відповідно за опалювальний та літній періоди, кВт.

Розраховуємо річну витрату тепла на опалення:

Для житлових будинків:

$$Q_o^{zod} = Q_o^{cp} \cdot 3600n_o = 5,47 \cdot 3600 \cdot 4536 = 89322912, \text{ кВт}$$

$$Q_o^{cp} = Q_o \frac{t_g - t_{n.o}^{cp.on}}{t_g - t_{n.o}} = 11,53 \frac{18 - (-1)}{18 - (-22)} = 11,53 \cdot 0,47 = 5,47, \text{ кВт}$$

Розраховуємо річну витрату тепла на вентиляцію:

Для дитячого саду на 140 дітей:

$$Q_g^{zod} = Q_g z_g \frac{3600n_g}{24} + Q_g^{cp} z_g \frac{3600(n_o - n_g)}{24} = 0,022 \cdot 8 \frac{3600 \cdot 627,4}{24} + 0,015 \cdot 8 \frac{3600(4536 - 627,4)}{24} = 86918,1, \text{ кВт}$$

$$Q_g^{cp} = Q_g \frac{t_g - t_n^{cp.l}}{t_g - t_{n.g}} = 0,022 \frac{20 - (-1)}{20 - (-9)} = 0,015, \text{ кВт}$$

Розраховуємо річну витрату тепла на гаряче водопостачання:

Для житлових будинків (1-28):

$$Q_{z.g}^{zod} = Q_{z.g}^{cp} \cdot 3600n_o + Q_{z.g}^{cp.l} \cdot 3600(8760 - n_o) = 2,41 \cdot 3600 \cdot 4536 + 1,54 \cdot 3600(8760 - 4536) = 62772192, \text{ кВт}$$

Для зручності розрахунку визначаємо сумарну річну витрату на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання:

Опалення:

$$Q_o = 89322912 + 653184 + 653184 + 1143072 + 277603,2 + 114307,2 = 92164262,4, \text{ кВт}$$

Вентиляція:

$$Q_g = 86918,1 + 46557 + 161444,1 + 589492,8 = 884412, \text{ кВт}$$

Гаряче водопостачання:

$$Q_{z.g} = 62772192 + 4437504 + 1424736 + 794016 + 63072 = 69491520, \text{ кВт}$$

Визначаємо річну витрату тепла:

$$Q_{zod} = Q_o^{zod} + Q_g^{zod} + Q_{z.g}^{zod} = 92164262,4 + 884412 + 69491520 = 162540194,4, \text{ кВт}$$

Річна витрата на тепло складає 12600010 грн.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		133

4.2 Річна витрата тепла на опалення, вентиляцію та ГВП другого мікрорайону

Річна витрата тепла, ГДж, визначається аналітичним способом:

$$Q_{\text{год}} = Q_o^{\text{год}} + Q_{\text{в}}^{\text{год}} + Q_{\text{г.в}}^{\text{год}} + Q_{\text{техн}}^{\text{год}}, \text{ кВт},$$

де $Q_o^{\text{год}}, Q_{\text{в}}^{\text{год}}, Q_{\text{г.в}}^{\text{год}}, Q_{\text{техн}}^{\text{год}}$ - річні витрати тепла на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання і технічні потреби, ГДж.

Річна витрата тепла на опалення:

$$Q_o^{\text{год}} = Q_o^{\text{сп}} \cdot 3600 n_o, \text{ кВт},$$

де n_o – тривалість опалювального періоду, ч.

Середньо-годинна витрата тепла на опалення за опалювальний період, кВт:

$$Q_o^{\text{сп}} = Q_o \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н.о}}^{\text{сп.ов}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{н.о}}}, \text{ кВт},$$

де $Q_o^{\text{год}}$ - розрахункова годинна витрата тепла на опалення, кВт;

$t_{\text{н.о}}^{\text{сп.ов}}$ - середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря, °С.

Річні витрати тепла на вентиляцію, кВт:

$$Q_{\text{в}}^{\text{год}} = Q_{\text{в}} z_{\text{в}} \frac{3600 n_{\text{в}}}{24} + Q_{\text{в}}^{\text{сп}} z_{\text{в}} \frac{3600(n_o - n_{\text{в}})}{24}, \text{ кВт},$$

де $Q_{\text{в}}$ – розрахункова годинна витрата тепла на вентиляцію, кВт;

$n_{\text{в}}$ – число годин стояння температури зовнішнього повітря нижче $t_{\text{н.в}}$;

$z_{\text{в}}$ – число годин роботи вентиляції протягом доби.

Середньо годинна витрата тепла на вентиляцію в період стояння температур зовнішнього повітря від +8°С до $t_{\text{н.в}}$:

$$Q_{\text{в}}^{\text{сп}} = Q_{\text{в}} \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{сп.в}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{н.в}}}, \text{ кВт},$$

де $t_{\text{н}}^{\text{сп.в}}$ - середня температура зовнішнього повітря в період стояння температур від +8°С до $t_{\text{н.в}}$.

Річні витрати тепла на гаряче водопостачання, кВт, визначають за формулою:

$$Q_{\text{г.в}}^{\text{год}} = Q_{\text{г.в}}^{\text{сп}} \cdot 3600 n_o + Q_{\text{г.в}}^{\text{сп.л}} \cdot 3600(8760 - n_o), \text{ кВт},$$

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		134

де $Q_{z.g}^{cp}, Q_{z.g}^{cp.l}$ - середньо годинна витрата тепла відповідно за опалювальний та літній періоди, кВт.

Розраховуємо річну витрату тепла на опалення:

Для житлових будинків:

$$Q_o^{zod} = Q_o^{cp} \cdot 3600n_o = 4,88 \cdot 3600 \cdot 4536 = 79688448, \text{ кВт}$$

$$Q_o^{cp} = Q_o \frac{t_g - t_{n.o}^{cp.on}}{t_g - t_{n.o}} = 10,4 \frac{18 - (-1)}{18 - (-22)} = 10,4 \cdot 0,47 = 4,88, \text{ кВт}$$

Розраховуємо річну витрату тепла на вентиляцію:

Для дитячого саду на 140 дітей:

$$Q_g^{zod} = Q_g z_g \frac{3600n_g}{24} + Q_g^{cp} z_g \frac{3600(n_o - n_g)}{24} = 0,022 \cdot 8 \frac{3600 \cdot 627,4}{24} + 0,015 \cdot 8 \frac{3600(4536 - 627,4)}{24} = 86918,1, \text{ кВт}$$

$$Q_g^{cp} = Q_g \frac{t_g - t_n^{cp.l}}{t_g - t_{n.g}} = 0,022 \frac{20 - (-1)}{20 - (-9)} = 0,015, \text{ кВт}$$

Розраховуємо річну витрату тепла на гаряче водопостачання:

Для житлових будинків (1-20):

$$Q_{z.g}^{zod} = Q_{z.g}^{cp} \cdot 3600n_o + Q_{z.g}^{cp.l} \cdot 3600(8760 - n_o) = 1,73 \cdot 3600 \cdot 4536 + 1,54 \cdot 3600(8760 - 4536) = 51668064, \text{ кВт}$$

Для зручності розрахунку визначаємо сумарну річну витрату на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання:

Опалення:

$$Q_o = 77402304 + 6368544 + 1143072 + 653184 = 85567104, \text{ кВт}$$

Вентиляція:

$$Q_g = 86918,1 + 46557 = 133475,1, \text{ кВт}$$

Гаряче водопостачання:

$$Q_{z.g} = 44927136 + 4437504 + 1424736 = 50789376, \text{ кВт}$$

Визначаємо річну витрату тепла:

$$Q_{zod} = Q_o^{zod} + Q_g^{zod} + Q_{z.g}^{zod} = 133475,1 + 85567104 + 50789376 = 136,4, \text{ ГВт}$$

Річна витрата на тепло складає 9400020 грн.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		135

5 Порівняльна характеристика двох житлових мікрорайонів

В даній магістерській роботі було обрано два житлових мікрорайони для розрахунку. Перший складається з 34 будівель, серед них – 28 житлові будинки, 6 – громадські. А саме з 7 чотирьох поверхових будівель, 9 п'яти поверхових будівель, 9 дев'яти поверхових будівель, 3 дванадцяти поверхових будівель, також 2 гуртожитків, музичної школи, дитячого садка, ПТУ та їдальні. Другий складається з 23 будівель, серед них – 20 житлові будинки, 3 – громадські. А саме з 5 чотирьох поверхових будівель, 7 п'яти поверхових будівель, 5 дев'яти поверхових будівель, 3 дванадцяти поверхових будівель, також гуртожиток, музична школа, дитячий садок.

Так, як в першому мікрорайоні більше забудов, ніж в другому, то і теплові навантаження на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання будуть більшими. Якщо теплові навантаження для першого мікрорайону складають 12177,5 кВт, то для другого 10497,4 кВт. Щодо вентиляції і гарячого водопостачання, то суми також різняться.

Якщо поглянути на річні витрати теплоти, то сума витрат на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання для першого мікрорайону значно більша, ніж для другого. Якщо для першого сума становить 162,5 ГВт, то для другого 136,4 ГВт.

Після теплового розрахунку першого мікрорайону, приймаю основний ізоляційний шар – мати мінераловатні прошивні в обкладці з металічної сітки товщиною $\delta_n=50\text{мм}$. Головною перевагою прошивної теплоізоляції є стійкість до високих температур, прошивка допомагає зберегти жорсткість та цілісність ізоляції, що значно збільшує термін експлуатації. Мати еластичні, що дає можливість легко застосовувати їх на будь-якій поверхні та працювати навіть за найскладніших умов. До недоліків можна віднести підвищену гідроскопічність, але цей недолік не є критичним, тому що він вирішується шляхом використання спеціального просочення з водовідштовхувальними властивостями ще на етапі виробництва. Після розрахунку другого мікрорайону, основний ізоляційний шар

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		136

приймаю – пінополіуретан. Основними перевагами цього матеріалу є низька теплопровідність, поліуретан захистить від морозу. Відсутність швів, що в свою чергу виключає витоки тепла. Також низька щільність і стійкість до корозії, що дає змогу матеріалу прослужити багато років. Щодо недоліків поліуретану, можна віднести його ціну. Це один з найдорожчих матеріалів.

Після розрахунку економічної частини помітна різниця і у витраті коштів. Так, як річна витрата теплоти першого мікрорайону становить 162,5 ГВт, то сумарна витрата коштів - 12600010 грн. Річна витрата для другого мікрорайону склала 136,4 ГВт, а сумарна витрата коштів - 9400020 грн.

В цілому можна зробити висновок, якщо більший мікрорайон, якщо більше забудов, то і теплові навантаження, і витрати теплоти, і витрати коштів будуть більшими. Якщо розглянути матеріал для теплоізоляції, він відрізняється, але і мати мінераловатні прошивні, і пінополіуретан мають свої переваги, тому доцільним є прийняти їх як для основного ізоляційного шару.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		137

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Завдання розділу

Охорона праці – система правових, економіко-соціальних, техніко-організаційних, санітарних та гігієнічних й лікувальних та профілактичних заходів та засобів, метою яких є захист і продовження життя, здоров'я й працездатності людини у ході трудової діяльності. [22]

Головна мета розділу – придати практичного уміння з охорони праці, втілення якого на практиці допомагатиме покращенню умов праці, підняттю її результативності, уникненню професійно-робітничих захворювань, травматизму. Завданням охорони праці є:

- заснування норм допустимо-граничних рівнів виробничих чинників, формулювання рівня згубності й загрози праці;
- налагоджування засобів щодо підняття умов праці;
- надання безпечного завершення праці робітниками;
- введення технічних засобів і заходів щодо боротьби з травматизмом і профзахворюваннями;

У дипломному проекті передбачена теплова мережа прокладена підземним способом, схема мережі – двотрубна, труби попередньоізольовані, схема підключення споживачів – послідовна. З метою ефективного і безпечного функціонування теплової мережі, дипломним проектом передбачено встановлення механічних грязьовиків тип ТС-569, ультразвукових теплових лічильників Аратор LQM-III, П-подібних компенсаторів та нерухомих опор.

									Арк.
									138
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601 НТ-20336-МР				

6.2 Характеристика умов праці

За державним стандартом шкідливі та небезпечні чинники поділяються на декілька класів: фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні.

До фізичних шкідливих та небезпечних чинників припадає шум, вібрація й ступень освітлення, електричний струм та інші.

Виробничий шум – це шум на робочих місцях та ділянках тепломережі, який виникає під час виробничого процесу.

Результатом небезпечної роботи виробничого шуму можуть бути професійні захворювання, підняття колективної захворюваності, зменшенні працездатності, підняття рівня загрози травм та нещасних випадків після недотримання попереджувальних сигналів, недодержанням слухового контролю, зниження продуктивності праці.

Для нейтралізації шуму в ЦТП дипломним проектом пропонується використовувати покрівельну шумоізоляцію.

Штучне освітлення призначається у всіх виробничих та побутових приміщеннях, де мало природного світла, а ще для освітлення приміщень в темний період доби. При встановлення штучного освітлення потрібно гарантувати придатні гігієнічні умови для зорової роботи та зважати на економічні показники.

Раціонально обладнане освітлення на робочих місцях працівників є показником високого рівня культури праці, невід’ємною частиною наукової організації праці, естетики виробництва. У відповідності зі [23] для освітлення приміщень, як правило, слід передбачати газорозрядні лампи низького і високого тиску (люмінесцентні, ДРЛ, металогенні, натрієві, ксенонові). У разі неможливості або техніко-економічної недоцільності застосування газорозрядних джерел світла допускається використання ламп розжарювання. Обов’язковим заходом безпеки від дії електричного струму є заземлення та занулення, захисне відключення, ізоляція і інше.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
						139
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заземленням називається система металевих провідників загальним опором не більше 4 Ом, які перебувають в землі на глибині не менше метра та до яких прилаштовується все обладнання даного дипломного проекту. Занулення – з'єднання нульового провідника електромережі з корпусом електрообладнання, що може бути під напругою та з яким може зіткнутися людина. Захисне відключення підтримують спеціальні автоматичні пристрої захисного відключення, в даному випадку ЗОУ-25, релетоку РУД-05-УЗ. В разі травми потрібно відразу надати допомогу – ізолювати враженого від джерела струму за допомогою діелектричного предмета, викликати лікаря і терміново надати першу долікарську допомогу.

Таким чином, дипломним проектом передбачені сприятливі умови праці, а також повністю усунено чи приведено до нормативних значень небезпечні й шкідливі виробничі чинники за допомогою вище перерахованих заходів і засобів.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
						140
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.3 Заходи промислової санітарії

Промислова санітарія (виробнича санітарія) – розділ загальної санітарії, здійснює заходи по правильному влаштуванні обладнання та утримання запроектованого об'єкту з метою охорони здоров'я працюючих на них, а також населення, що проживає в найближчому сусідстві з об'єктом.

Практичні заходи по оздоровленню умов праці ґрунтуються на гігієнічних нормативах для виробничих приміщень для категорії робіт ІІа: у холодний період року температура 17-20°C, відносна вологість 40-60%, швидкість руху повітря – не більше 0,2 м/с, у теплий період року 18-22°C, відносна вологість повітря – 40-60%, швидкість руху повітря не більше 3м/с, гранично допустимі концентрації шкідливих газів, парів і пилу в повітрі виробничих приміщень, гранично допустимі рівні шуму і вібрації тощо. [24] [25] і [26]

До області промислової санітарії належать: санітарний благоустрій запроектованого об'єкту, що оточує їх, гігієнічні питання облаштування виробничих та допоміжних будівель і приміщень, промислова вентиляція і освітлення.

Враховані вимоги до раціонального освітлення виробничих приміщень: правильний вибір джерел світла і системи освітлення; створення потрібного рівня освітлення робочих поверхонь в залежності від розряду зорової роботи (розряд 8 – загальне спостереження заходом процесу); обмеження засліплювальної дії світла, усунення відблисків; забезпечення рівномірного освітлення, використання місцевого освітлення для окремих робочих зон. Крім освітленості, важливе значення для роботи працівника має колір приміщення та спектральні характеристики освітлення, яке використовують. Передбачається робоче і аварійне освітлення в ЦТП.

До основних практичних заходів промислової санітарії дипломного проекту є раціональна організація робочого місця; природне і штучне освітлення; опалення

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
						141
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та вентиляція; водопостачання і каналізація; очищення скидів; забезпечення працівників санітарно-побутовими приміщеннями.

Відповідно до [27] ЦТП слід розміщувати в окремих ізольованих приміщеннях, обладнаних припливно-витяжною вентиляцією. Відповідно до норм габарити ЦТП повинні забезпечувати можливість нормального обслуговування обладнання. У ЦТП зберігання сторонніх предметів забороняється. Приміщення має бути заввишки не менш, ніж 2м, зі штучним освітленням, припливно-витяжною вентиляцією, дверима і ворітьми, що відкриваються назовні.

Таким чином, дипломним проектом передбачені вимоги промислової санітарії та створення безпечних і здорових умов праці.

6.4 Заходи з техніки безпеки

Установки пускової апаратури слід оглядати й підчищати не менше одного разу на місяць. Ізоляцію струмоведучих частин зварного ланцюга оглядають не менше одного разу на три місяці (при автоматичному зварюванні під шаром флюса – один раз на місяць). При цьому видержується напруга 2кВ протягом 5хв. Корпус зварювального трансформатора і вторинну обмотку необхідно заземлювати (занулювати). Діаметр заземлюючого гвинта – не менше 8мм.

Працюючи на висоті, зварник повинен мати пенал для недогарків електродів. Електрозварник повинен бути забезпечений необхідними засобами індивідуального захисту – брезентовим костюмом, черевиками, щитками – масками з світлофільтрами.

Перед укладанням комунікацій в траншеї проводять перевірку стану траншеї. Траншея, котловани, колодязі перед початком ландшафтних робіт перевіряються на відсутність вибухонебезпечних і шкідливих газів.

У зоні руху людей все земляні споруди під трубопроводи огорожуються, а огорожі обладнуються сигнальним освітленням.

									Арк.
									142
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601 НТ-20336-МР				

Заглушки, люки, роз'ємні з'єднання на час випробувань повинні бути відзначені попереджувальними знаками. Вся будівельна техніка, використовувана для монтажних робіт, повинна бути оглянута, перевірена і розміщена поза межами зон обвалення ґрунту. Особливої обережності необхідно дотримуватися при опусканні окремих труб і секцій, деталей, арматури, укрупнених вузлів в траншею з кріпленнями. При цьому не допускається робити удари об кріплення траншей.

Вантажопідйомність вантажозахватних пристроїв повинна бути рівна або меншою маси будівельних залізобетонних виробів, помноженої на шестиразовий коефіцієнт запасу, як це передбачено правилами технагляду.

Техніка безпеки при експлуатації теплових мереж. Організація експлуатації теплових установок та мереж, налагодження і випробувань має забезпечуватися надійність і економічність роботи устаткування, безпеку праці, пожежну та екологічну безпеку.

Вентилі та засувки теплопроводів повинні мати:

- підписи з номерами, що відповідають оперативній схемі теплових мереж та інструкцій з експлуатації;
- знак напрямку руху теплоносія та обертання маховика на закриття і відкриття.

Люди, відповідальні за суцільний стан ділянок тепломережі забезпечують:

- технічно справний стан обладнання й систем та іншого запроєктованого устаткування;
- недопущення безкорисного застосування та неефективних втрат теплової енергії;
- дотримання встановлених дипломним проектом гідравлічних і теплових режимів, експлуатації теплових мереж;
- облік за допомогою лічильників, прилади контролю гідравлічних й теплових устроїв;
- організацію настанов, інструктажів й перевірки знань нормативних документів з питань охорони праці, пожежної та екологічної безпеки персоналу, що обслуговує теплові установки та мережі.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
						143
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поверхня трубопроводів і обладнання ЦТП можуть мати високу температуру. Щоб уникнути опіків трубопроводів і обладнання у робочих зонах покриті тепловою ізоляцією, частини трубопроводів і обладнання огорожені.

Усі елементи трубопроводів із температурою зовнішньої поверхні стінки вище 43°C, розміщені в доступних для обслуговуючого персоналу зонах, покриваються ізоляцією, температура зовнішньої поверхні якої не повинна перевищувати 43°C.

На приладах керування арматурою з електричним або механічним приводом слід позначати написи щодо їхнього призначення й слова, які показують напрямок руху,- “відкр.”, “закр.”

Прилади аварійного вимикання обладнання червоного кольору, мають підписи про їхнє призначення та є легкодоступними для обслуговуючого персоналу.

Забороняється проводити сервісні та ремонтні роботи на обладнанні ЦТП, який знаходиться під тиском і має високу температуру, до його повного відключення, охолодження і спорожнення, за винятком випадків, коли демонтаж вузлів обладнання не призведе до витoku теплоносіїв (датчики температури при наявності захисних гільз, електроприводи регулюючих клапанів тощо).

Таким чином, дипломним проектом передбачено виконання вимог з техніки безпеки при проведенні монтажних робіт та в процесі експлуатації теплової мережі.

6.5 Заходи протипожежної безпеки

За пожежну безпеку будівель та теплового устаткування й теплових мереж, а також за наявність й справний стан первинних засобів пожежогасіння відповідає призначена особа. Місце влаштування та експлуатація тепловикористовувальних приладів теплових мереж відповідає вимогам пожежної безпеки. Усі будівлі та обладнання оснащуються мережею протипожежного водопостачання, а також способами виявлення та гасіння пожежі.

					601 НТ-20336-МР	Арк.
						144
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Працівники мають здійснювати вимоги інструкцій з пожежної безпеки та вказаний на запроектованому об'єкті протипожежний режим експлуатації теплових установок й теплових мереж, слідкувати за своїми діями та сторонніх людей, які можуть призвести до займання та пожежі. Працівники, які обслуговують теплове обладнання й теплові мережі, опановують протипожежний інструктаж, проходять заняття з пожежно-технічного мінімуму, а також беруть участь у протипожежних тренуваннях. На запроектованому об'єкті опрацьовується загальнооб'єктова інструкція щодо заходів з пожежної безпеки, схема евакуації людей у разі здаймання пожежі та схема інформування людей про здіймання пожежі; формується пожежно-технічна комісія та пожежні формування на добровільних засадах з відроблянням дій на випадок здаймання пожежі.

До експлуатації ЦТП та ділянок теплової мережі забороняється допускати осіб, які не пройшли спеціального навчання, протипожежного інструктажу та не отримали посвідчень встановленого зразка.

Зварювальні та інші вогнебезпечні роботи, монтажні та інші роботи, здійснюються підрядними організаціями та виконуються згідно з вимогами правила пожежної безпеки та з урахуванням особливостей пожежної безпеки теплових установок і теплових мереж.

Таким чином, при проектуванні теплової мережі враховані всі заходи протипожежної безпеки.

Дипломним проектом враховано всі особливості експлуатації запроектованого обладнання та пропонується: встановлення протипожежного режиму, впровадження організаційних та технічних протипожежних заходів.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Адк.
						145
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.6 Охорона навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища – це сукупність державних, адміністративних, правових, економічних, політичних й суспільних заходів, спрямованих на раціональне використання, відтворення й збереження природних ресурсів землі, обмеження негативного впливу людської діяльності на навколишнє середовище.

Дипломним проектом зведено до мінімуму негативний вплив на навколишнє середовище за рахунок таких заходів: скиди гарячої води в каналізацію температурою вище 40°C виключено за рахунок повторного їх використання у теплообмінниках; використовується рециркуляція теплоносія, встановлення грязьовиків ТС-569; передбачено встановлення теплових лічильників Apator LQM-III; утилізація відходів, що утворилися під час проведення монтажних робіт та в процесі експлуатації тепломережі; очистка скидів системою механічних фільтрів.

Експлуатація теплових установок без пристроїв, які забезпечують дотримання встановлених санітарних норм і природоохоронних вимог, або з несправними пристроями (які не забезпечують дотримання цих вимог), не допускається.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
						146
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Завданням даного дипломного проекту аналіз енергоефективності різних систем теплопостачання житлових мікрорайонів міста Кременчук з використанням енергозберігаючих технологій

Розрахунок проекту я розпочав із визначення основних кліматичних умов, для міста Кременчук. Розрахункова температура зовнішнього повітря для опалення станове -22°C , для вентиляції -9°C .

Першим етапом розрахунків було визначення кількості споживання тепла. Зі зміною температури зовнішнього повітря кількість спожитої теплоти буде змінюватись, тому далі розрахував та побудував графіки споживання теплоти залежно від температури зовнішнього повітря – годинні і річний, а також розробив підвищений графік регулювання температури теплоносія (підключення теплообмінників по послідовній двоступеневій схемі).

Потім визначив розрахункові витрати теплоносія споживачами та виконав попередній гідравлічний розрахунок системи теплопостачання, для визначення оптимального градієнта тиску на головній магістралі теплової мережі.

Потім виконав остаточний гідравлічний розрахунок з метою визначення діаметрів трубопроводів та втрат тиску на ділянках теплової мережі.

Після теплового розрахунку першого мікрорайону, приймаю основний ізоляційний шар – мати мінераловатні прошивні в обкладці з металічної сітки товщиною $\delta_n=50\text{мм}$. Підібрав основні та пікові теплообмінники. 2 основних теплообмінники типу БП-43М з швидкістю 1,63 м/с та 1 піковий типу БП-43М з швидкістю 3,2 м/с. Після розрахунку другого мікрорайону, основний ізоляційний шар приймаю – пінополіуретан.

Підібрав основне обладнання для першого житлового мікрорайону – 2 мережні насоси типу Wilo-TOP-SD 65/10 та 2 живильні насоси NM 20/160BE та для другого житлового мікрорайону - 2 мережні насоси типу Wilo-TOP-S 50/4 DM та 2

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		147

живильні насоси NM 20/160BE , грязьовики конструкції ТС-569 і ТС-567, лічильники тепла типу Apator Powogaz LQM-III і Apator Powogaz LQM-III ELF.

Розглянув питання економії тепла та охорони праці.

В розділі «Енергозбереження» розглянув основні положення, щодо енергозбереження та заходи по економії тепла в системах тепlopостачання. Також виконав перевірочний розрахунок систем тепlopостачання для існуючих теплових навантажень міста Кременчук.

З метою створення здорових і безпечних умов праці, попередження травматизму на робочих місцях дипломним проектом запропоновано ряд засобів і заходів з техніки безпеки, промислової санітарії та пожежної безпеки. До мінімуму зведено негативний вплив на навколишнє середовище

Якщо більший мікрорайон, якщо більше забудов, то і теплові навантаження, і витрати теплоти, і витрати коштів будуть більшими. Якщо розглянути матеріал для теплоізоляції, він відрізняється, але і мати мінераловатні прошивні, і пінополіуретан мають свої переваги, тому доцільним є прийняти їх як для основного ізоляційного шару.

В цілому, працюючи над проектом, я набув практичних навичок проектування системи тепlopостачання житлового мікрорайону, ознайомився з нормативною та довідниковою літературою.

					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		148

ЛІТЕРАТУРА

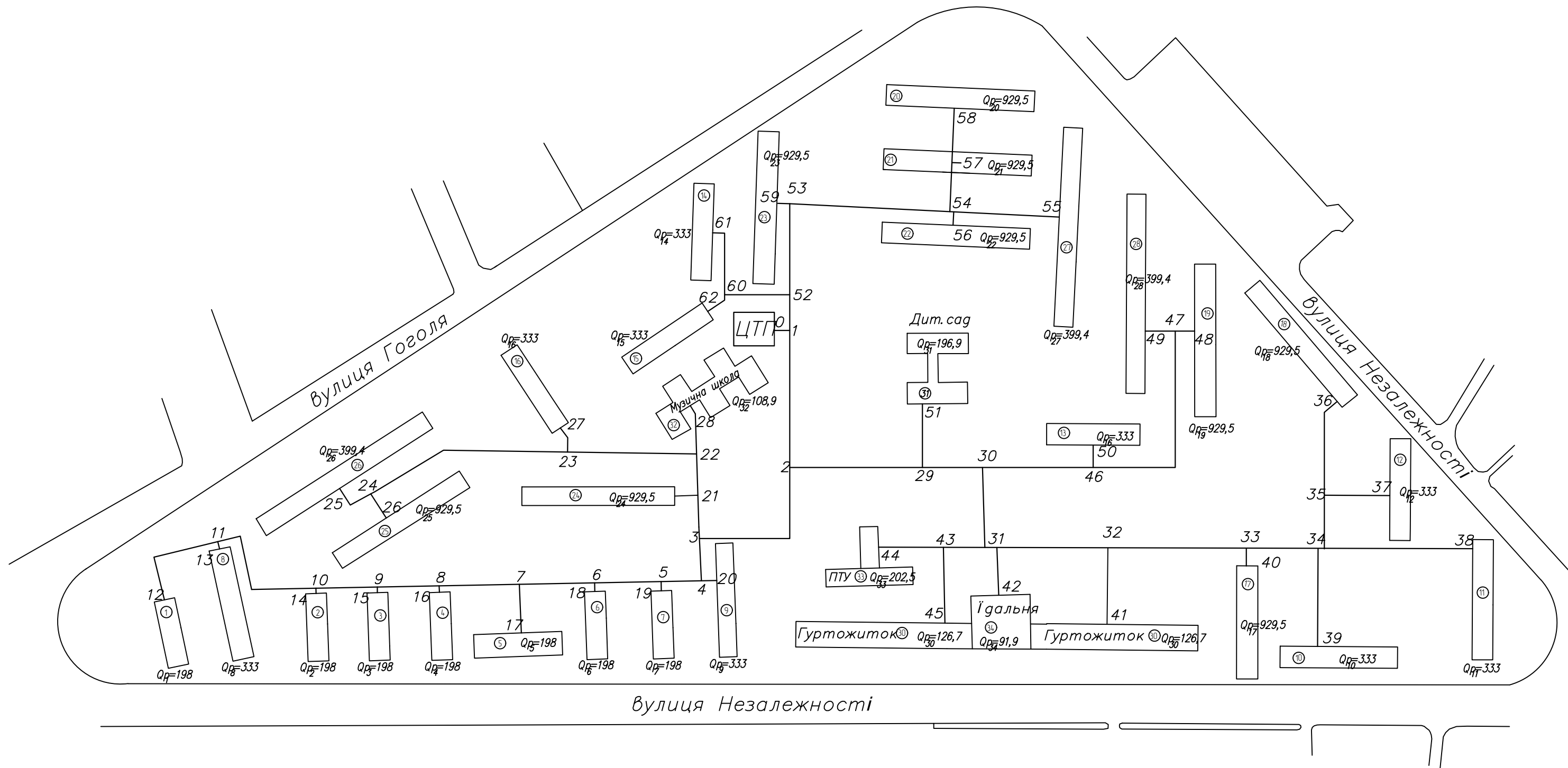
1. Теплові мережі ДБН В.2.5-39:2008
2. Будівельна кліматологія ДСТУ-Н Б В.1.1 -27:2010.
3. Єнін П.М., Швачко Н.А. Теплопостачання (частина І «Теплові мережі та споруди») Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2007, - 244с.
4. Расчет и проектирование тепловых сетей. А.Ф. Строй, В.Л. Скальский. – Киев: Будівельник, 1981. – 144с.
5. ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація
6. Справочник по теплоснабжению и вентиляции (издание 4-е, переработанное и дополненное). Книга 1-я. Р.В. Щекин и др. Киев: Будівельник, 1976, - 416с.
7. Теплова ізоляція ДБН 2,6-31:2006
8. Ионин А.А. Теплоснабжение М. : Стройиздат,1982. – 336 с.
9. Проектирование теплоснабжения. Пешехонов Н.И. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1982. – 328 с.
- 10.Справочник проектировщика. Отопление, водопровод, канализация.М.: Стройиздат, 1976.
- 11.ДСТУ-Н Б В.2.5-35:2007 Теплові мережі та мережі гарячого водопостачання з використанням попередньо теплоізольованих трубопроводів. Настанова з проектування, монтажу, приймання та експлуатації.
- 12.Інтернет ресурс:<https://ru.wikipedia.org/>
- 13.Інтернет ресурс:<http://cv-potolok.net.ua/>
14. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Энергоиздат, 1982.-360с.
15. Копко В.М., Зайцева Н.К. Теплоснабжение (курсовое проектирование). Минск: Высшая школа, 1985. – 139 с.
16. Манюк В.И. и др.. Справочник по наладке и эксплуатации водяных тепловых сетей. – М.: Стройиздат, 1982.-214 с.
17. Интернет ресурс: Rozetka.com.ua

					601 НТ-20336-МР	Арк.
						149
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

18. СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети /Гостстрой СССР./ - М.: ЦИТП Госстроя СССР. 1987. – 48 с.
19. Строй А.Ф. Теплоснабжение сельских населённых пунктов. – М.: Агропромиздат. 1985. – 109 с.
20. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей /Под ред. А.А. Николаева. – М.: Стройиздат, 1965.-358 с.
21. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів денної та заочної форм навчання. – Полтава: Полт. НТУ, 2005.-34 с.
22. Закон України Про Охорону праці.
23. СНиП II – 4 – 79 – Естественное и искусственное освещение.
24. ДСН 3.3.6.042 – 99 – Державні санітарні норми мікрокліматичних виробничих приміщень.
25. ДСН 3.3.6.037 – 99 – Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
26. ДСН 3.3.6.039 – 99 – Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
27. Правила технічної експлуатації теплових установок і мереж.
28. www.izlov.ru/docs/100/index-413.html.
29. vened.com.ua/p195344993-teplolichilnik-lqm-iii.html.
30. revolution.allbest.ru/construction/00470642_0.html.
31. <https://xn--64-dlcckljq3cyj.xn--p1ai/tc-567>

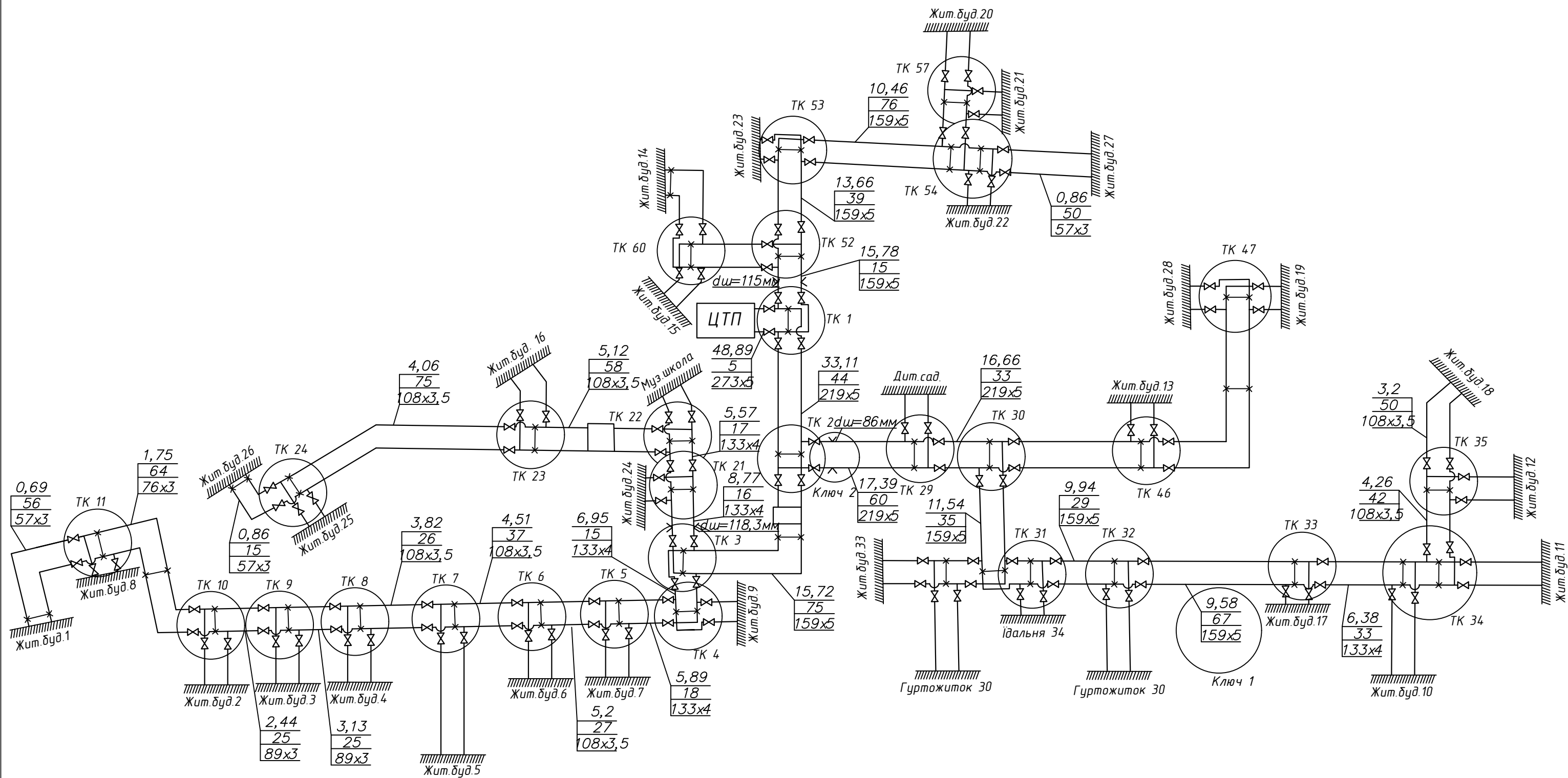
					<i>601 НТ-20336-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		150

Схема траси житлового мікрорайону

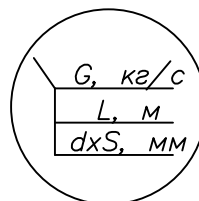


					2021	601HT-20336-MP		
					Аналіз енергофактивності системи теплоснабчання мікрорайону міста Кременчук з використанням енергозберігаючих технологій			
Зм	Кільк	Арк	МРок	Підпис	Дата	Стар?ф Архив Архив?в		
Розробив	Малювала	Арх	МРок	Підпис	Дата	P	1	8
Перевірив	Бачи	Арх	МРок	Підпис	Дата	Національний університет "Полтавська політехніка імені Єврія Кодратюка"		
Зав. кафедрою	Голов. В.С.					Схема траси житлового мікрорайону		

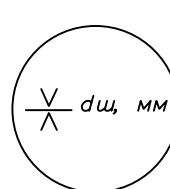
Схема 2-х трубної теплової мережі



Ключ 1



Ключ 2



					2021	601HT-20336-MP		
					Аналіз енергоефективності системи теплоснабчення мікрорайону міста Кременчук з використанням енергозберігаючих технологій			
Зк	Кільк	Арх	МРок	Підпис	Дата	Стар?ф	Архити	Архити?в
Розробив	Калініченко Р.В					P	2	8
Перевірив	Борис О.С.							
Зав.кафедри	Гілки В.С.							
Схема 2-х трубної теплової мережі						Національний університет "Полтавська політехніка імені Єврія Кононовича"		

План забудови мікрорайону

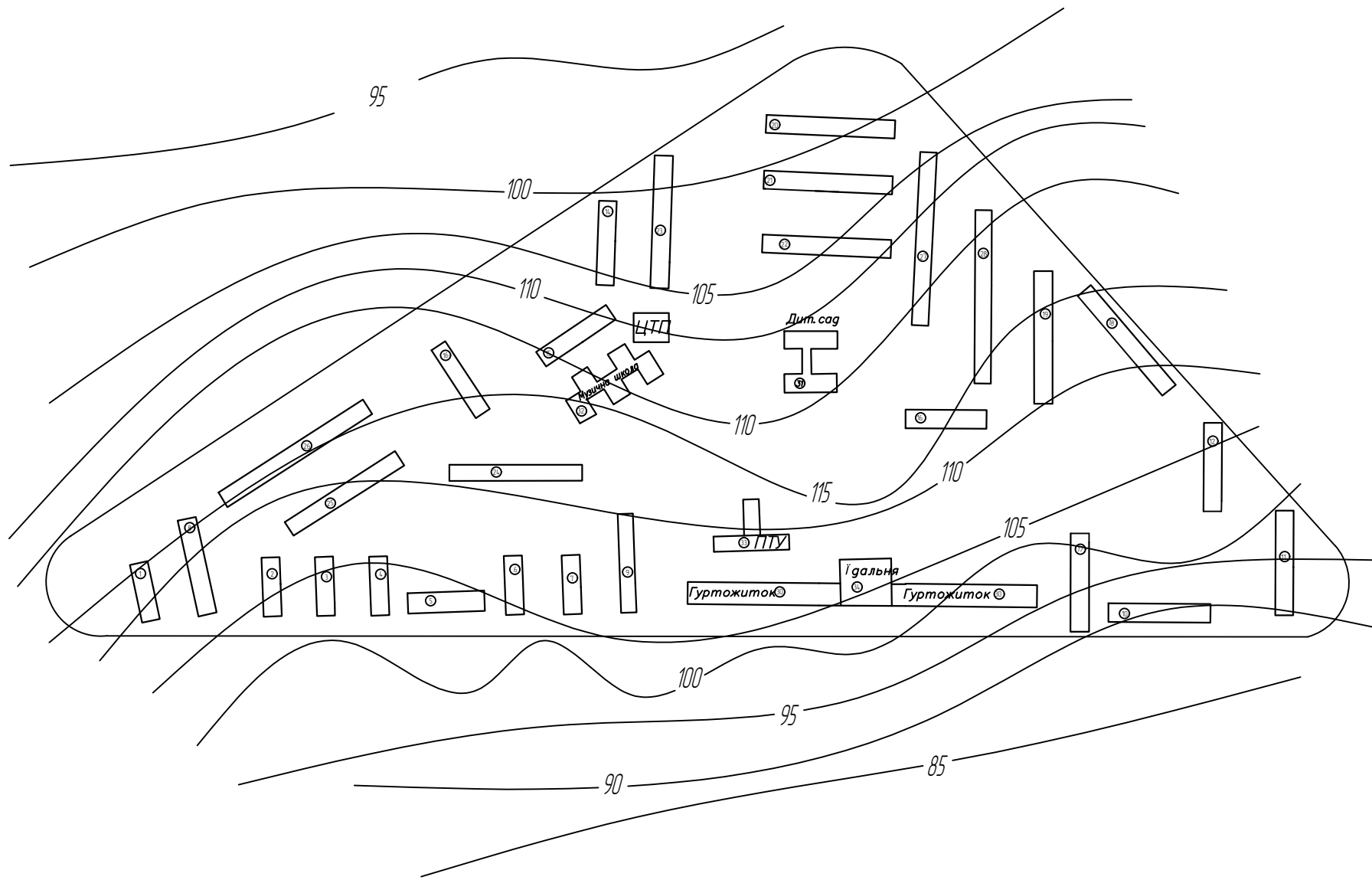
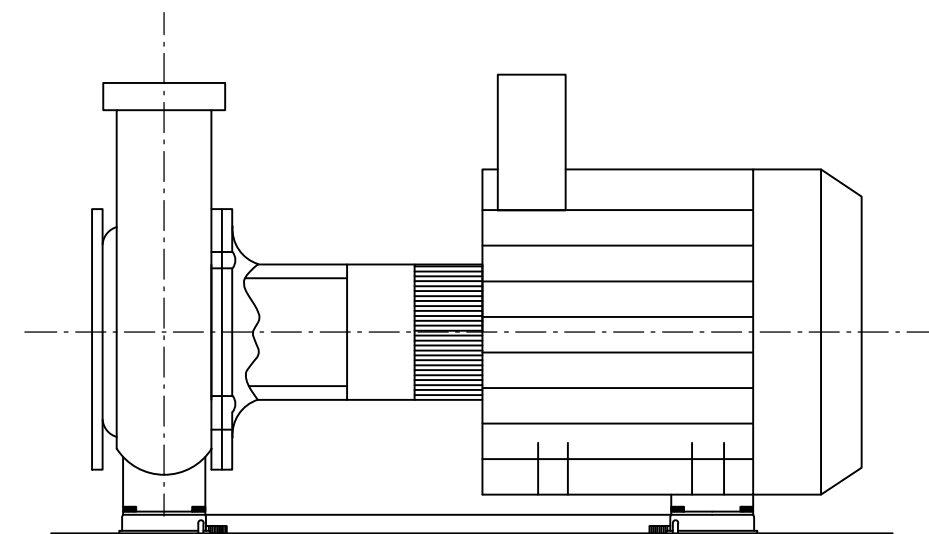


Схема мережного насосу

WIL0-TOP-SD 65/10



Прокладка попередньоізолюванани трубопроводів

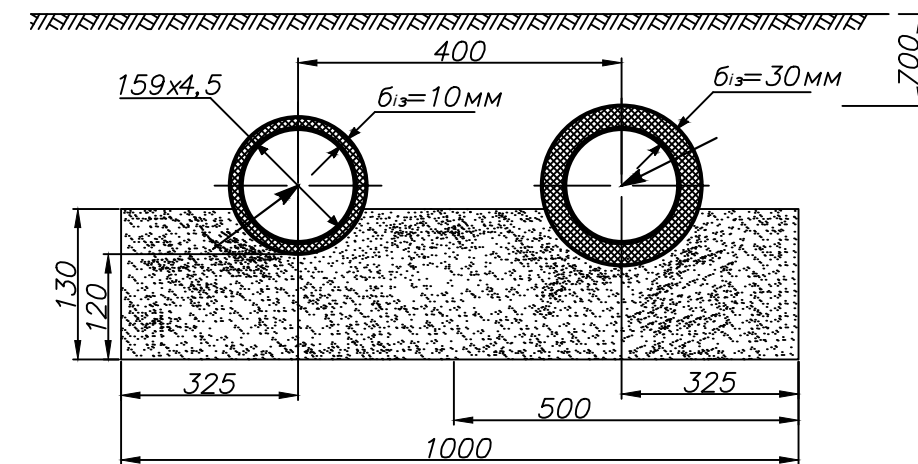
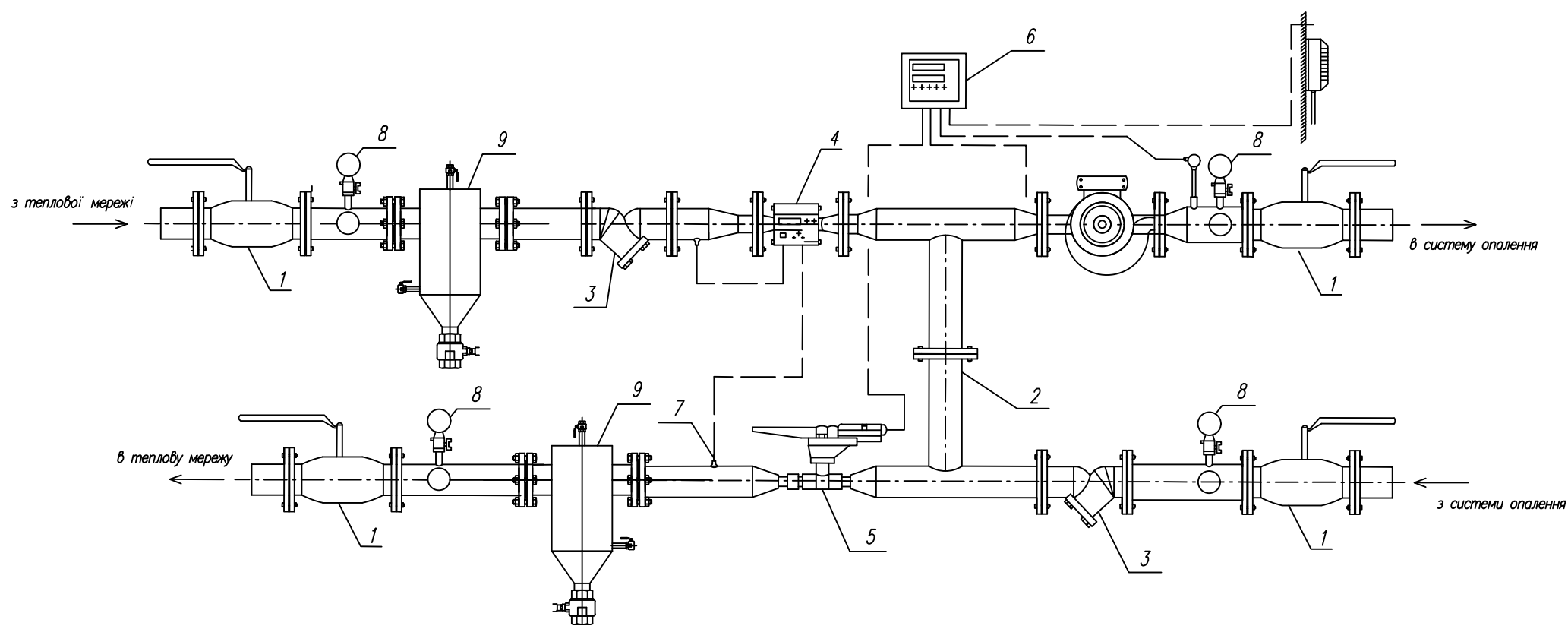


Схема індивідуального теплового пункту

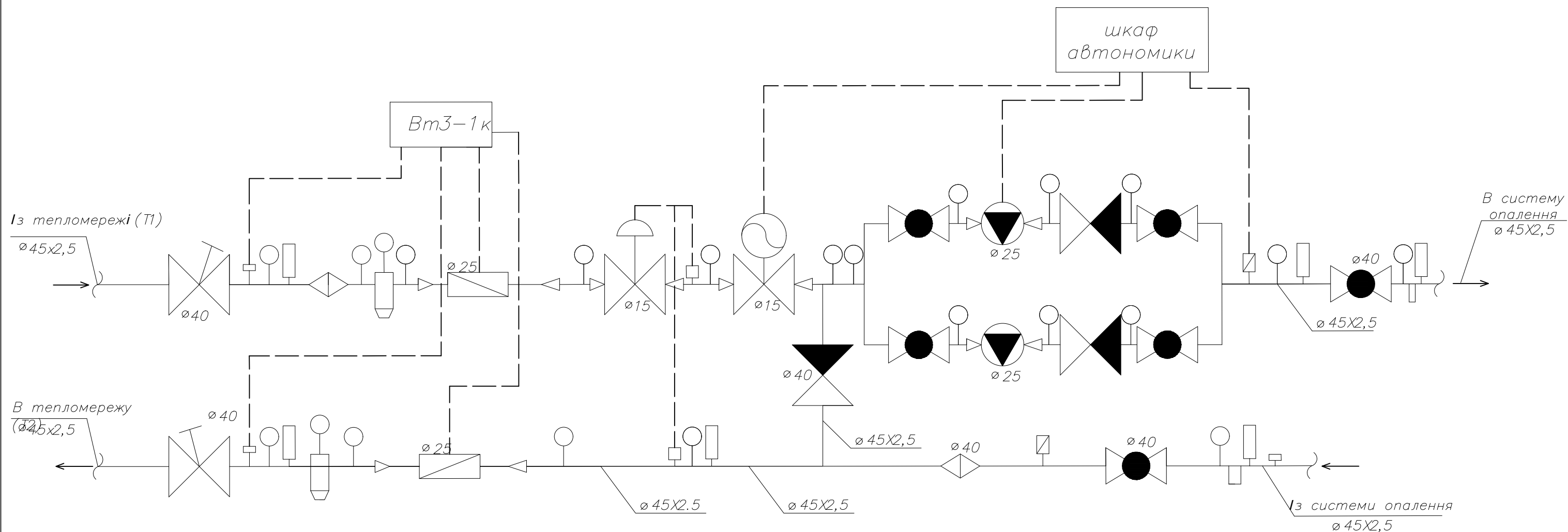


Специфікація теплового пункту












Позн.	Найменування	Кільк.	Примітка
1	Кран шаровий	4	
2	Перемичка	1	
3	Фільтр с'тчастий	2	
4	Лічильник теплоти ультразвуковий	1	
5	Двоходовий регулюючий клапан	1	
6	Електронний контролер	1	
7	Датчик температури	1	
8	Манометр	4	
9	Грязьовик	2	

					2021	601 НТ-20336-МР		
					Аналіз енергоефективності системи теплоснабження мікрорайону міста Кременчук з використанням енергозберігаючих технологій			
Зк.	Кільк.	Арх.	№Фак.	Підпис.	Дата	Старший Архитектор Архитектор		
Розробив	Каличенко Р.В.					Р	3	8
Перевірив	Борис О.Б.					Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»		
Зав. кафедрою	Галич В.С.					План забудови мікрорайону. Схема індивідуального теплового пункту. Прокладка попередньоізолюваних трубопроводів. Схема мережного насосу WIL0-TOP-SD 65/10. Специфікація теплового пункту.		

Розташування основного обладнання індивідуального теплового пункту

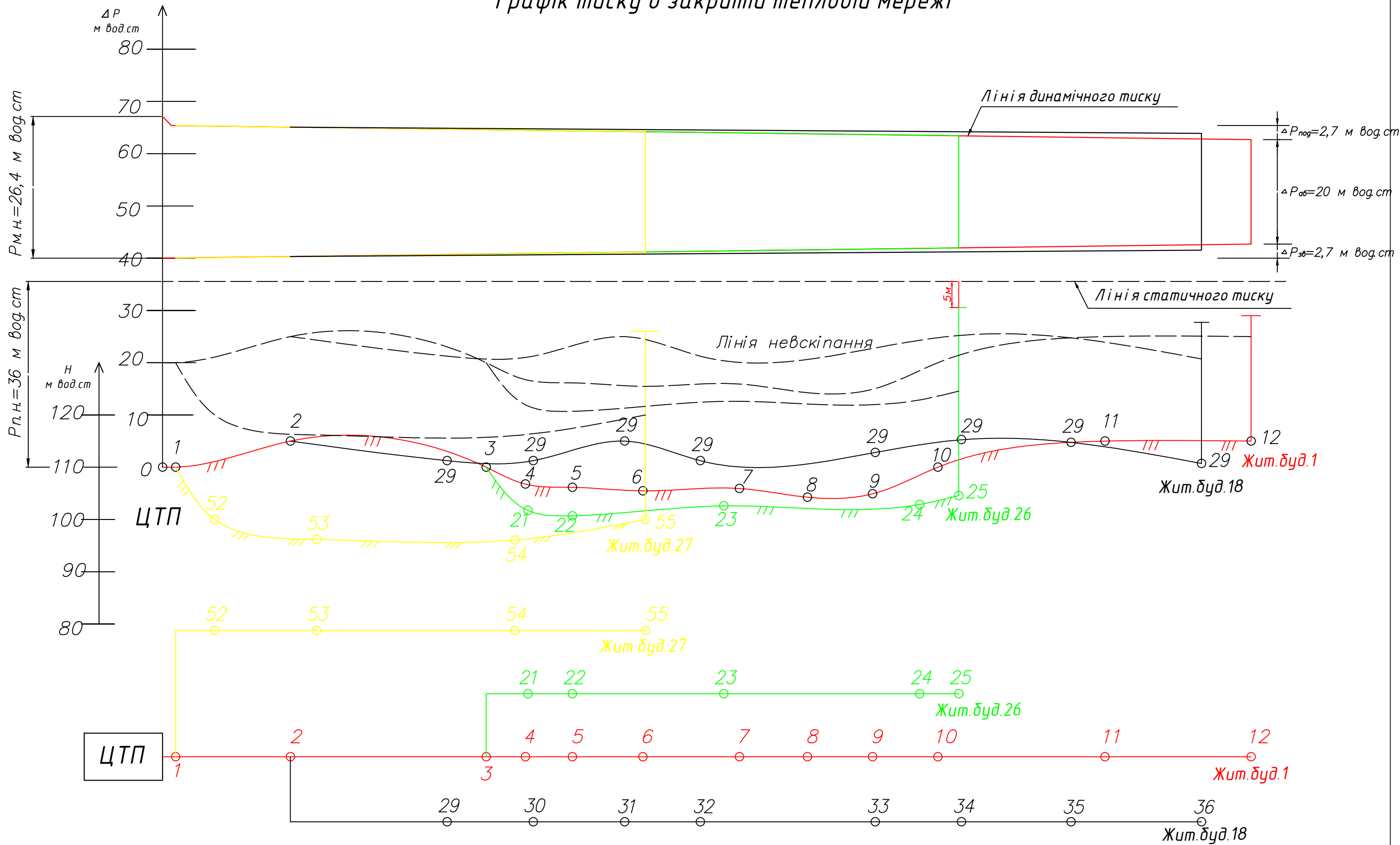


Умовні позначення

- | | | | |
|---|-----------------------|---|--|
|  | — Фільтр |  | — Датчик температури зовнішнього повітря |
|  | — Вентиль |  | — Термоперетворювачі |
|  | — Термометр, манометр |  | — Регулятор перепаду тиску |
|  | — Клапан регулюючий |  | — Зворотній клапан |
|  | — Витратометр |  | — Насос |
|  | — Кран шаровий | | |

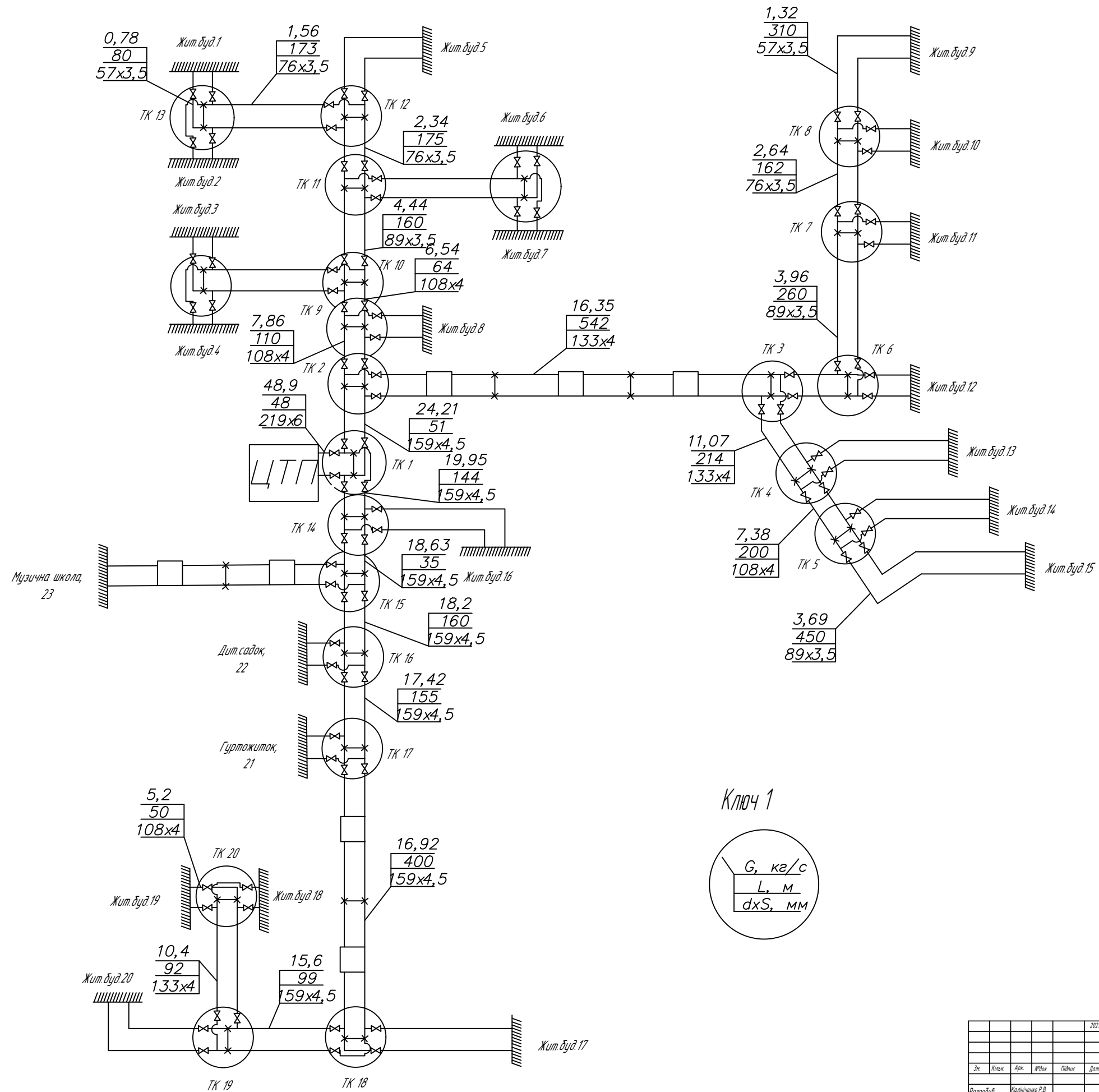
						2021	601НТ-20336-МР		
						Аналіз енергоєфективності системи теплоснабчання мікрорайону міста Кременчук з використанням енергозберігаючих технологій			
Зк	Кільк.	Арк.	№Фак.	Підпис	Дата				
Розробив	Калінченко Р.В.					Старший	Архив	Архив?в	
Перевірив	Борщ О.Б.					Р	4	8	
Зав.кафедри	Умань В.С.					Розташування основного обладнання індивідуального теплового пункту			
						Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"			

Графік тиску в закритій тепловій мережі



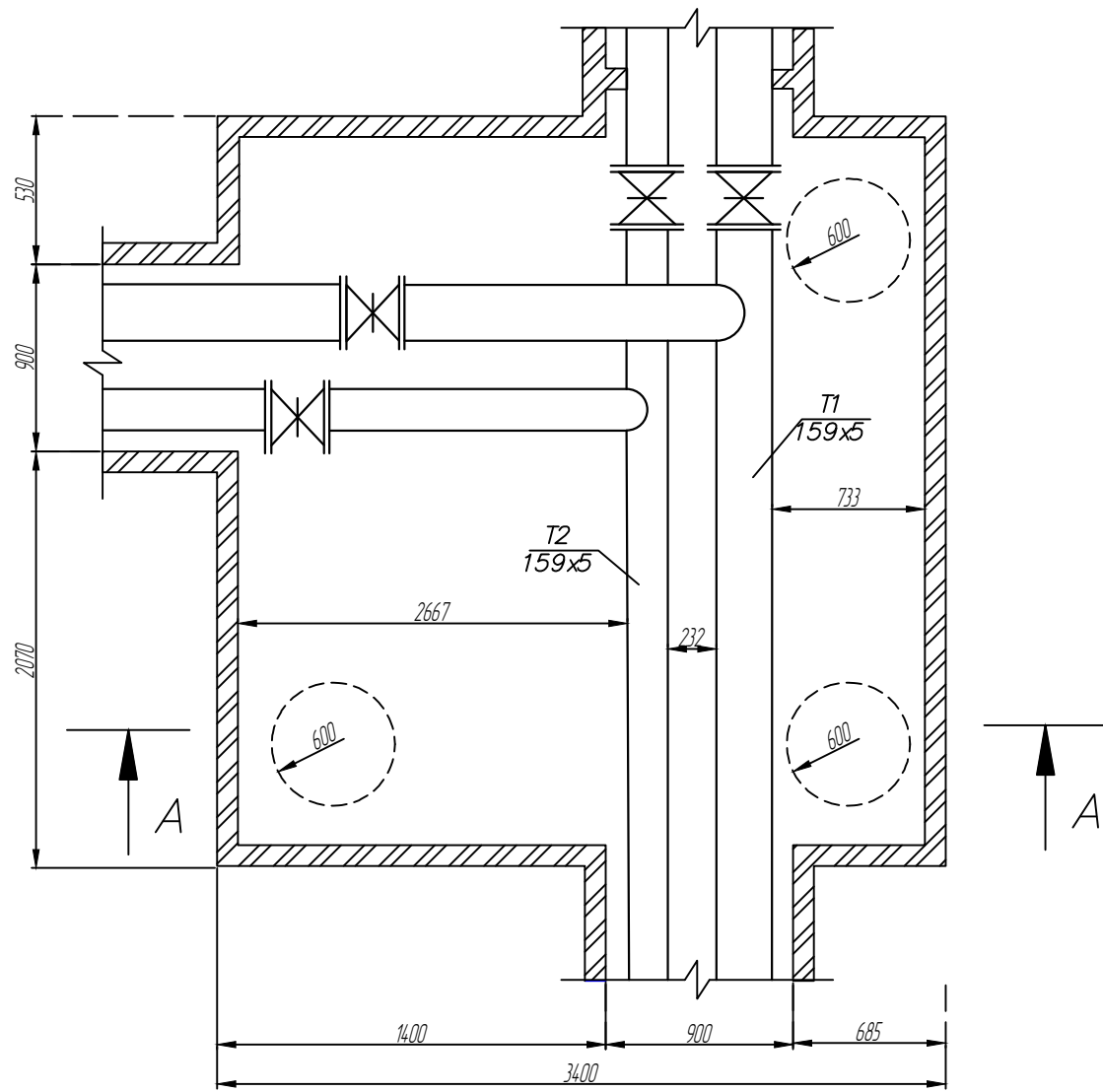
						2021	601НТ-20336-МР		
						Аналіз енергоефективності системи теплоснабження мікрорайону міста Кременчук з використанням енергозберігаючих технологій			
Зк	Кільк.	Арх.	МРок.	Підпис	Дата				
Розробив	Уваліченко Р.В.					Стар?ф	Архив?	Архив?в	
Впевірив	Борщ О.Б.					Р	5	8	
Зав.кафедри	Уман В.С.					Графік тиску в закритій тепловій мережі			
						Національний університет "Полтавська політехніка імені Єврія Кодратюка"			

Схема 2-х трубної теплової мережі другого житлового мікрорайону



					2021	601НТ-20336-МР		
					Аналіз енергоефективності системи теплоснабження мікрорайону міста Кременчук з використанням енергозберігаючих технологій			
Зк	Кільк.	Арх.	МРок.	Підпис	Дата	Стар?ф Архив Архив?в		
Розробив	Калініченко Р.В.					P	6	8
Перевірив	Борис О.Б.					Національний університет "Полтавська політехніка імені Єврія Кондратюка"		
Зав. кафедрою	Гулик В.С.					Схема 2-х трубної теплової мережі другого житлового мікрорайону		

План ТК50 М 1:25



Розріз А-А М 1:25

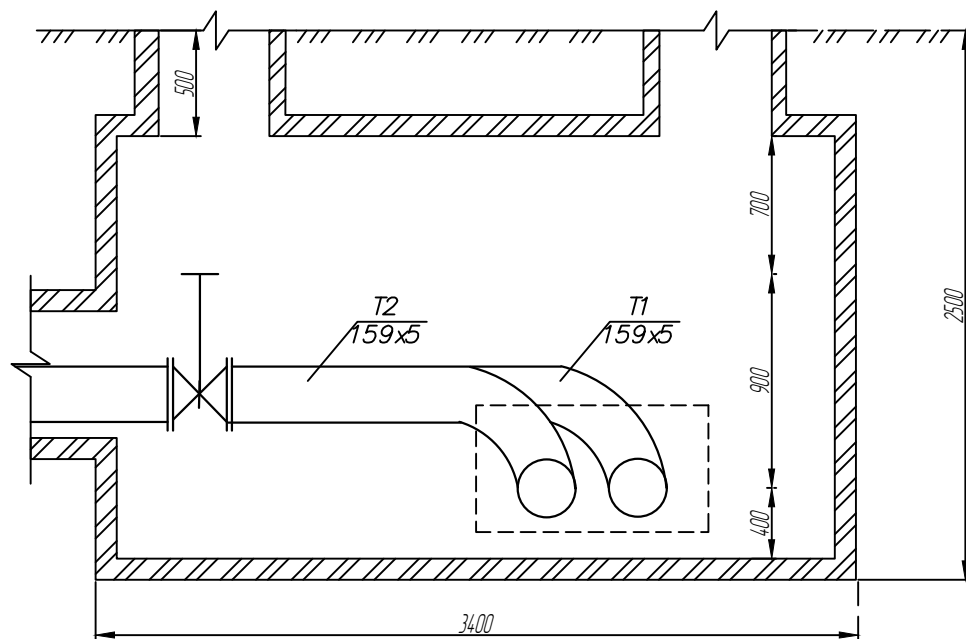
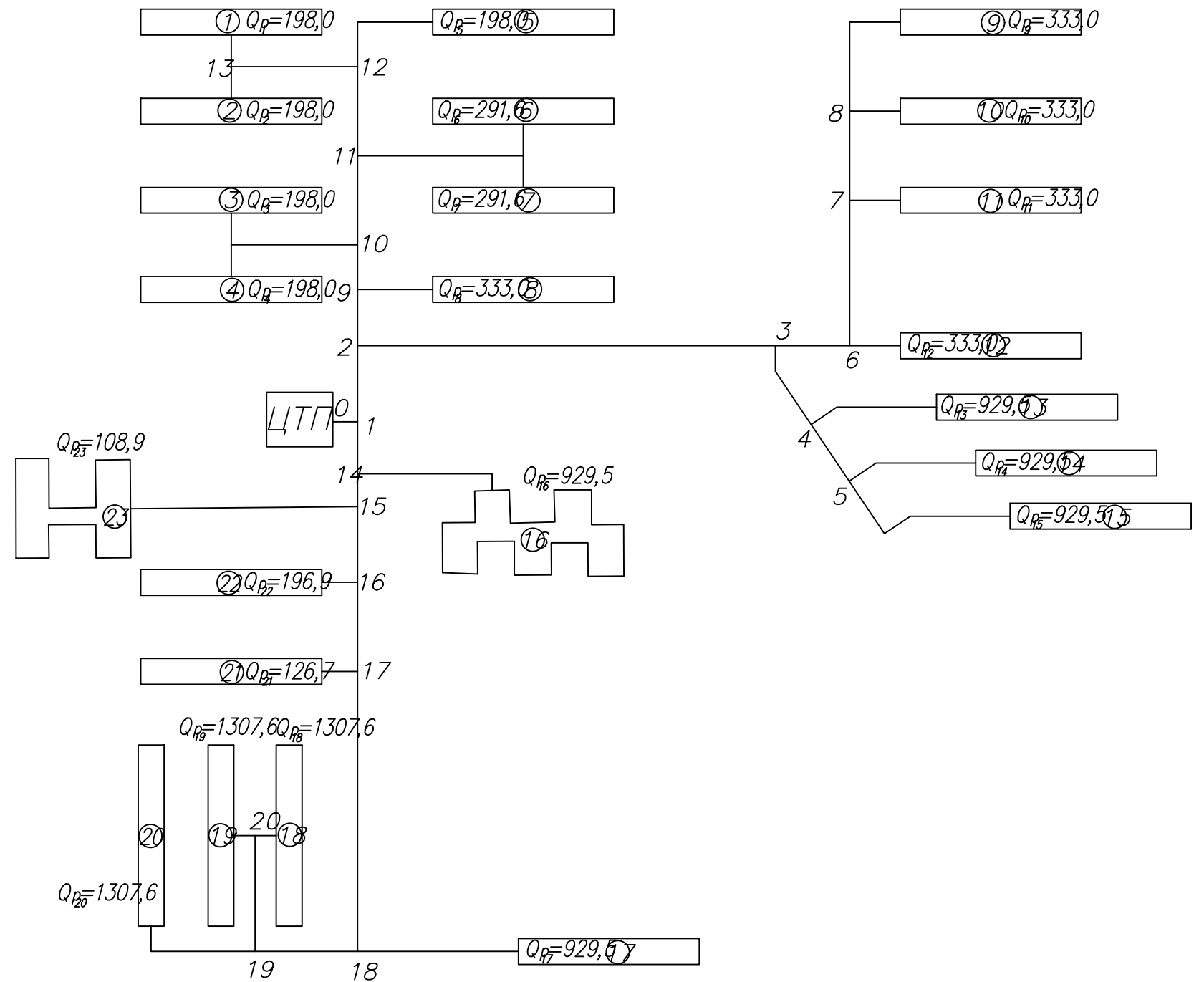


Схема траси другого житлового мікрорайону

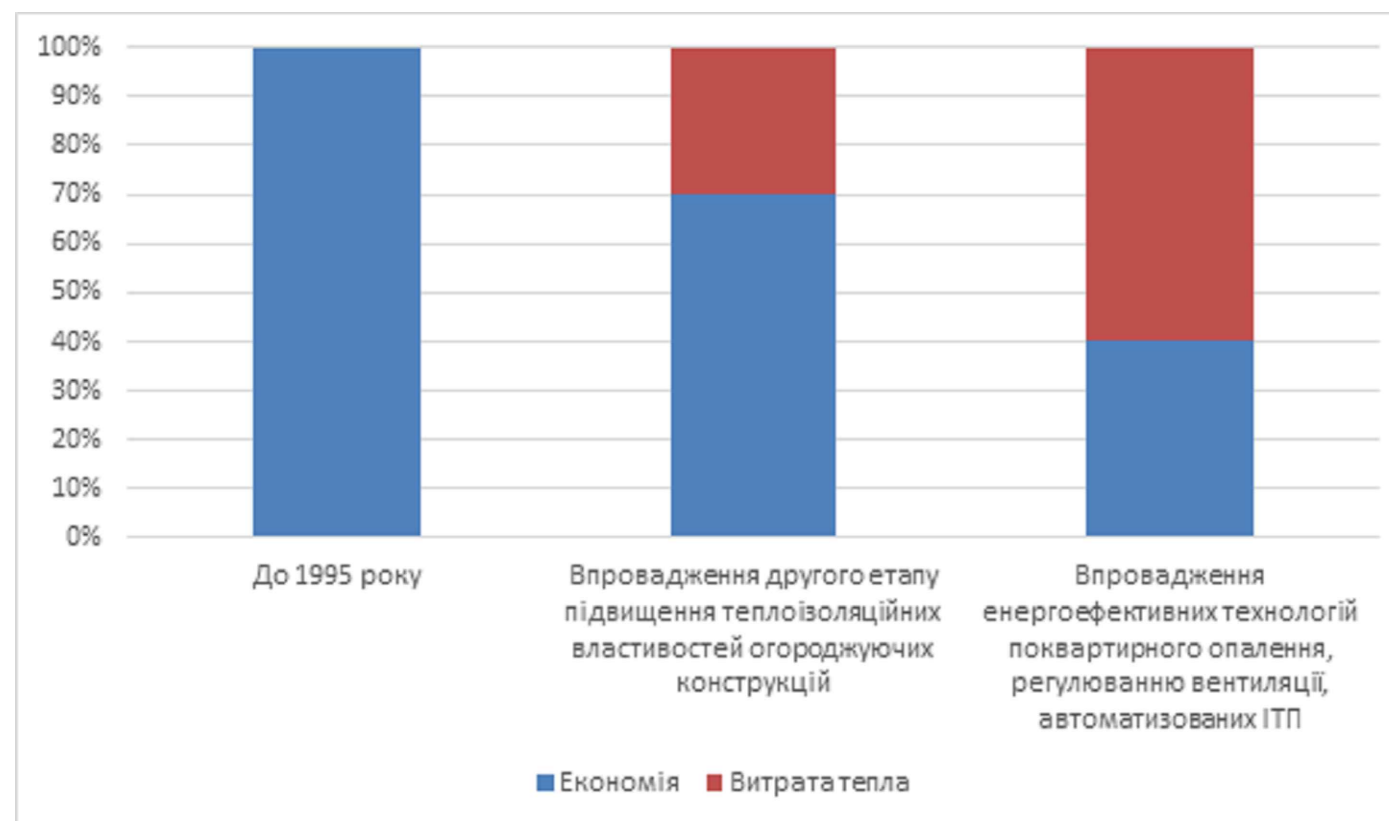


					2021	601HT-20336-MP		
					Аналіз енергоефективності системи теплоснабчання мікрорайону міста Кременчук з використанням енергозберігаючих технологій			
Зм	Кільк.	Арк.	№Фак.	Підпис	Дата	Старший	Архив	Архив?в
Розробив	Калініченко Р.В.					Р	7	8
Перевірив	Борис О.Б.							
Зав.кафедри	Галич В.С.							
Схема траси другого житлового мікрорайону. План теплової камери ТК50. Розріз А-А						Національний університет "Полтавська політехніка імені Єврія Кодратюка"		

Структура споживання тепла на опалення та вентиляцію



Ефект від впровадження зберігаючих технологій в нових будівництвах



Структура споживання тепла на гаряче водопостачання



Структура втрат тепла при виробництві, транспортуванні та споживанні



2021						601НТ-20336-МР		
Аналіз енергоефективності системи тепlopостачання мікрорайону міста Кременчук з використанням енергозберігаючих технологій						Старший Архив Архивув		
Зк	Кільк.	Арх.	МФок	Підпис	Дата	Р	В	В
Розробив	Калініченко Р.В.							
Перевірив	Борщ О.Б.							
Зав. кафедрою	Гелюк В.С.							
Базована частина						Національний університет "Полтавська політехніка імені Єврія Кондратюка"		