

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С.Гулого
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

«До захисту в ЕК»
Директор інституту
_____ Блаженко С.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2022 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Петренко В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності _____ 144 Теплоенергетика _____
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Теплоенергетика та енергоефективні технології
на тему: «Проект системи тепlopостачання житлово-промислового району № 4 в місті Житомир»

Виконав: здобувач 5 курсу, групи ЗТЕ-5-7ск

Щупак Олексій Леонідович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник доц. Самійленко Сергій Миколайович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Я як здобувач Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела.

_____ Щупак О.Л.
(підпис) (прізвище здобувача)

Київ - 2022 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С.Гулого
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 144 Теплоенергетика
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Теплоенергетика та енергоефективні технології
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕХТ

проф. Петренко В.П.

“01” листопада 2021 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Щупака Олексія Леонідовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Проект системи тепlopостачання житлово-промислового району № 4 в місті Житомир»

керівник роботи: доц. Самійленко Сергій Миколайович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “01”11.2021 року № 859-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2022 року

3. Вихідні дані до роботи технологічне навантаження 12,0 МВт; температура теплоносія 95 С; розрахункова температура -22 С; температура зовнішнього повітря - 0,8 С; температура для системи вентиляції -10 °С; тривалість роботи промислового підприємства – 7000 год; тривалість опалювального періоду – 192 дів; температури мережної води τ_{01}/τ_{02} : 140°С/70°С.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Розрахунок теплових навантажень житлово–промислового району міста

2. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами

3. Охорона праці

4. Творче завдання на тему: «Екологія, про порядок поводження з відходами»

5. Перелік графічного матеріалу

1. План району з трасою теплових мереж. Схема абонентського приєднання житлового будинку до теплової мережі. Графіки.

2. Розміщення обладнання котельні в плані на відмітці 0,000 обслуговування обладнання

3. Повздовжній розріз котельні.

4. Теплова схема котельні

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 16.12.2021

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Визначення теплових навантажень в системі ТПЖР	16.12-19.12.2021	Виконано
2	Розрахунок витрати та температури мережної води в прямій та зворотній магістралях	20.12-29.12.2021	Виконано
3	Визначення розрахункових витрат теплоносія	30.12-09.01.2022	Виконано
4	Формування вихідних даних до Частини 2 проекту	10.01-12.01.2022	Виконано
5	Розрахунок теплової схеми котельні	13.01-18.01.2022	Виконано
6	Вибір енергетичного обладнання котельні	19.01-22.01.2022	Виконано
7	Оформлення креслень та ПЗ	23.01-31.01.2022	Виконано

Здобувач _____
(підпис)

Щупак О.Л.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Самійленко С.М.
(прізвище та ініціали)

Зміст

Анотація.....	5
Вступ.....	6
1. Розрахунок теплових навантажень житлово-промислового району міста.....	7
1.1 Вихідні дані до проекту.....	7
1.2 Визначення теплових навантажень в системі теплопостачання житлового району.....	9
1.3 Розрахунок витрати та температури мережної води в прямій та зворотній магістралях.....	17
1.4 Визначення розрахункових витрат теплоносія.....	33
1.5 Вихідні дані до частини 2 проекту.....	36
2. Розрахунок теплової схеми котельні.....	38
2.1 Формування вихідних даних для теплового розрахунку котельні з водогрійними котлами.....	38
2.2 Формування принципової схеми водогрійної котельні.....	41
2.3 Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами.....	42
2.4 Визначення енергетичних показників роботи котельні з водогрійними котлами.....	54
2.5 Вибір обладнання котельні з водогрійними котлами.....	58
3. Охорона праці.....	63
4. Екологія.....	70
Специфікація обладнання.....	79
Список використаних джерел.....	80

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Шупак О.Л.			Проект системи теплопостачання житлово- промислового району №4 в місті Житомир	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Самійленко С.М.				4	80	
Н.контр.						НУХТ		
Т.контр.						Каф. ТЕХТ гр.3ТЕ-5-7ск		
Затвердив		Петренко В.П.						

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра складається з пояснювальної записки (чотирьох частин) та графічної частини.

В пояснювальній записці в першій частині виконано розрахунок теплових навантажень житлового району м. Житомир. Визначені витрати та температури мережної води на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання, за результатами яких побудовані графіки. Виконаний розрахунок сумарної річної витрати теплоти.

В другій частині пояснювальної записки виконаний розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами, з врахуванням теплових навантажень житлового району та промислового підприємства. Здійснений вибір енергетичного обладнання котельні.

В третій частині пояснювальної записки розглянуті загальні питання з охорони праці.

В четвертій частині пояснювальної записки розглянуто екологічні аспекти підприємства, а саме про порядок поводження з відходами.

Графічна частина складається з чотирьох креслень. На першому листі викреслено план району з трасою теплових мереж, схема абонентського приєднання житлового будинку до теплової мережі, графіки. На другому листі викреслено розміщення обладнання котельні в плані на відмітці 0,000 обслуговування обладнання. На третьому листі викреслено повздовжній розріз котельні. На четвертому листі викреслено теплову схему котельні.

Ключові слова: тепловий розрахунок, графіки, водогрійна котельня, технологічне обладнання, сучасні системи теплозабезпечення, охорона праці, екологія, відходи.

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Щупак О.Л.</i>				<i>Проект системи теплопостачання житлово- промислового району №4 в місті Житомир</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив</i>	<i>Самійленко С.М.</i>						5	80
<i>Н.контр.</i>						<i>НУХТ Каф. ТЕХТ гр.3ТЕ-5-7ск</i>		
<i>Т.контр.</i>								
<i>Затвердив</i>	<i>Петренко В.П.</i>							

ВСТУП

В умовах міграції населення з сільської місцевості до міст виникає проблема побудови нових масивів, а це в свою чергу ставить питання забезпечення нових житлових районів міст теплом, електроенергією, гарячою водою, газом. Існуючі системи тепло-, електро-, газопостачання міст перевантажені, і не в змозі забезпечити нових споживачів.

Водогрійні котельні, в яких ще є резерв, побудовані, як правило, десятки років тому. Відповідно обладнання, що експлуатується на цих котельнях, морально та фізично застаріло. Тому виходом з такої ситуації являється реконструкція як тепломеханічного так і електричного обладнання водогрійної котельні, або будівництво нових, сучасних котелень.

Дана кваліфікаційна робота передбачає проект водогрійної котельні для забезпечення потреб опалення, вентиляції та гарячого водопостачання житлового району міста Житомира та технологічного навантаження промислового підприємства.

Для реалізації проекту вирішено такі задачі:

- розраховані теплові навантаження в системі теплопостачання житлового району;
- знайдені витрата та температури мережної води в прямій та зворотній магістралях;
- розрахована теплова схема котельні з водогрійними котлами;
- здійснено вибір обладнання;
- визначено собівартість теплоти, відпущеної від котельні;
- описано заходи з охорони праці;
- описано екологічні аспекти підприємства, а саме про порядок поводження з відходами;

Виконані компоновані креслення та теплова схема котельні.

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	6
Змн.	рк.	докум.	дпис	Дата		

Розділ 1. Розрахунок теплових навантажень житлово – промислового району міста

1.1 Вихідні дані до проекту

1. Географічний пункт розміщення житлово – промислового району:
 - м. Житомир
2. Генплан мікрорайону з розміщенням джерела теплоти:
 - варіант № 4 (48 житлових кварталів)
3. Структура теплового навантаження:
 - 3.1 Опалення житлових кварталів
 - 3.2 Гаряче водопостачання житлових кварталів
 - 3.3 Технологічне навантаження промислового підприємства:
 $Q=12\text{МВт}$
 - 3.4 Теплоносій: гаряча вода з температурою 95°C
4. Розрахункова температура (максимально зимова) для проектування системи опалення :
 - $t_{\text{зов}} = -22^{\circ}\text{C}$
5. Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період:
 - $t_{\text{сер.зов.}} = - 0,8^{\circ}\text{C}$
6. Розрахункова температура для проектування системи вентиляції:
 - $t_{\text{вент.}} = - 10^{\circ}\text{C}$
7. Температура початку опалювального періоду:
 - $t_{\text{поч}} = 8^{\circ}\text{C}$
8. Температура точки «зламу» тзл. (розраховується після побудови графіка зміни температури і витрат мережевої води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря)
9. В дипломному проекті розрахунки всіх видів теплових навантажень здійснюємо для трьох характерних режимів

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Щупак О.Л.			Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в місті Житомир	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірів		Самійленко С.М.					7	80
Н.контр.						НУХТ		
Т.контр.						Каф. ТЕХТ гр.3ТЕ-5-7ск		
Затвердив		Петренко В.П.						

- максимально зимового

- точки «зламу» температурного графіка опалення

- літнього

10. Тривалість роботи промислового підприємства :

- $T_{\text{ПП}} = 7000$ год

11. Тривалість опалювального періоду:

- $n_{\text{оп}} = 192$ діб.

12. Тривалість періоду стояння температур зовнішнього періоду: діб:

Температура	°C							
	-30... ...-25	-25... ...-20	-20... ...-15	-15... ...-10	-10... ...-5	-5... ...0	0... ...+5	+5... ...+8
У вказаному інтервалі	0,1	0,9	4,9	13,4	27,9	52,3	60,4	27,1
Нижче даної	0,1	1,0	5,9	19,3	47,2	99,5	159,9	192

13. Розрахункова температура мережної води:

- $t_{0,1} = 140^{\circ}\text{C}$

- $t_{0,2} = 70^{\circ}\text{C}$

14. Система теплопостачання:

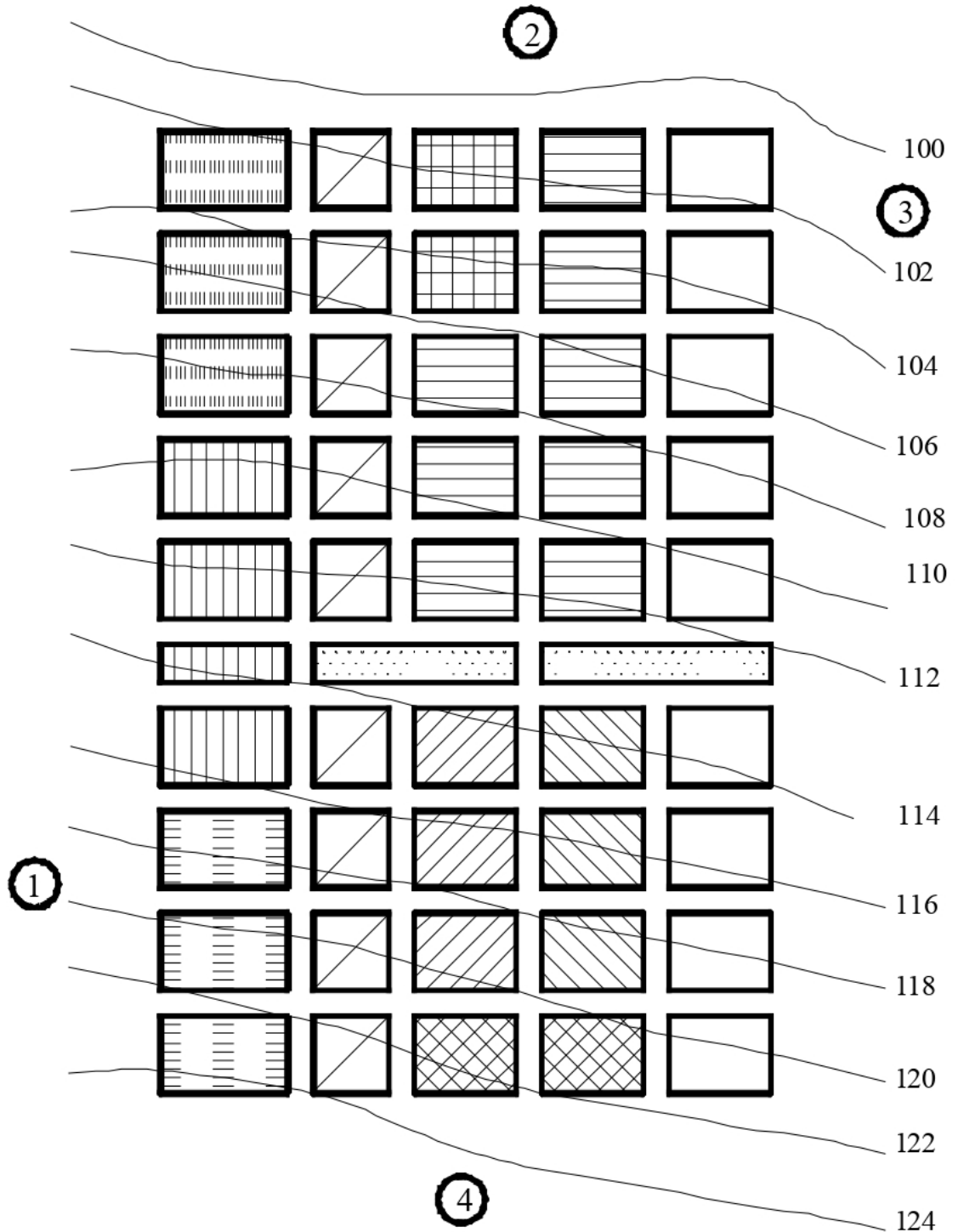
- закрита

15. Метод регулювання теплового навантаження на опалення:

- центральне якісне регулювання з місцевим кількісним регулюванням

1.2 Визначення теплових навантажень в системі теплопостачання житлового району

1.2.1 Викреслюємо план району, у відповідності із завданням у масштабі 1:3000



Нумеруємо на плані району квартали району теплопостачання

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк..
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		9

1.2.2 Визначаємо загальну площу житлових споруд району:

- площа 1 району $F_1=0,18$ га

- густина (щільність) житлового фонду (дод.8) $f_1=7500\frac{м^2}{га}$

$$F_{ж} = F_1 \cdot f_1$$

$$0.18 \cdot 7500 = 1.35 \cdot 10^3$$

1.2.3 Визначаємо максимальне навантаження системи опалення житлових і громадських будівель:

- збільшений показник максимального теплового потоку (дод. 9):

$$q_0 = 86 \text{ Вт/м}^2$$

- коефіцієнт, що враховує тепловий потік на опалення громадських споруд:

$$K_{гр} = 0,25$$

$$Q'_{o_max} := q_0 \cdot F_{ж} \cdot (1 + K_{гр}) \cdot 10^{-6}$$

$$86 \cdot 1.35 \cdot 10^3 \cdot (1 + 0.25) \cdot 10^{-6} = 0.15 \text{ МВт}$$

1.2.4 Визначаємо максимальне теплове навантаження системи вентиляції громадських споруд:

- Коефіцієнт, що враховує тепловий потік на вентиляцію громадських споруд:

$$K_{в} = 0,4$$

$$Q'_{в_max} := K_{гр} \cdot K_{в} \cdot q_0 \cdot F_{ж} \cdot 10^{-6}$$

$$0.25 \cdot 0.4 \cdot 86 \cdot (1.35 \times 10^3) \cdot 10^{-6} = 0.01 \text{ МВт}$$

1.2.5 Визначаємо чисельність (кількість мешканців) людей, що проживають у районі:

Норма загальної площі на одного мешканця приймається 18...25м²/люд.:

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$f_{\text{заг}} = 25 \text{ м}^2/\text{люд}$$

$$m := \frac{F_{\text{ж}}}{f_{\text{з}}}$$

$$\frac{(1.35 \times 10^3)}{25} = 54 \text{ люд}$$

1.2.6 Визначаємо середнє теплове навантаження на гаряче водопостачання житлових і громадських споруд:

- укрупнений показник середнього теплового потоку на гаряче водопостачання житлових і громадських споруд:

$$q_{\text{г}} := 376 \frac{\text{Вт}}{\text{люд}}$$

$$Q'_{\text{гвп}} := q_{\text{г}} \cdot m \cdot 10^{-6} \quad 376 \cdot 54 \cdot 10^{-6} = 0.02 \text{ МВт}$$

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.2.7 Зводимо результати розрахунку по кожному кварталу в таблицю 1.

Номер квартала	Площа квартала, га	Густина (щільність) житлового фонду, м ² /га	Житлова площа кварталу, м ²	Кількість мешканців, люд.	Теплові потоки, МВт			
					$Q'_{омах}$	$Q'_{вмах}$	$Q'_{ГВП}$	Всього: 6+7+8
					Опалення	Вентиляція	ГВП	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,18	7500	1337	53	0,14	0,01	0,02	0,18
2	0,11	7200	784	31	0,08	0,01	0,01	0,10
3	0,16	6400	1014	41	0,11	0,01	0,02	0,13
4	0,16	5800	919	37	0,10	0,01	0,01	0,12
5	0,16	3600	570	23	0,15	0,01	0,01	0,17
6	0,18	7500	1337	53	0,14	0,01	0,02	0,18
7	0,11	7200	784	31	0,08	0,01	0,01	0,10
8	0,16	6400	1014	41	0,11	0,01	0,02	0,13
9	0,16	5800	919	37	0,10	0,01	0,01	0,12
10	0,16	3600	570	23	0,15	0,01	0,01	0,17
11	0,18	7500	1337	53	0,14	0,01	0,02	0,18
12	0,11	7200	784	31	0,08	0,01	0,01	0,10
13	0,16	5800	919	37	0,10	0,01	0,01	0,12
14	0,16	5800	919	37	0,10	0,01	0,01	0,12
15	0,16	3600	570	23	0,15	0,01	0,01	0,17
16	0,18	6100	1087	43	0,12	0,01	0,02	0,14
17	0,11	7200	784	31	0,08	0,01	0,01	0,10
18	0,16	5800	919	37	0,10	0,01	0,01	0,12
19	0,16	5800	919	37	0,10	0,01	0,01	0,12
20	0,16	3600	570	23	0,15	0,01	0,01	0,17
21	0,18	6100	1087	43	0,12	0,01	0,02	0,14
22	0,11	7200	784	31	0,08	0,01	0,01	0,10
23	0,16	5800	919	37	0,10	0,01	0,01	0,12
24	0,16	5800	919	37	0,10	0,01	0,01	0,12
25	0,16	3600	570	23	0,15	0,01	0,01	0,17
26	0,08	6100	494	20	0,05	0,004	0,01	0,06
27	0,13	3600	454	18	0,12	0,01	0,01	0,14
28	0,14	3600	518	21	0,14	0,01	0,01	0,16
29	0,18	6100	1087	43	0,12	0,01	0,02	0,14
30	0,11	7200	784	31	0,08	0,01	0,01	0,10
31	0,16	4500	713	29	0,11	0,01	0,01	0,13
32	0,16	5000	792	32	0,12	0,01	0,01	0,15
33	0,16	3600	570	23	0,15	0,01	0,01	0,17
34	0,18	7500	1337	53	0,14	0,01	0,02	0,18
35	0,11	7200	784	31	0,08	0,01	0,01	0,10
36	0,16	4500	713	29	0,11	0,01	0,01	0,13
37	0,16	5000	792	32	0,12	0,01	0,01	0,15
38	0,16	3600	570	23	0,15	0,01	0,01	0,17
39	0,18	7500	1337	53	0,14	0,01	0,02	0,18
40	0,11	7200	784	31	0,08	0,01	0,01	0,10
41	0,16	4500	713	29	0,11	0,01	0,01	0,13
42	0,16	4500	713	29	0,11	0,01	0,01	0,13
43	0,16	3600	570	23	0,15	0,01	0,01	0,17
44	0,18	7500	1337	53	0,14	0,01	0,02	0,18
45	0,11	7200	784	31	0,08	0,01	0,01	0,10
46	0,16	6800	1077	43	0,12	0,01	0,02	0,14
47	0,16	6800	1077	43	0,12	0,01	0,02	0,14
48	0,16	3600	570	23	0,15	0,01	0,01	0,17
Всього	7,21	274600	40902	1636	5,59	0,45	0,62	6,65

Таблиця 1. Розрахунок теплових навантажень.

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

1.2.8 Визначаємо максимальне теплове навантаження на гаряче водопостачання житлових і громадських споруд:

- сумарне навантаження на ГВП:

$$Q_{\text{ГВП}} = 0,62 \text{ МВт}$$

$$Q_{\text{ГВП_max}} = 2,4 \cdot Q_{\text{ГВП}}$$

$$2,4 \cdot 0,62 = 1,49 \text{ МВт}$$

1.2.9 Визначаємо середнєте пловенанвантаження на гаряче водопостачання для неопалювального (літнього) періоду:

- температура холодної води для літнього періоду: $t_{\text{хол.}} = 15^{\circ}\text{C}$

- температура холодної води для зимового періоду: $t_{\text{хол.зим}} = 15^{\circ}\text{C}$

- коефіцієнт, що враховує зміну витрати мережної води на гаряче водопостачання в неопалювальний період по відношенню до опалювального для житлово-комунального сектора: $\beta=0,8$

$$Q'_{\text{ГВП_сер_л}} := Q'_{\text{ГВП}} \cdot \frac{55 - t_{\text{ХВ_л}}}{55 - t_{\text{ХВ_з}}} \cdot \beta$$

$$0,62 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 0,4 \text{ МВт}$$

1.2.10 Визначаємо максимальне теплове навантаження на гаряче водопостачання для неопалювального (літнього) періоду:

$$Q'_{\text{ГВП_max_л}} := Q'_{\text{ГВП_max}} \cdot \frac{55 - t_{\text{ХВ_л}}}{55 - t_{\text{ХВ_з}}} \cdot \beta$$

$$1,49 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 0,95 \text{ МВт}$$

1.2.11 Визначаємо теплові навантаження на опалення Q_o та вентиляцію Q_v для 5-ти характерних температур зовнішнього повітря: t_{z0} , t_z , $t_{z_сер_оп}$, t_{z3} , $t_{zпк}$

- температура повітря в середині приміщення: $t=18^{\circ}\text{C}$

- сумарне навантаження на опалення: $Q_{\text{max}} = 5,59 \text{ МВт}$

$$Q_o := Q'_{o_max} \cdot \frac{t_{\text{вп}} - t_{z0}}{t_{\text{вп}} - t_{z0}}$$

$$5,59 \cdot \frac{18 - (-22)}{18 - (-22)} = 5,59 \text{ МВт}$$

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

-сумарне навантаження на вентиляцію: $Q_{\max} = 0,45 \text{ МВт}$

$$Q_v := Q'_{v_max} \cdot \frac{t_{вр} - t_{зо}}{t_{вр} - t_{зо}}$$

$$0,45 \cdot \frac{18 - (-22)}{18 - (-22)} = 0,45 \text{ МВт}$$

1.2.12 Визначаємо теплове навантаження системи гарячого водопостачання (середнє і максимальне) на протязі опалювального періоду, як незмінні, незалежно від температури зовнішнього повітря

1.2.13 Зводимо результати розрахунків в таблицю 2.

№ п/п	Позначення	Одиниця виміру	Тепловий потік при t_3					літо
			$t_{3,0}$ -22 °C	t_3 -10 °C	$t_3^{серопал}$ -0,8 °C	$t_{3,з}$ +2,7 °C	$t_{зпк}$ +8 °C	
1	\overline{Q}_o		1	0,70	0,47	0,38	0,25	
2	Q_o	МВт	5,59	3,91	2,63	2,14	1,40	
3	Q_s	МВт	0,45	0,32	0,21	0,17	0,11	
4	$Q'_{ГВП}$	МВт	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,40
5	$Q'_{ГВП \max}$	МВт	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	0,95
6	Всього: 2+3+4	МВт	6,66	4,85	3,46	2,94	2,13	0,40
7	Всього: 2+3+5	МВт	7,53	5,72	4,33	3,80	3,00	0,95

Таблиця 2. Значення максимальних і середніх теплових навантажень в залежності від температури зовнішнього повітря.

1.2.14 Визначаємо річну витрату теплоти:

- на опалення

$$Q_{o_річ} := Q'_{o_max} \cdot n_o \cdot 24 \cdot \frac{t_{вр} - t_{з_сер_оп}}{t_{вр} - t_{зо}} \cdot 3,6$$

$$5,59 \cdot 192 \cdot 24 \cdot \frac{18 - (-0,8)}{18 - (-22)} \cdot 3,6 = 4,36 \times 10^4 \frac{\text{ГДж}}{\text{рік}}$$

- на вентиляцію

$$Q_{в_річ} := Q'_{в_max} \cdot n_o \cdot 24 \cdot \frac{16}{24} \cdot \frac{t_{вр} - t_{з_сер_оп}}{t_{вр} - t_{зо}} \cdot 3.6$$

$$0.45 \cdot 192 \cdot 24 \cdot \frac{16}{24} \cdot \frac{18 - (-0.8)}{18 - (-22)} \cdot 3.6 = 2.34 \times 10^3 \frac{\text{ГДж}}{\text{рік}}$$

- на гаряче водопостачання

Тривалість роботи системи ГВП протягом року : $n=840$ год.

$$Q_{гвп_річ} := [Q'_{гвп} \cdot n_o \cdot 24 + Q'_{гвп_сер_л} \cdot (n - n_o \cdot 24)] \cdot 3.6$$

$$[0.62 \cdot 192 \cdot 24 + 0.4 \cdot (8400 - 192 \cdot 24)] \cdot 3.6 = 1.57 \times 10^4 \frac{\text{ГДж}}{\text{рік}}$$

1.2.15 Визначаємо сумарну річну витрату теплоти на опалення, вентиляцію, ГВП:

$$\Sigma Q_{річ} := Q_o_{річ} + Q_{в_річ} + Q_{гвп_річ}$$

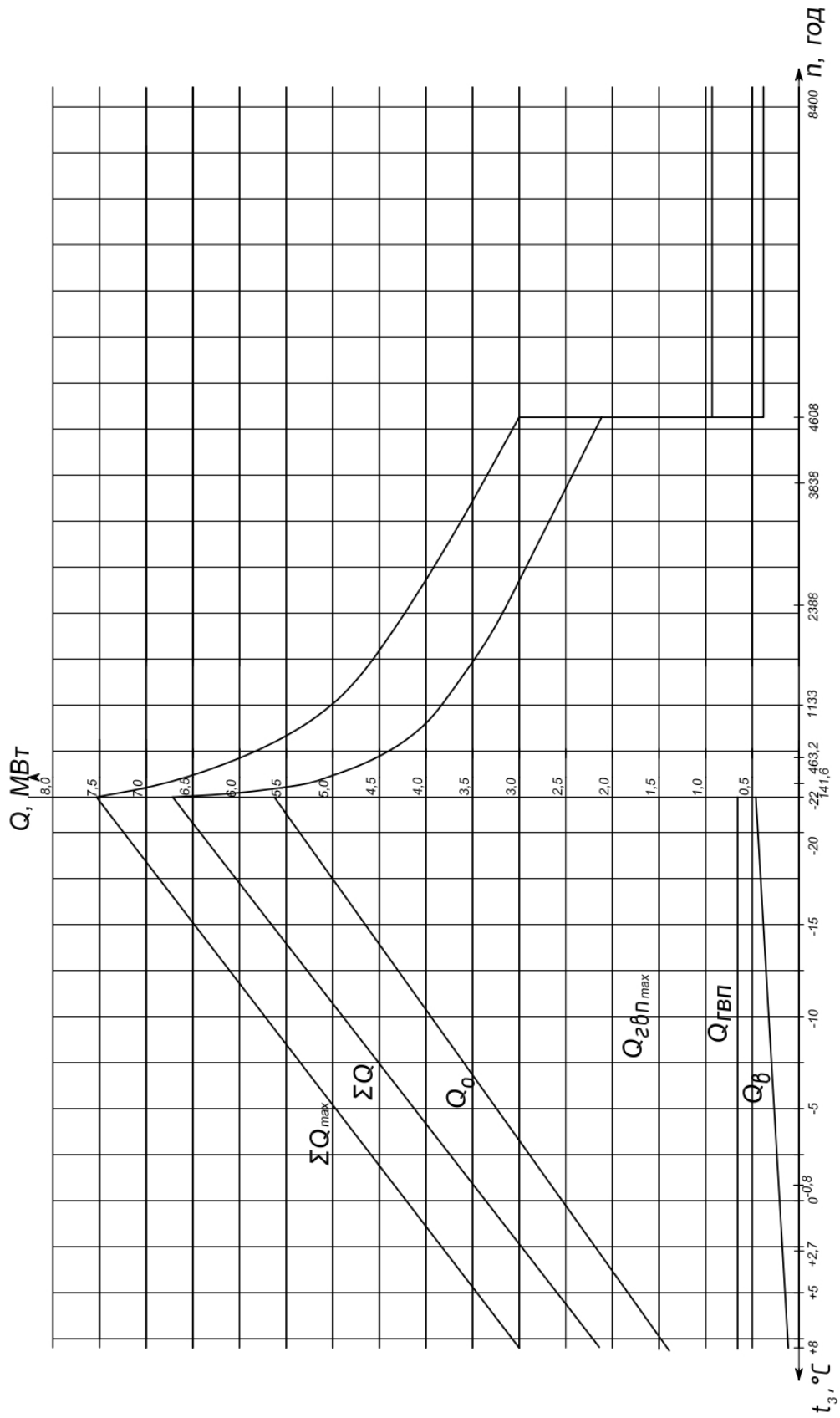
$$4.36 \times 10^4 + 2.34 \times 10^3 + 1.57 \times 10^4 = 6.16 \times 10^4 \frac{\text{ГДж}}{\text{рік}}$$

$$\Sigma Q_{річн} := \frac{\Sigma Q_{річ}}{3.6}$$

$$\frac{6.16 \times 10^4}{3.6} = 1.71 \times 10^4 \text{ МВт}$$

1.2.16 Будуємо графік зміни теплових навантажень на опалення, ГВП, вентиляцію в залежності від температури зовнішнього повітря та графік змін теплових навантажень протягом року.

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



Графік зміни теплових навантажень опалення, вентиляції та ГВП на протязі опалювального періоду року

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР 000.144.005.009.2022. ПЗ

Арк.

16

1.3 Розрахунок витрати та температури мережної води в прямій та зворотній магістралях

1.3.1 Розрахунок витрат та температур мережної води на опалення

1.3.2 Визначаємо температуру мережної води для 5-ти характерних температур зовнішнього повітря: t_{30} , t_3 , $t_{3_сер_оп}$, t_{33} , $t_{3пк}$:

- в подавальному трубопроводі

розрахункова температура мережної води перед системою опалення (на вході в опалювальні прилади), приймається в межах $95^\circ \dots 105^\circ \text{C}$: $\tau = 95^\circ \text{C}$

$$\tau'_{пр} := \frac{\tau'_{03} + \tau'_{02}}{2} = \frac{95 + 70}{2} = 82.5 \text{ C}$$

$$\Delta t'_{o} := \tau'_{пр} - t_{вр} = 82.5 - 18 = 64.5 \text{ C}$$

$$\delta \tau'_{o} := \tau'_{01} - \tau'_{02} = 140 - 70 = 70 \text{ C}$$

$$\Theta' := \tau'_{03} - \tau'_{02} = 95 - 70 = 25 \text{ C}$$

$$\tau_{o1} := t_{вр} + \Delta t'_{o} \cdot \left(\frac{t_{вр} - t_{30}}{t_{вр} - t_{30}} \right)^{0.8} + \frac{t_{вр} - t_{30}}{t_{вр} - t_{30}} \cdot (\delta \tau'_{o} - 0.5 \cdot \Theta')$$

$$18 + 64.5 \cdot \left(\frac{18 - (-22)}{18 - (-22)} \right)^{0.8} + \frac{18 - (-22)}{18 - (-22)} \cdot (70 - 0.5 \cdot 25) = 140 \text{ C}$$

- після вузла змішування

$$\tau_{o3} := t_{вр} + \Delta t'_{o} \cdot \left(\frac{t_{вр} - t_{30}}{t_{вр} - t_{30}} \right)^{0.8} + 0.5 \cdot \Theta' \cdot \frac{t_{вр} - t_{30}}{t_{вр} - t_{30}}$$

$$18 + 64.5 \cdot \left(\frac{18 - (-22)}{18 - (-22)} \right)^{0.8} + 0.5 \cdot 25 \cdot \frac{18 - (-22)}{18 - (-22)} = 95 \text{ C}$$

- після системи опалення (опалювальних приладів)

$$\tau_{o2} := t_{вр} + \Delta t'_{o} \cdot \left(\frac{t_{вр} - t_{30}}{t_{вр} - t_{30}} \right)^{0.8} - 0.5 \cdot \Theta' \cdot \frac{t_{вр} - t_{30}}{t_{вр} - t_{30}}$$

$$18 + 64.5 \cdot \left(\frac{18 - (-22)}{18 - (-22)} \right)^{0.8} - 0.5 \cdot 25 \cdot \frac{18 - (-22)}{18 - (-22)} = 70 \text{ C}$$

									Арк.
									17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КР 000.144.005.009.2022. ПЗ				

1.3.3 Визначаємо витрату мережної води на опалення у першому діапазоні($t_{зпк} \dots t_{зз}$):

$$\tau''01 := 70 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\tau''02 := 43.2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$c := 4.19$$

$$Q_o := 1.4 \text{ МВт}$$

$$G_o := \frac{Q_o \cdot 10^3}{c \cdot (\tau''01 - \tau''02)}$$

$$\frac{1.4 \cdot 10^3}{4.19 \cdot (70 - 43.2)} = 12.47 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.3.4 Визначаємо витрату мережної води на опалення у другому діапазоні($t_{зз} \dots t_{зо}$), витрата є постійною і дорівнює розрахунковій:

$$Q'o_{\text{max}} = 5.59 \text{ МВт}$$

$$G'o_{\text{max}} := \frac{Q'o_{\text{max}} \cdot 10^3}{c \cdot (\tau'01 - \tau'02)}$$

$$\frac{5.59 \cdot 10^3}{4.19 \cdot (140 - 70)} = 19.06 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

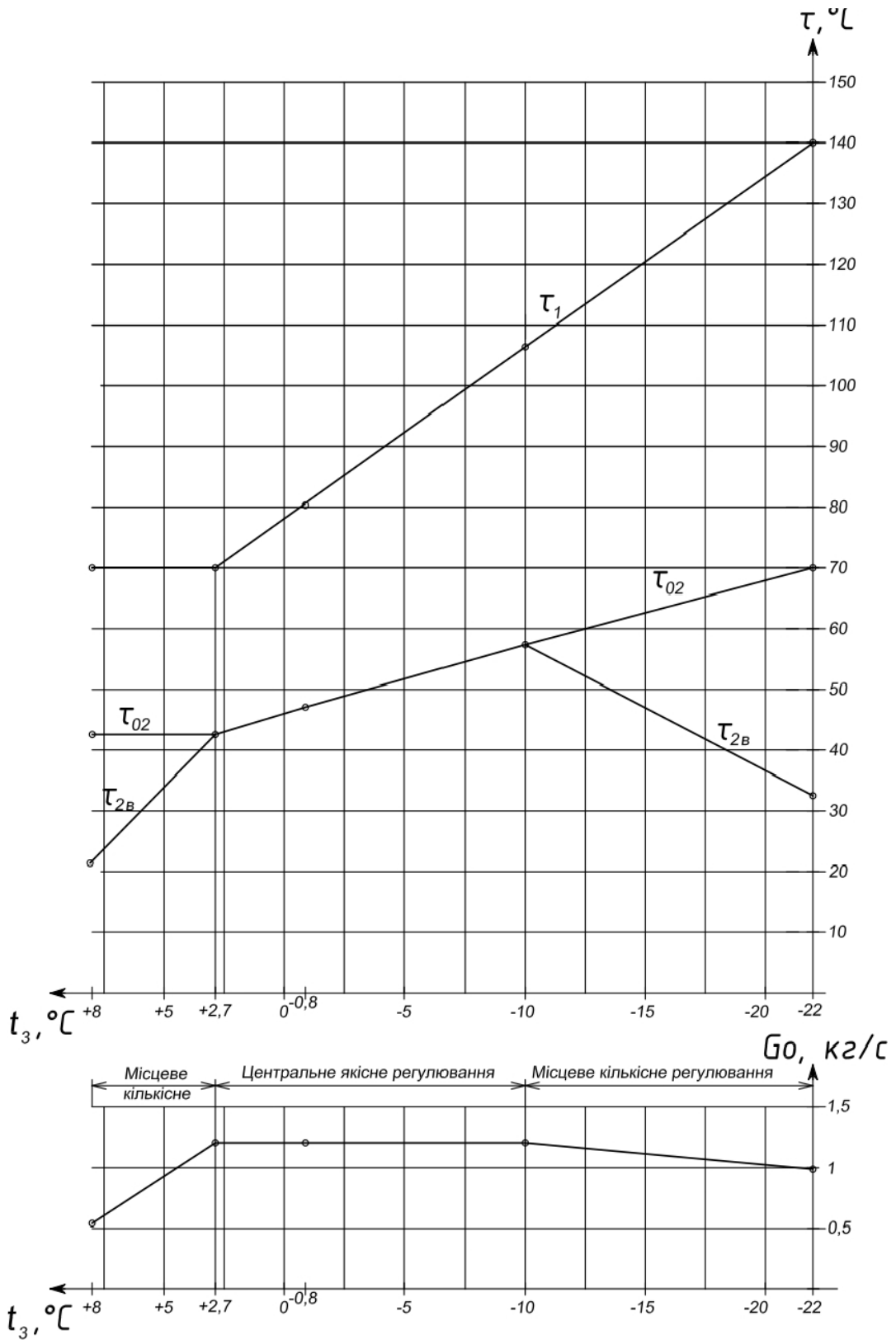
1.3.5 Зводимо результати визначення температур і витрат в таблицю 4.

Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води				
		$t_{з.о}$ -22 °C	$t_{з}$ -10 °C	$t_{з}^{сеп.опал}$ -0,8 °C	$t_{з.з}$ +2,7 °C	$t_{зпк}$ +8 °C
τ_1	°C	140	106,7	80,3	70,0	70,0
τ_{o2}	°C	70	57,7	47,4	43,2	43,2
$\tau_{2в}$	°C	32	57,7	47,4	43,2	21
$G_{в}$	кг/с	0,99	1,2	1,2	1,2	0,54

Таблиця 4. Результат розрахунку температури і витрат води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря

1.3.6 Будуємо графік зміни температури і витрати мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18



Графік зміни температури і витрат мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР 000.144.005.009.2022. ПЗ

Арк.

19

1.3.7 Розрахунок витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання

1.3.8 визначаємо витрату мережної води на гаряче водопостачання

$$Q_{\text{гар.мах}} = 1.49 \text{ МВт}$$

$$\tau = 60^\circ\text{C}$$

температура водопровідної води після підігрівника ГВП 1-го ступеня:

$$t_{\text{п}} = \tau - 5$$

$$43,2 - 5 = 38,5^\circ\text{C}$$

$$G_{\text{ГВП_мах}} := \frac{Q_{\text{ГВП_мах}} \cdot 10^3}{c \cdot (\tau - t_{\text{п}})} \cdot \frac{\tau - t_{\text{п}}}{\tau - t_{\text{хв_з}}}$$

$$\frac{1.49 \cdot 10^3}{4.19 \cdot (70 - 43.2)} \cdot \frac{60 - 38.2}{60 - 5} = 5.26 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.3.9 Визначаємо температуру мережної води після підігрівника 1-го ступеня

$$\tau - 5 = 43,2^\circ\text{C}$$

$$t_2 := \tau - 5 - Q_{\text{ГВП_мах}} \cdot 10^3 \cdot \frac{t_{\text{п}} - t_{\text{хв_з}}}{\tau - t_{\text{хв_з}}} \cdot \frac{1}{c \cdot (G'_{\text{о_мах}} + G_{\text{ГВП_мах}})}$$

$$43.2 - 1.49 \cdot 10^3 \cdot \frac{38.2 - 5}{60 - 5} \cdot \frac{1}{4.17 \cdot (19.06 + 5.26)} = 34.33 \text{ C}$$

1.3.10 Визначемо витрату теплоносія і температу мережної води при t_3 недорівнює t''_3 . Розрахунок проводиться в два етапи: попередній і кінцевий

Попередній розрахунок ($t_3 = 0,8^\circ\text{C}$)

1.3.11 Визначаємо температурні напори 1-го і 2-го ступенів підігрівників при розрахунковому режимі ($t_3 = t''_3$):

$$\Delta t_{\text{бI}} := \tau - t_{\text{хв_з}} \quad 34.33 - 5 = 29.33 \text{ C}$$

$$\Delta t_{\text{мI}} := \tau - t_{\text{п}} \quad 43.2 - 38.2 = 5 \text{ C}$$

$$\Delta t_{\text{I}} := \frac{\Delta t_{\text{бI}} - \Delta t_{\text{мI}}}{\ln\left(\frac{\Delta t_{\text{бI}}}{\Delta t_{\text{мI}}}\right)} \quad \frac{29.33 - 5}{\ln\left(\frac{29.33}{5}\right)} = 13.75 \text{ C}$$

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$$\begin{aligned} \Delta t_{бII} &:= \tau'''01 - t_r && 70 - 60 = 10 \text{ C} \\ \Delta t_{мII} &:= \tau'''02 - t_{пI} && 43.2 - 38.2 = 5 \text{ C} \\ \Delta t_{II} &:= \frac{\Delta t_{бII} - \Delta t_{мII}}{\ln\left(\frac{\Delta t_{бII}}{\Delta t_{мII}}\right)} && \frac{10 - 5}{\ln\left(\frac{10}{5}\right)} = 7.21 \text{ C} \end{aligned}$$

1.3.12 Визначаємо витрату водопровідної води на ГВП

$$\begin{aligned} q_{Г_м} &:= \frac{Q_{ГВП_max} \cdot 10^3}{c \cdot (t_r - t_{хв_з})} \\ &= \frac{1.49 \cdot 10^3}{4.19 \cdot (60 - 5)} = 6.47 \end{aligned}$$

1.3.13 Визначаємо теплопродуктивність підігрівників 1-го і 2-го ступенів

$$\begin{aligned} Q_I &:= c \cdot q_{Г_м} \cdot (t_{пI} - t_{хв_з}) \cdot 10^{-3} && 4.19 \cdot 6.47 \cdot (38.2 - 5) \cdot 10^{-3} = 0.9 \text{ МВт} \\ Q_{II} &:= c \cdot q_{Г_м} \cdot (t_r - t_{пI}) \cdot 10^{-3} && 4.19 \cdot 6.47 \cdot (60 - 38.2) \cdot 10^{-3} = 0.59 \text{ МВт} \end{aligned}$$

Повинна виконуватися умова: $Q_I + Q_{II} = Q_{ГВП_max}$, що і маємо:

$$\begin{aligned} 0.9 + 0.59 &= 1.49 \text{ МВт} \\ Q_{ГВП_max} &= 1.49 \text{ МВт} \end{aligned}$$

1.3.14 Визначаємо витрати мережної води, що проходить через підігрівників 1-го і 2-го ступенів:

$$\begin{aligned} G_{II} &:= \frac{0.55 \cdot Q_{ГВП_max} \cdot 10^3}{c \cdot (\tau'''01 - \tau'''02)} && \frac{0.55 \cdot 1.49 \cdot 10^3}{4.19 \cdot (70 - 43.2)} = 7.3 \\ G_I &:= G_{II} + G'_{o_max} && 7.3 + 19.06 = 26.36 \end{aligned}$$

1.3.15 Визначаємо параметр підігрівників 1-го і 2-го ступенів:

$$\begin{aligned} G_{мI} &:= q_{Г_м} = 6.47 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \\ G_{бI} &:= G_I = 26.36 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \end{aligned}$$

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Phi I := \frac{QI \cdot 10^3}{\Delta t I \cdot c \cdot \sqrt{GM I \cdot G6 I}} = \frac{0.9 \cdot 10^3}{13.75 \cdot 4.19 \cdot \sqrt{6.47 \cdot 26.36}} = 1.2$$

$$GM II := q_{\Gamma_M} = 6.47 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$G6 II := G II = 7.3 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$\Phi II := \frac{Q II \cdot 10^3}{\Delta t II \cdot c \cdot \sqrt{GM II \cdot G6 II}} = \frac{0.59 \cdot 10^3}{7.21 \cdot 4.19 \cdot \sqrt{6.47 \cdot 7.3}} = 2.84$$

1.3.16 Визначаємо теплопродуктивність 1-го ступеню, нехтуючи витратою мережної води через 1-й ступінь GI і приймаючи витрату нагрівної води через його рівню G`o_max, температуру нагрівної води на вході в підігрівник 1-го ступеню, рівною $\tau_{cm} = \tau_{02}$:

$$\epsilon I := \left(0.35 \cdot \frac{GM I}{G6 I} + 0.65 + \frac{1}{\Phi I} \cdot \sqrt{\frac{GM I}{G6 I}} \right)^{-1}$$

$$\left(0.35 \cdot \frac{6.47}{19.06} + 0.65 + \frac{1}{1.2} \cdot \sqrt{\frac{6.47}{19.06}} \right)^{-1} = 0.8$$

$$\tau_{cm} := 47.4 \text{ C}$$

$$Q I := c \cdot \epsilon I \cdot GM I \cdot (\tau_{cm} - t_{xv_3}) \cdot 10^{-3}$$

$$4.19 \cdot 0.8 \cdot 6.47 \cdot (47.4 - 5) \cdot 10^{-3} = 0.92 \text{ МВт}$$

1.3.17 Визначаємо температуру водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню:

$$t_{II} := t_{xv_3} + \frac{Q I \cdot 10^3}{c \cdot q_{\Gamma_M}}$$

$$5 + \frac{0.92 \cdot 10^3}{4.19 \cdot 6.47} = 38.94 \text{ C}$$

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

1.3.18 Визначаємо теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} := Q'_{гвп_max} - Q_I$$

$$1.49 - 0.92 = 0.57 \text{ МВт}$$

1.3.19. Визначаємо витрату мережної води через підігрівник 2-го ступеню:

для попереднього розрахунку нехтуємо величиною недогріву підігрівнику 2-го ступеню:

$$\tau_{2г} := t_{п}$$

$$\tau_{01} := 80.3 \text{ C}$$

$$G_{II} := \frac{Q_{II} \cdot 10^3}{c \cdot (\tau_{01} - \tau_{2г})}$$

$$\frac{0.57 \cdot 10^3}{4.19 \cdot (80.3 - 38.94)} = 3.29 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.3.20 Визначаємо витрату мережної води через підігрівник 1-го ступеню:

$$G_I := G_{II} + G'_{o_max}$$

$$3.29 + 19.06 = 22.35 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.3.21 Визначаємо температуру мережної води на вході в підігрівник 1-го ступеню:

$$\tau_{02} := 47.4 \text{ C}$$

$$\tau_{см} := \frac{G'_{o_max}}{G_I} \cdot \tau_{02} + \frac{G_{II}}{G_I} \cdot \tau_{2г}$$

$$\frac{19.06}{22.35} \cdot 47.4 + \frac{3.29}{22.35} \cdot 38.94 = 46.15 \text{ C}$$

На цьому попередній розрахунок закінчено.

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Кінцевий розрахунок

1.3.22 Визначаємо теплопродуктивність 1-го ступеню. В даному випадку витрати нагрівної і водопровідної води приймаються відповідно G_I і $q_{ГМ}$:

$$G_{6I} := G_I$$

$$\epsilon_I := \left(0.35 \cdot \frac{G_{MI}}{G_{6I}} + 0.65 + \frac{1}{\Phi_I} \cdot \sqrt{\frac{G_{MI}}{G_{6I}}} \right)^{-1}$$

$$\left(0.35 \cdot \frac{6.47}{22.35} + 0.65 + \frac{1}{1.2} \cdot \sqrt{\frac{6.47}{22.35}} \right)^{-1} = 0.83$$

$$Q_I := c \cdot \epsilon_I \cdot G_{MI} \cdot (\tau_{см} - t_{хв_з}) \cdot 10^{-3}$$

$$4.19 \cdot 0.83 \cdot 6.47 \cdot (46.15 - 5) \cdot 10^{-3} = 0.93 \text{ МВт}$$

1.3.23 Визначаємо температуру водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню:

$$t_{п} := t_{хв_з} + \frac{Q_I \cdot 10^3}{c \cdot q_{ГМ}}$$

$$5 + \frac{0.93 \cdot 10^3}{4.19 \cdot 6.47} = 39.31 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.3.24 Визначаємо теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} := Q'_{гвп_max} - Q_I$$

$$1.49 - 0.93 = 0.56 \text{ МВт}$$

1.3.25 Визначаємо витрату мережної води через підігрівник 2-го ступеню: при $G_{II} < q_{ГМ}$:

$$G_{II} = \frac{1.7 \cdot \Phi_{II}^2 \cdot q_{ГМ}}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2.6 \cdot \Phi_{II}^2 \cdot \left[\frac{(\tau_{01} - t_{п}) \cdot c \cdot q_{ГМ}}{Q_{II} \cdot 10^3} - 0.35 \right]} \right]^2}$$

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

$$\frac{1.7 \cdot 2.84^2 \cdot 6.47}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2.6 \cdot 2.84^2 \cdot \left[\frac{(80.3 - 39.31) \cdot 4.19 \cdot 6.47}{0.56 \cdot 10^3} - 0.35 \right]} \right]^2} = 3.64 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.3.26 Визначаємо температуру мережної води на виході з підігрівника 2-го ступеню:

$$\tau_{2Г} := \tau_{01} - \frac{Q_{II} \cdot 10^3}{G_{II} \cdot c}$$

$$80.3 - \frac{0.56 \cdot 10^3}{3.64 \cdot 4.19} = 43.58 \text{ C}$$

1.3.27 Визначаємо витрату мережної води через підігрівник 1-го ступеню:

$$G_I := G_{II} + G'_{o_max}$$

$$3.64 + 19.06 = 22.7 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.3.28 Визначаємо температуру мережної води на вході в підігрівник 1-го ступеню:

$$\tau_{см} := \frac{G'_{o_max}}{G_I} \cdot \tau_{02} + \frac{G_{II}}{G_I} \cdot \tau_{2Г}$$

$$\frac{19.06}{22.7} \cdot 47.4 + \frac{3.64}{22.7} \cdot 43.58 = 46.79 \text{ C}$$

1.3.29 Перевіряємо теплову продуктивність 1-го і 2-го ступенів підігрівників. Якщо знайдені величини близьк о співпадають з даними попереднього розрахунку, то розрахунок закінчено. В протилежному випадку знову проводимо уточнюючий розрахунок за вищенаведеною методикою:

- визначаємо теплопродуктивність 1-го ступеню:

$$\epsilon_I := \left(0.35 \cdot \frac{G_{MI}}{G_{BI}} + 0.65 + \frac{1}{\Phi_I} \cdot \sqrt{\frac{G_{MI}}{G_{BI}}} \right)^{-1}$$

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$\left(0.35 \cdot \frac{6.47}{22.35} + 0.65 + \frac{1}{1.2} \cdot \sqrt{\frac{6.47}{22.35}} \right)^{-1} = 0.83$$

$$Q_I := c \cdot \epsilon I \cdot G M I \cdot (\tau_{cm} - t_{xv_3}) \cdot 10^{-3}$$

$$4.19 \cdot 0.83 \cdot 6.47 \cdot (46.79 - 5) \cdot 10^{-3} = 0.94 \text{ МВт}$$

- визначаємо температуру водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню:

$$Q_{II} := Q'_{гвп_max} - Q_I$$

$$1.49 - 0.94 = 0.55 \text{ МВт}$$

Знайдені величини близько співпадають з даними попереднього розрахунку (див.п.3.2.15. і п.3.2.17), тому розрахунок закінчено.

1.3.30 Визначаємо температуру мережної води на виході з підігрівника 1-го ступеню:

$$\tau_2 := \tau_{cm} - \frac{Q_I \cdot 10^3}{G I \cdot c}$$

$$46.79 - \frac{0.94 \cdot 10^3}{22.7 \cdot 4.19} = 36.91 \text{ C}$$

1.3.31 Здійснюємо перевірку

$$\tau_r := \frac{Q_{II} \cdot 10^3}{c \cdot q_{г_м}} + \tau_{II}$$

$$\frac{0.55 \cdot 10^3}{4.19 \cdot 6.47} + 39.67 = 59.96 \text{ C}$$

Для визначення витрати теплоносія і температури мережної води при інших значеннях t_3 пункти 3.2.4-3.2.8 не розраховуються, приймаються з попереднього, оскільки вони визначені при $t_3 = t''_3$.

1.3.32 Визначаємо витрату мережної води в літньому режимі:

$$Q_{гвп} := \frac{Q'_{гвп_сер_л} \cdot 10^3}{(\tau''_{01} - 30) \cdot c}$$

$$\frac{0.4 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4.19} = 2.39 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

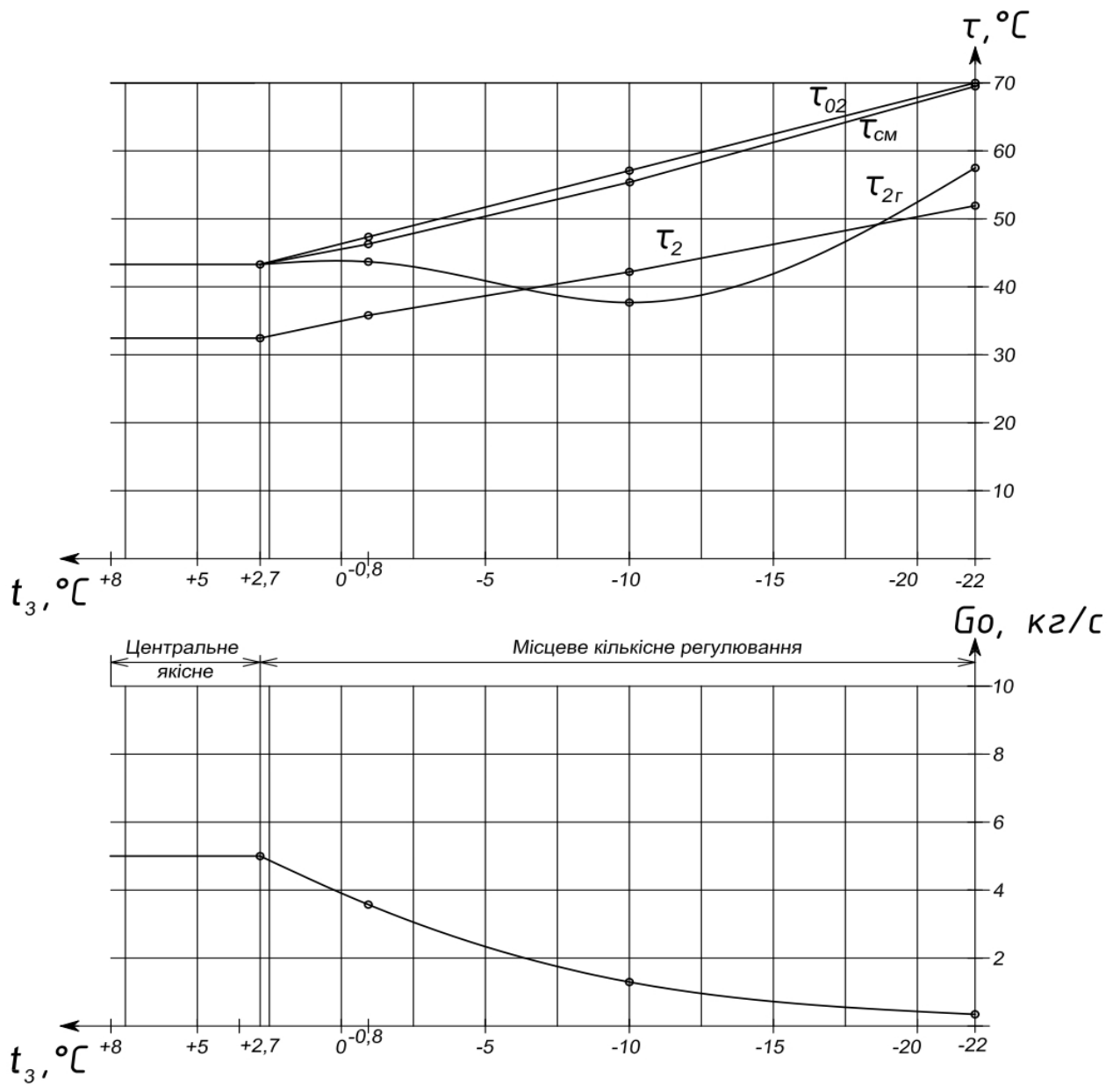
1.3.32 Зводимо результати розрахунків в таблицю 5.

Позначення	Одиниця виміру	Температура мережної води					літо
		$t_{з.о}$ -22 °С	$t_з$ -10 °С	$t_з^{сер.опал}$ -0,8 °С	$t_з'''$ +2,7 °С	$t_{зпк}$ +8 °С	
τ_{o2}	°С	70	57,7	47,4	43,2	43,2	70
τ_{2z}	°С	57,18	38,23	43,58	43,2	43,2	30
t_n	°С	57,35	47,18	39,67	38,2	38,2	60
$\tau_{см}$	°С	69,5	56,5	46,79	43,2	43,2	-
τ_2	°С	51,94	43,07	36,91	33,32	33,32	-
$G_{ГВП}$	кг/с	0,22	1,25	3,64	5,26	5,26	2,39

Таблиця 5. Результати розрахунку витрати температури мережної води на ГВП

1.3.34 Будуємо графіки залежності витрати мережної води на ГВП і температури мережної води після підігрівника ГВП 1-го і 2-го ступеня від температури зовнішнього повітря.

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27



Графіки залежності витрат мережевої води на ГВП і температури мережної води після підігрівників ГВП 1-го і 2-го ступенів від температури зовнішнього повітря.

Розрахунок витрат та температур мережної води на вентиляцію.

За наявності "зрізки" температурного графіка виділяємо три характерних діапазони. III. Діапазон температур зовнішнього повітря, менших ніж $t_{зovn_вент}$.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР 000.144.005.009.2022. ПЗ

Арк.

28

1.3.35 Визначаємо температуру мережної води після калориферів:

- температура мережної води у подавальному трубопроводі при $t_{\text{зовн_вент}}$:

$$\tau_{01} = 106,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- температура води після калориферів, при $t_{\text{зовн_вент}}$:

$$\tau_{02} = 57,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

методом підбору знаходимо

$$\tau_{2в} = 32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\frac{(\tau_{01} + \tau_{2в}) - (t_{вп} + t_{зо})}{(\tau''_{01} + \tau''_{2в}) - (t_{вп} + t_{вен})} \cdot \left(\frac{\tau''_{01} - \tau''_{2в}}{\tau_{01} - \tau_{2в}} \right)^{0.15} = 1$$

$$\frac{(140 + 32) - [18 + (-22)]}{(106.7 + 57.7) - [18 + (-10)]} \cdot \left(\frac{106.7 - 57.7}{140 - 32} \right)^{0.15} = 1$$

1.3.36 Визначаємо витрату мережної води на вентиляцію:

$$G_{в} := \frac{Q_{в} \cdot 10^3}{c \cdot (\tau_{01} - \tau_{2в})}$$

$$\frac{0.45 \cdot 10^3}{4.19 \cdot (140 - 32)} = 0.99 \quad \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

II. Діапазон температур зовнішнього повітря ($t_{\text{зовн_вент}} < t_3 < t_{3з}$).

1.3.37 Визначаємо температуру води після калориферів:

$$\tau_{01} := 70 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{3з} := 2.7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\tau_{2в} := \tau_{01} - (\tau''_{01} - \tau''_{2в}) \cdot \frac{t_{вп} - t_{3з}}{t_{вп} - t_{вен}}$$

$$70 - (106.7 - 57.7) \cdot \frac{18 - 2.7}{18 - (-10)} = 43.22 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.3.38 Визначаємо витрату мережної води на вентиляцію

$$Q_{в} := 0.32 \text{ } \text{МВт}$$

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G''_B := \frac{Q_B \cdot 10^3}{c \cdot (\tau''_{01} - \tau_{2B})}$$

$$\frac{0.32 \cdot 10^3}{4.19 \cdot (106.7 - 43.22)} = 1.2 \quad \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

I. Діапазон температур зовнішнього повітря ($t_{33} < t_3 < t_{3PK}$).

1.3.39 Визначаємо температуру води після калориферів:
методом підбору знаходимо

$$\tau_{2B} = 21 \quad \text{C}$$

$$\tau'''_{01} := 70 \quad \text{C}$$

$$\frac{(\tau'''_{01} + \tau_{2B}) - (t_{вр} + t_{3PK})}{(\tau''_{01} + \tau''_{2B}) - (t_{вр} + t_{вЕН})} \cdot \left(\frac{\tau''_{01} - \tau''_{2B}}{\tau'''_{01} - \tau_{2B}} \right)^{0.15} = 1$$

$$\left(\frac{t_{вр} - t_{3PK}}{t_{вр} - t_{вЕН}} \right)^{0.85}$$

$$\frac{(70 + 21) - (18 + 8)}{(106.7 + 57.7) - [18 + (-10)]} \cdot \left(\frac{106.7 - 57.7}{70 - 21} \right)^{0.15} = 1$$

$$\left(\frac{18 - 8}{18 - (-10)} \right)^{0.85}$$

1.3.40 Визначаю витрату мережної води на вентиляцію:

$$\tau_{01} = 70$$

$$Q_B := 0.11 \quad \text{МВт}$$

$$G'''_B := \frac{Q_B \cdot 10^3}{c \cdot (\tau_{01} - \tau_{2B})}$$

$$\frac{0.11 \cdot 10^3}{4.19 \cdot (70 - 21)} = 0.54 \quad \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

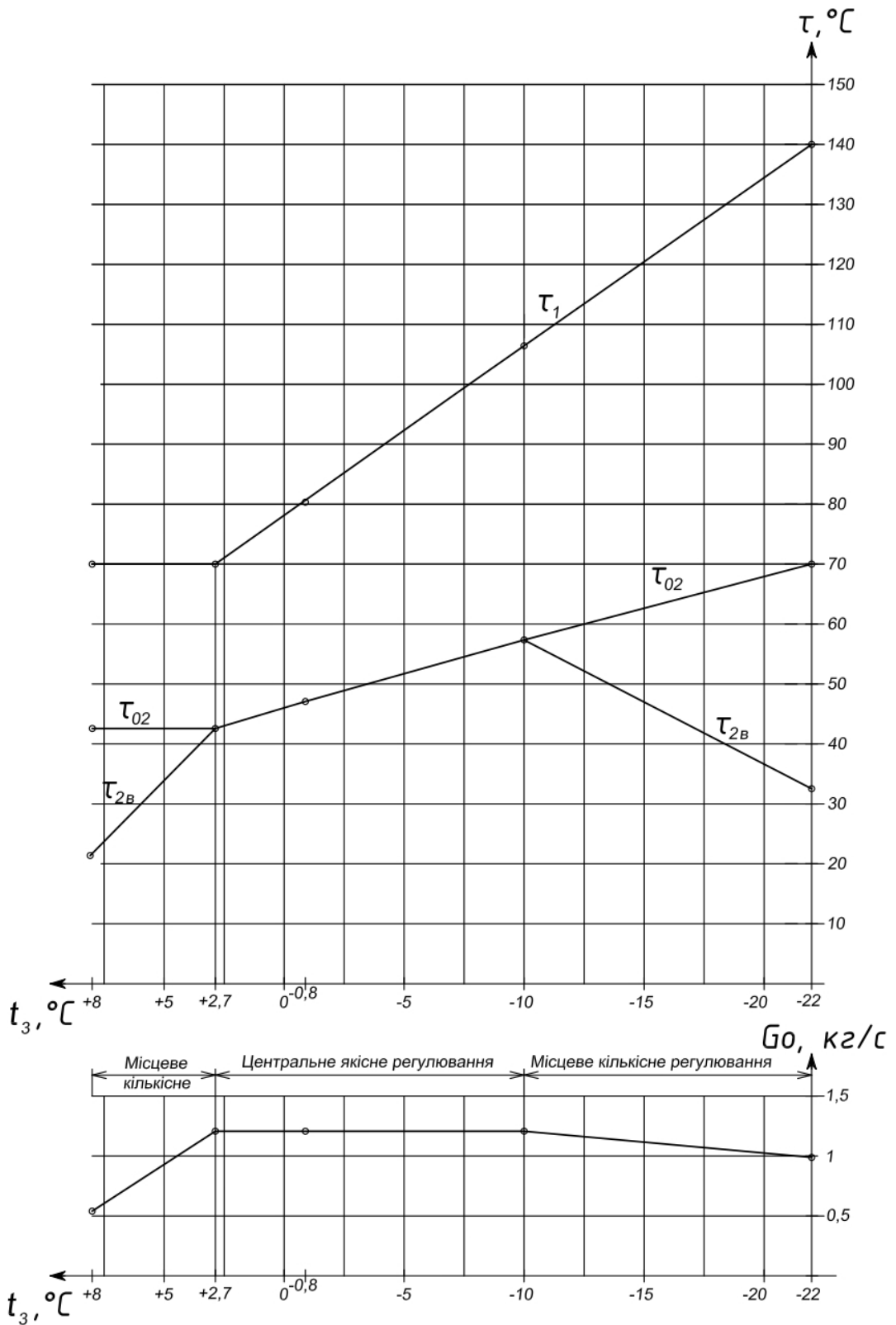
					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.41 Зводимо результати розрахунків в таблицю 6.

Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води				
		$t_{з.о}$ -22 °С	$t_з$ -10 °С	$t_з^{сер.опал}$ -0,8 °С	$t_{з.з}$ +2,7 °С	$t_{зпк}$ +8 °С
τ_1	°С	140	106,7	80,3	70,0	70,0
τ_{o2}	°С	70	57,7	47,4	43,2	43,2
$\tau_{2в}$	°С	32	57,7	47,4	43,2	21
$G_в$	кг/с	0,99	1,2	1,2	1,2	0,54

Таблиця 6. Результати розрахунку витрат та температур мережної води на вентиляцію

1.3.42 Будуємо графіки залежності температур мережної води після калориферів і витрати мережної води на вентиляцію від температури зовнішнього повітря.



Графік залежності витрат мережевої води на вентиляцію і графік температури мережевої води після калориферів від температури зовнішнього повітря

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР 000.144.005.009.2022. ПЗ

Арк.

32

1.4 Визначення розрахункових витрат теплоносія

1.4.1 Визначаємо розрахункову витрату мережної води:

- на опалення:

$$G'_{o_max} := \frac{Q'_{o_max} \cdot 10^3}{c \cdot (\tau'_{01} - \tau'_{02})}$$

$$\frac{5.59 \cdot 10^3}{4.19 \cdot (140 - 70)} = 19.06 \quad \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

- на вентиляцію:

$$G'_{в_max} := \frac{Q'_{в_max} \cdot 10^3}{c \cdot (\tau'_{01} - \tau'_{02})}$$

$$\frac{0.45 \cdot 10^3}{4.19 \cdot (140 - 70)} = 1.53 \quad \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

- середня при двоступеневих схемах приєднання підігрівників води в системі:

температура водопровідної води після підігрівника ГВП першого (нижнього) ступеня:

$$t' := \tau'''_{02} - 5$$

$$43.2 - 5 = 38.2 \quad \text{C}$$

$$G_{\text{ГВП_сер}} := \frac{Q'_{\text{ГВП}} \cdot 10^3}{c \cdot (\tau'''_{01} - \tau'''_{02})} \cdot \left(\frac{55 - t'}{55 - t_{\text{ХВ_з}}} + 0.2 \right)$$

$$\frac{0.62 \cdot 10^3}{4.19 \cdot (70 - 43.2)} \cdot \left(\frac{55 - 38.2}{55 - 5} + 0.2 \right) = 2.96 \quad \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

- максимальна при двоступеневих схемах приєднання підігрівників води в системі ГВП:

$$G_{\text{ГВП_max}} := \frac{0.55 \cdot Q'_{\text{ГВП_max}} \cdot 10^3}{c \cdot (\tau'''_{01} - \tau'''_{02})}$$

$$\frac{0.55 \cdot 1.49 \cdot 10^3}{4.19 \cdot (70 - 43.2)} = 7.3 \quad \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.4.2 Визначаємо сумарні розрахункові витрати мережної води:

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коефіцієнт, що враховує частку середньої витрати води на ГВП при регулюванні по навантаженню опалення з додатку 13:

$$K_3 = 1.2$$

$$G' := G'_{o_max} + G'_{v_max} + K_3 \cdot G_{гвп_сер}$$

$$19.06 + 1.53 + 1.2 \cdot 2.96 = 24.14 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.4.3 Визначаємо розрахункову витрату води в двотрубних водяних теплових мережах для неопалювального (літнього) періоду:

$$G'_{л} := \frac{Q'_{гвп_сер_л} \cdot 10^3}{(\tau''_{01} - 30) \cdot c}$$

$$\frac{0.4 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4.19} = 2.39 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.4.4 Заносимо результати розрахунків витрат теплоносія для кожного кварталу в таблицю 7.

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Номер кварталу	Розрахункова витрата теплоносія, кг/с					
	$G'_{o \max}$	$G'_{\epsilon \max}$	$G'_{ГВП}$	$K_3 \cdot G'_{ГВП}$	G'	$G'_л$
	2	3	4	5	6	7
1	0,49	0,04	0,10	0,12	0,64	0,08
2	0,29	0,02	0,06	0,07	0,38	0,05
3	0,37	0,03	0,07	0,09	0,49	0,06
4	0,34	0,03	0,07	0,08	0,44	0,05
5	0,52	0,04	0,04	0,05	0,61	0,03
6	0,49	0,04	0,10	0,12	0,64	0,08
7	0,29	0,02	0,06	0,07	0,38	0,05
8	0,37	0,03	0,07	0,09	0,49	0,06
9	0,34	0,03	0,07	0,08	0,44	0,05
10	0,52	0,04	0,04	0,05	0,61	0,03
11	0,49	0,04	0,10	0,12	0,64	0,08
12	0,29	0,02	0,06	0,07	0,38	0,05
13	0,34	0,03	0,07	0,08	0,44	0,05
14	0,34	0,03	0,07	0,08	0,44	0,05
15	0,52	0,04	0,04	0,05	0,61	0,03
16	0,40	0,03	0,08	0,09	0,52	0,06
17	0,29	0,02	0,06	0,07	0,38	0,05
18	0,34	0,03	0,07	0,08	0,44	0,05
19	0,34	0,03	0,07	0,08	0,44	0,05
20	0,52	0,04	0,04	0,05	0,61	0,03
21	0,40	0,03	0,08	0,09	0,52	0,06
22	0,29	0,02	0,06	0,07	0,38	0,05
23	0,34	0,03	0,07	0,08	0,44	0,05
24	0,34	0,03	0,07	0,08	0,44	0,05
25	0,52	0,04	0,04	0,05	0,61	0,03
26	0,18	0,01	0,04	0,04	0,24	0,03
27	0,41	0,03	0,03	0,04	0,48	0,03
28	0,47	0,04	0,04	0,04	0,55	0,03
29	0,40	0,03	0,08	0,09	0,52	0,06
30	0,29	0,02	0,06	0,07	0,38	0,05
31	0,38	0,03	0,05	0,06	0,47	0,04
32	0,43	0,03	0,06	0,07	0,53	0,05
33	0,52	0,04	0,04	0,05	0,61	0,03
34	0,49	0,04	0,10	0,12	0,64	0,08
35	0,29	0,02	0,06	0,07	0,38	0,05
36	0,38	0,03	0,05	0,06	0,47	0,04
37	0,43	0,03	0,06	0,07	0,53	0,05
38	0,52	0,04	0,04	0,05	0,61	0,03
39	0,49	0,04	0,10	0,12	0,64	0,08
40	0,29	0,02	0,06	0,07	0,38	0,05
41	0,38	0,03	0,05	0,06	0,47	0,04
42	0,38	0,03	0,05	0,06	0,47	0,04
43	0,52	0,04	0,04	0,05	0,61	0,03
44	0,49	0,04	0,10	0,12	0,64	0,08
45	0,29	0,02	0,06	0,07	0,38	0,05
46	0,39	0,03	0,08	0,09	0,52	0,06
47	0,39	0,03	0,08	0,09	0,52	0,06
48	0,52	0,04	0,04	0,05	0,61	0,03
Всього	19,05	1,52	2,94	3,52	24,10	2,35

Таблиця 7. Значення розрахунків витрат теплоносія.

1.5 Вихідні дані до частини 2 проекту

1.5.1 Визначаємо температуру суміші зворотнрї води після системи ГВП та вентиляції, для максимально зимового режиму:

$$G_{ГВП} := 0.22 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$G_o := 19.06 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$G_B = 0.99 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$\tau_{02ГВП} := 51.94 \text{ C}$$

$$\tau_{02В} := 32 \text{ C}$$

$$\tau_2 := \frac{G_o + G_{ГВП}}{G_o + G_{ГВП} + G_B} \cdot \tau_{02ГВП} + \frac{G_B}{G_o + G_{ГВП} + G_B} \cdot \tau_{02В}$$

$$\frac{19.06 + 0.22}{19.06 + 0.22 + 0.99} \cdot 51.94 + \frac{0.99}{19.06 + 0.22 + 0.99} \cdot 32 = 50.97 \text{ C}$$

1.5.2 Визначаємо температуру суміші зворотнрї води після системи ГВП та вентиляції, для режиму точки зламу температурного графіка:

$$G_{ГВП} := 5.26 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$G_o := 19.06 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$G_B := 1.2 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$\tau_{02ГВП} := 33.32 \text{ C}$$

$$\tau_{02В} := 43.2 \text{ C}$$

$$\tau_2 := \frac{G_o + G_{ГВП}}{G_o + G_{ГВП} + G_B} \cdot \tau_{02ГВП} + \frac{G_B}{G_o + G_{ГВП} + G_B} \cdot \tau_{02В}$$

$$\frac{19.06 + 5.26}{19.06 + 5.26 + 1.2} \cdot 33.32 + \frac{1.2}{19.06 + 5.26 + 1.2} \cdot 43.2 = 33.78 \text{ C}$$

1.5.3 Формуємо результати розрахунку теплової мережі, що необхідні для теплового розрахунку у джерела теплопостачання (парової котельні) у вигляді таблиці 8.

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

№ п.п.	Назва параметра	Ум. Позн.	Од. виміру	Характерні режими експлуатації теплофікаційної системи		
				Максимально-зимовий	Точки зламу температурного графіка	Літній
1	Місто розташування котельні			Житомир		
2	Тип системи теплопостачання			Закрита		
3	Температурна характеристика тепломережі району	τ_1 / τ_2	$^{\circ}\text{C} / ^{\circ}\text{C}$	140/70		
4	Температура зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	$^{\circ}\text{C}$	-22	2,7	15...30
5	Теплове навантаження системи опалення	$Q_{\text{оп}}$	МВт	5,59	2,14	-
6	Теплове навантаження системи ГВП	$Q_{\text{ГВП}}$	МВт	1,49	1,49	0,4
7	Теплове навантаження системи вентиляції	$Q_{\text{вент}}$	МВт	0,45	0,17	-
8	Річне теплове навантаження житлового району	$Q_{\text{ЖР}}^{\text{рік}}$	МВт/рік	17100		
9	Теплове навантаження промислового підприємства (Теплоносій – гаряча вода)	$Q_{\text{ПП}}$	МВт	12	12	12
10	Температура технологічної води для промислового підприємства на виході з котельні	τ''_2	$^{\circ}\text{C}$	95,0		
11	Річне теплове навантаження промислового підприємства	$Q_{\text{ПП}}^{\text{рік}}$	МВт/рік	84000		
12	Температура “прямої” мережної води	τ_1	$^{\circ}\text{C}$	140	70	70
13	Температура “зворотної” мережної води	τ_2	$^{\circ}\text{C}$	50,97	33,78	30
14	Витрата “прямої” води в тепломережу	G_1	кг/с	20,27	25,52	2,39
			т/ год	72,97	91,87	8,6
15	Убуток води в тепломережі	$G_{\text{уб.тм}}$	т/ год	15	15	5
16	Витрата “зворотної” води в тепломережі	G_2	т/ год	57,97	76,87	3,6
17	Втрати тиску в тепломережі	$\Delta p_{\text{втр.тм}}$	МПа	0,3	0,3	0,3
18	Статичний напір в тепломережі	$H_{\text{стат.тм}}$	м.вд.ст.	40	40	40

Таблиця 8. Загальні вихідні дані для другої частини проекту

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Розділ 2. Розрахунок теплової схеми котельні

2.1 Формування вихідних даних для теплового розрахунку котельні з водогрійними котлами

2.1.1 Вихідні дані для 2 частини роєкта, одержані в частині 1 проєкта представляю в таблиці 1.

№ п.п.	Назва параметра	Ум. Позн.	Од. виміру	Характерні режими експлуатації теплофікаційної системи		
				Максимально-зимовий	Точки зламу температурного графіка	Літній
1	Місто розташування котельні			Житомир		
2	Тип системи тепlopостачання			Закрита		
3	Температурна характеристика тепломережі району	τ_1 / τ_2	$^{\circ}\text{C} / ^{\circ}\text{C}$	140/70		
4	Температура зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	$^{\circ}\text{C}$	-22	2,7	15...30
5	Теплове навантаження системи опалення	$Q_{\text{оп}}$	МВт	5,59	2,14	-
6	Теплове навантаження системи ГВП	$Q_{\text{ГВП}}$	МВт	1,49	1,49	0,4
7	Теплове навантаження системи вентиляції	$Q_{\text{вент}}$	МВт	0,45	0,17	-
8	Річне теплове навантаження житлового району	$Q_{\text{ЖР}}^{\text{рік}}$	МВт/рік	17100		
9	Теплове навантаження промислового підприємства (Теплоносій – гаряча вода)	$Q_{\text{ПП}}$	МВт	12	12	12
10	Температура технологічної води для промислового підприємства на виході з котельні	τ''_2	$^{\circ}\text{C}$	95,0		
11	Річне теплове навантаження промислового підприємства	$Q_{\text{ПП}}^{\text{рік}}$	МВт/рік	84000		
12	Температура “прямої” мережної води	τ_1	$^{\circ}\text{C}$	140	70	70
13	Температура “зворотної” мережної води	τ_2	$^{\circ}\text{C}$	50,97	33,78	30
14	Витрата “прямої” води в тепломережу	G_1	т/год	72,97	91,87	8,6
15	Убуток води в тепломережі	$G_{\text{уб.тм}}$	т/год	15	15	5
16	Витрата “зворотної” води в тепломережі	G_2	т/год	57,97	76,87	3,6
17	Втрати тиску в тепломережі	$\Delta p_{\text{втр.тм}}$	МПа	0,3	0,3	0,3
18	Статичний напір в тепломережі	$H_{\text{стат.тм}}$	м.вд.ст.	40	40	40

Таблиця 1. Загальні вихідні дані для частини 2 проєкта, одержані в частині 1 проєкта

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перед початком формування вихідних даних для котельні здійснюю балансову перевірку взаємоузгодженості по тепловій енергії одержаних в частині 1 проекта результатів для трьох режимів за наступним балансним рівнянням:

$$Q_{оп} + Q_{гвп} + Q_{вент} = G \cdot 4.2 \cdot (\tau_1 - \tau_2)$$

$$МЗ: \quad 5.59 + 1.49 + 0.45 = 7.53 = \frac{[72.97 \cdot 4.2 \cdot (140 - 50.97)]}{3600} = 7.58$$

$$ТЗ: \quad 2.14 + 1.49 + 0.17 = 3.8 = \frac{[91.87 \cdot 4.2 \cdot (70 - 33.78)]}{3600} = 3.88$$

$$Л: \quad 0.4 = \frac{[8.6 \cdot 4.2 \cdot (70 - 30)]}{3600} = 0.4$$

Висновок: результати для режиму МЗ, ТЗ, Л - взаємоузгоджені.

2.2.2 Вихідні дані для частини 2 проекта сформовані в рамках виконання частини 2 проекта.

Вихідні дані для частини 2 проекта сформовані в рамках виконання частини 2 проекта, представлено в таблиці 2. Інформація щодо проктно-експлуатаційних параметрів котельні визначено на базі експлуатаційних рекомендацій, регламентів (Е.Р.) та інших джерел інформації..

Вихідні дані для частини 2 проекта формую для МЗ, ТЗ і Л режима роботи водогрійної котельні.

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк..
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		39

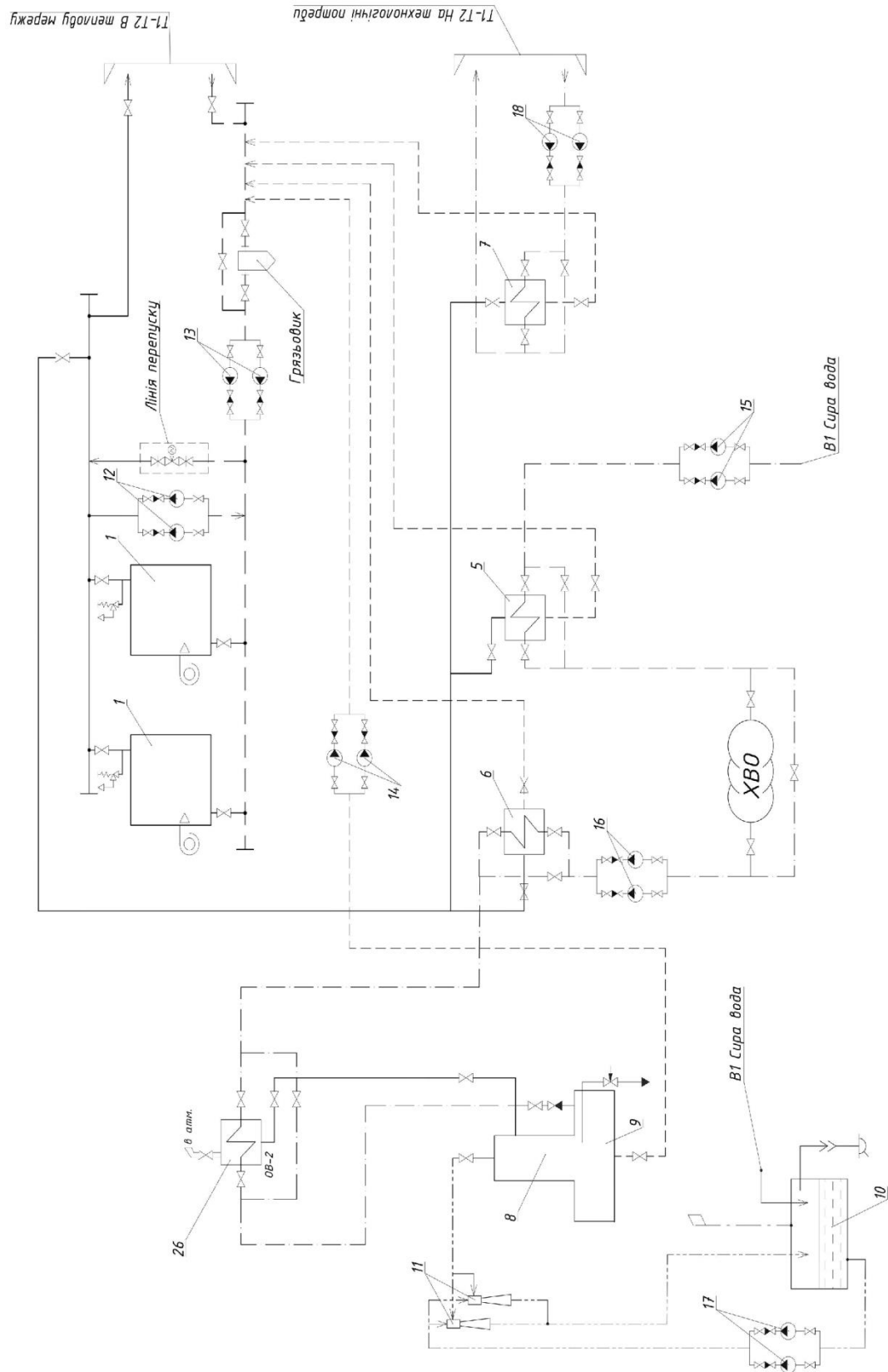
№ п.п	Назва параметра	Ум. позн.	Од. вим.	Характерні режими експлуатації			Джерело інформації
				МЗ	ТЗ	Л	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Вид палива для котельні	В	--	Природний газ			Засади паливостачання району міста
2	Теплота згорання палива	Q_H^P	кДж	33600			Сертифікат палива
3	Температура в деаераторі	$t_{ДА}$	°С	65	65	65	Е.Р: в межах 70 °С – 60 °С
4	Розрідження в деаераторі	$r_{ДА}$	бар	-0,75	-0,75	-0,75	Е.Р: в межах 0,7-0,8 бар
5	Номінальна температура води на вході в котел	$t'_{ВК.НОМ}$	°С	70	70	70	Е.Р: водогрійних котлів
6	Номінальна температура води на виході з котла	$t''_{ВК.НОМ}$	°С	150	150	150	Е.Р: водогрійних котлів
7	Температура сирієї води	$t'_{с.в}$	°С	5	5	15	Е.Р: 5 °С – в МЗ та ТЗ режимах, 15 °С – в Л
8	Температура сирієї води перед станцією ХВО	$t''_{с.в}$	°С	20	20	20	Е.Р: в межах 15 °С – 20 °С
9	Температура хімічищеної води на виході зі станції	$t'_{хов}$	°С	20	20	20	Е.Р: в межах 15 °С – 20 °С
10	Температура хімічищеної води перед деаератором	$t''_{хов}$	°С	55	55	55	Е.Р: в межах 50 °С – 65 °С
11	Температура технологічної води на вході в котельню	$t'_{техн.в}$	°С	5	5	15	Е.Р: 5 °С – в МЗ та ТЗ режимах, 15 °С – в Л
12	Температура технологічної води на виході з котельні	$t''_{техн.в}$	°С	95	95	95	Технологічний регламент промислового підприємства
13	Температура грійної води на вході у внутрішньокотельні підігрівники і деаератор	$t'_{ТОА}$	°С	150	150	150	Е.Р: $t'_{тоа}=t'_{вк.ном}$
14	Температура грійної води на виході з внутрішньокотельних підігрівників	$t''_{ТОА}$	°С	65	65	65	Е.Р: $t''_{тоа}=65$ С
15	Коефіцієнт випара з деаератора	$a_{вип}$	од	0,01	0,01	0,01	Е.Р: 0,005 - 0,01
16	Коефіцієнт власних потреб станції хімоводоочищення	$K_{хво}$	од	1,1	1,1	1,1	Е.Р: 1,05 - 1,1

Таблиця 2. Вихідні дані для частини 2 проекту сформовані в частині 2 проекту

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

2.2 Формування принципової схеми водогрійної котельні

Викреслюємо на аркуші згідно Додатка 2 принципovu теплотехнологічну схему котельні з водогрійними котлами у відповідності до встановлених технічних рішень, щодо напрямлення потоків енергоносіїв.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР 000.144.005.009.2022. ПЗ

Арк.

41

2.3 Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами

2.3.1 Визначаємо сумарне теплове навантаження житлового району для котельні з урахуванням втрат теплоти в тепломережі:

$$\Sigma Q_{жр} := 1.05 \cdot (Q_{оп} + Q_{гвп} + Q_{вент}) \quad (2.1)$$

$$\text{МЗ: } 1.05 \cdot (5.59 + 0.62 + 0.45) = 6.99 \quad \text{МВт}$$

$$\text{ТЗ: } \Sigma Q_{жр} := 1.05 \cdot (2.14 + 0.62 + 0.17) = 3.08 \quad \text{МВт}$$

$$\text{Л: } \Sigma Q_{жр} := 1.05 \cdot (0 + 0.4 + 0) = 0.42 \quad \text{МВт}$$

2.3.2 Визначаємо режим роботи котельні: – з одним «базовим» котлом.

2.3.3 Визначаємо експлуатаційну температуру води на вході у встановлені котли:

$$\text{МЗ: } t'_{вк} := 70 \quad \text{C}$$

$$\text{ТЗ: } t'_{вк} := 70 \quad \text{C}$$

$$\text{Л: } t'_{вк} := 70 \quad \text{C}$$

2.3.4 Визначаємо експлуатаційну температуру води на виході з базового котла:

$$\text{МЗ: } t'_{вк_б} := 150 \quad \text{C}$$

$$\text{ТЗ: } t'_{вк_б} := 150 \quad \text{C}$$

$$\text{Л: } t'_{вк_б} := 150 \quad \text{C}$$

2.3.5 Визначаємо експлуатаційну температуру грієної води на вході в тепл обмінники технологічної, сирії, хімочищеної води та на вході в деаератор:

$$\text{МЗ: } t'_{тоа} := 150 \quad \text{C}$$

$$\text{ТЗ: } t'_{тоа} := 150 \quad \text{C}$$

$$\text{Л: } t'_{тоа} := 150 \quad \text{C}$$

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.6 Визначаємо експлуатаційну температуру води на виході з тепл обмінників технологічної, сирої, хімоочищеної води:

$$\text{МЗ: } t''_{\text{тоа}} := 65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{ТЗ: } t''_{\text{тоа}} := 65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Л: } t''_{\text{тоа}} := 65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2.3.7 Визначаємо витрату води з деаератора на компенсацію втрат в тепломережі:

$$G_{\text{да_підж}} := G_{\text{убут}} \quad (2.2)$$

$$\text{МЗ: } G_{\text{да_підж}} := 15 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$\text{ТЗ: } G_{\text{да_підж}} := 15 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$\text{Л: } G_{\text{да_підж}} := 5 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

2.3.8 Визначаємо витрату грійної води з базового водогрійного котла на деаератор та його теплове навантаження:

$$G_{\text{да_грв}} := (1 + \alpha_{\text{вип}}) \cdot G_{\text{да_підж}} \cdot \frac{(t_{\text{да}} - t''_{\text{хов}})}{(t'_{\text{тоа}} - t_{\text{да}})} \quad (2.3)$$

$$Q_{\text{да}} := \frac{G_{\text{да_грв}}}{3.6} \cdot 4.2 \cdot (t'_{\text{тоа}} - t_{\text{да}}) \cdot 10^{-3} \quad (2.4)$$

$$\text{МЗ: } G_{\text{да_грв}} := (1 + 0.01) \cdot 15 \cdot \frac{(65 - 55)}{(150 - 65)} = 1.78 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$\text{ТЗ: } G_{\text{да_грв}} := (1 + 0.01) \cdot 15 \cdot \frac{(65 - 55)}{(150 - 65)} = 1.78 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$\text{Л: } G_{\text{да_грв}} := (1 + 0.01) \cdot 5 \cdot \frac{(65 - 55)}{(150 - 65)} = 0.59 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$\text{МЗ: } Q_{\text{да}} := \frac{1.78}{3.6} \cdot 4.2 \cdot (150 - 65) \cdot 10^{-3} = 0.18 \text{ МВт}$$

$$\text{ТЗ: } Q_{\text{да}} := \frac{1.78}{3.6} \cdot 4.2 \cdot (150 - 65) \cdot 10^{-3} = 0.18 \text{ МВт}$$

$$\text{Л: } Q_{\text{да}} := \frac{0.59}{3.6} \cdot 4.2 \cdot (150 - 65) \cdot 10^{-3} = 0.06 \text{ МВт}$$

2.3.9 Визначаємо витрату води з деаератора:

$$G''_{\text{да}} := (1 - \alpha_{\text{вип}}) \cdot G_{\text{да_підж}} + G_{\text{да_грв}} \quad (2.5)$$

$$\text{МЗ: } G''_{\text{да}} := (1 - 0.01) \cdot 15 + 1.78 = 16.63 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$\text{ТЗ: } G''_{\text{да}} := (1 - 0.01) \cdot 15 + 1.78 = 16.63 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$\text{Л: } G''_{\text{да}} := (1 - 0.01) \cdot 5 + 0.59 = 5.54 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

2.3.10 Визначаємо витрату хімічищеної води, що надходить в деаератор:

$$G_{\text{хов}} := (1 + \alpha_{\text{вип}}) \cdot G_{\text{да_підж}}$$

$$\text{МЗ: } G_{\text{хов}} := (1 + 0.01) \cdot 15 = 15.15 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$\text{ТЗ: } G_{\text{хов}} := (1 + 0.01) \cdot 15 = 15.15 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$\text{Л: } G_{\text{хов}} := (1 + 0.01) \cdot 5 = 5.05 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

2.3.11 Визначаємо витрату сирої води для підживлення:

$$G_{\text{св}} := K_{\text{хво}} \cdot G_{\text{хов}}$$

$$\text{МЗ: } G_{\text{св}} := 1.1 \cdot 15.15 = 16.67 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$\text{ТЗ: } G_{\text{св}} := 1.1 \cdot 15.15 = 16.67 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$\text{Л: } G_{\text{св}} := 1.1 \cdot 5.05 = 5.56 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

2.3.12 Визначаємо теплову потужність підігрівника а сирої води (ПСВ) та витрату грійної води на ПСВ:

$$G_{\text{техн_в}} := \frac{Q_{\text{пп}} \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot (t''_{\text{техн_в}} - t'_{\text{техн_в}})}$$

$$Q_{\text{пТВ}} := \frac{G_{\text{техн_в}}}{3.6} \cdot 4.2 \cdot (t''_{\text{техн_в}} - t'_{\text{техн_в}}) \cdot 10^{-3}$$

$$G_{\text{пТВ_грв}} := \frac{Q_{\text{пТВ}} \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot (t'_{\text{гоа}} - t''_{\text{гоа}})}$$

$$M3: \quad G_{\text{техн_в}} := \frac{12 \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot 95} = 108.27 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$T3: \quad G_{\text{техн_в}} := \frac{12 \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot 95} = 108.27 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$Л: \quad G_{\text{техн_в}} := \frac{12 \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot 95} = 108.27 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$M3: \quad Q_{\text{ПТВ}} := \frac{108.27}{3.6} \cdot 4.2 \cdot (95 - 5) \cdot 10^{-3} = 11.37 \quad \text{МВт}$$

$$T3: \quad Q_{\text{ПТВ}} := \frac{108.27}{3.6} \cdot 4.2 \cdot (95 - 5) \cdot 10^{-3} = 11.37 \quad \text{МВт}$$

$$Л: \quad Q_{\text{ПТВ}} := \frac{108.27}{3.6} \cdot 4.2 \cdot (95 - 15) \cdot 10^{-3} = 10.11 \quad \text{МВт}$$

$$M3: \quad G_{\text{ПТВ_грв}} := \frac{11.37 \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot (150 - 65)} = 114.66 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$T3: \quad G_{\text{ПТВ_грв}} := \frac{11.37 \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot (150 - 65)} = 114.66 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$Л: \quad G_{\text{ПТВ_грв}} := \frac{10.11 \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot (150 - 65)} = 101.95 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

2.3.13 Визначаємо теплову потужність підігрівник а хімічищеної води (ПХВ) та витрату грійної води на ПХВ:

$$Q_{\text{ПХВ}} := \frac{G_{\text{ХОВ}}}{3.6} \cdot 4.2 \cdot (t'_{\text{хов}} - t''_{\text{хов}}) \cdot 10^{-3}$$

$$G_{\text{ПХВ_грв}} := \frac{Q_{\text{ПХВ}} \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot (t'_{\text{тоа}} - t''_{\text{тоа}})}$$

$$\text{МЗ: } Q_{\text{ПХВ}} := \frac{15.15}{3.6} \cdot 4.2 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0.62 \text{ МВт}$$

$$\text{ТЗ: } Q_{\text{ПХВ}} := \frac{15.15}{3.6} \cdot 4.2 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0.62 \text{ МВт}$$

$$\text{Л: } Q_{\text{ПХВ}} := \frac{5.05}{3.6} \cdot 4.2 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0.21 \text{ МВт}$$

$$\text{МЗ: } G_{\text{ПХВ_грв}} := \frac{0.62 \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot (150 - 65)} = 6.25 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$\text{ТЗ: } G_{\text{ПХВ_грв}} := \frac{0.62 \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot (150 - 65)} = 6.25 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$\text{Л: } G_{\text{ПХВ_грв}} := \frac{0.21 \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot (150 - 65)} = 2.12 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

2.3.14 Визначаємо витрату технологічної води на ПТВ, теплову потужність ПТВ та витрату грійної води на ПТ

$$G_{\text{техн_в}} := \frac{Q_{\text{пп}} \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot t'_{\text{техн_в}}}$$

$$Q_{\text{ПТВ}} := \frac{G_{\text{техн_в}}}{3.6} \cdot 4.2 \cdot (t'_{\text{техн_в}} - t_{\text{техн_в}}) \cdot 10^{-3}$$

$$G_{\text{ПТВ_грв}} := \frac{Q_{\text{ПТВ}} \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot (t'_{\text{гоа}} - t_{\text{гоа}})}$$

$$\text{МЗ: } G_{\text{техн_в}} := \frac{12 \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot 95} = 108.27 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$\text{ТЗ: } G_{\text{техн_в}} := \frac{12 \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot 95} = 108.27 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$\text{Л: } G_{\text{техн_в}} := \frac{12 \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot 95} = 108.27 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$\text{МЗ: } Q_{\text{ПТВ}} := \frac{108.27}{3.6} \cdot 4.2 \cdot (95 - 5) \cdot 10^{-3} = 11.37 \text{ МВт}$$

$$\text{ТЗ: } Q_{\text{ПТВ}} := \frac{108.27}{3.6} \cdot 4.2 \cdot (95 - 5) \cdot 10^{-3} = 11.37 \text{ МВт}$$

$$\text{Л: } Q_{\text{ПТВ}} := \frac{108.27}{3.6} \cdot 4.2 \cdot (95 - 15) \cdot 10^{-3} = 10.11 \text{ МВт}$$

$$\begin{aligned} \text{МЗ:} \quad G_{\text{пТВ_грв}} &:= \frac{11.37 \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot (150 - 65)} = 114.66 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}} \\ \text{ТЗ:} \quad G_{\text{пТВ_грв}} &:= \frac{11.37 \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot (150 - 65)} = 114.66 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}} \\ \text{Л:} \quad G_{\text{пТВ_грв}} &:= \frac{10.11 \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot (150 - 65)} = 101.95 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}} \end{aligned}$$

2.3.15 Визначаємо сумарну витрату грійної води з базового котла на внутрішнє споживання котельні:

$$\Sigma G_{\text{вн_грв}} := G_{\text{пТВ_грв}} + G_{\text{пХв_грв}} + G_{\text{псв_грв}} + G_{\text{да_грв}}$$

$$\begin{aligned} \text{МЗ:} \quad \Sigma G_{\text{вн_грв}} &:= 114.66 + 6.25 + 2.92 + 1.78 = 125.61 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}} \\ \text{ТЗ:} \quad \Sigma G_{\text{вн_грв}} &:= 114.66 + 6.25 + 2.92 + 1.78 = 125.61 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}} \\ \text{Л:} \quad \Sigma G_{\text{вн_грв}} &:= 101.95 + 2.12 + 0.3 + 0.59 = 104.96 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}} \end{aligned}$$

2.3.16 Визначаємо температуру зворотної води на вході мережних насосів (після змішування всіх потоків води):

$$t_{\text{звор}} := \frac{(G_2 \cdot t_2 + G_{\text{пТВ_грв}} \cdot t''_{\text{тоа}} + G_{\text{пХв_грв}} \cdot t''_{\text{тоа}} + G_{\text{псв_грв}} \cdot t''_{\text{тоа}} + G''_{\text{да}} \cdot t_{\text{да}})}{(G_2 + G_{\text{пТВ_грв}} + G_{\text{пХв_грв}} + G_{\text{псв_грв}} + G''_{\text{да}})}$$

$$\begin{aligned} \text{МЗ:} \quad t_{\text{звор}} &:= \frac{(57.97 \cdot 50.97 + 114.66 \cdot 65 + 6.25 \cdot 65 + 2.92 \cdot 65 + 16.63 \cdot 65)}{(57.97 + 114.66 + 6.25 + 2.92 + 16.63)} = 60.9 \quad \text{С} \\ \text{ТЗ:} \quad t_{\text{звор}} &:= \frac{(76.87 \cdot 33.78 + 114.66 \cdot 65 + 6.25 \cdot 65 + 2.92 \cdot 65 + 16.63 \cdot 65)}{(76.87 + 114.66 + 6.25 + 2.92 + 16.63)} = 53.96 \quad \text{С} \\ \text{Л:} \quad t_{\text{звор}} &:= \frac{(3.6 \cdot 30 + 101.95 \cdot 65 + 2.12 \cdot 65 + 0.3 \cdot 65 + 5.54 \cdot 65)}{(3.6 + 101.95 + 2.12 + 0.3 + 5.54)} = 63.89 \quad \text{С} \end{aligned}$$

2.3.17 Визначаємо загальну теплову потужність котельні з виробленої теплоти з урахуванням теплоти, внесеної водою підживлення:

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$\Sigma Q_{\text{кот}} := \Sigma Q_{\text{жр}} + Q_{\text{пгв}} + Q_{\text{пхв}} + Q_{\text{псв}} + Q_{\text{да}} - \left(\frac{G_{\text{да_підж}}}{3.6} \right) \cdot 4.2 \cdot t_{\text{св}} \cdot 10^{-3}$$

$$\text{МЗ: } \Sigma Q_{\text{кот}} := 6.99 + 11.37 + 0.62 + 0.29 + 0.18 - \left(\frac{15}{3.6} \right) \cdot 4.2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 19.36 \text{ МВт}$$

$$\text{ТЗ: } \Sigma Q_{\text{кот}} := 3.08 + 11.37 + 0.62 + 0.29 + 0.18 - \left(\frac{15}{3.6} \right) \cdot 4.2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 15.45 \text{ МВт}$$

$$\text{Л: } \Sigma Q_{\text{кот}} := 0.42 + 10.11 + 0.21 + 0.03 + 0.06 - \left(\frac{5}{3.6} \right) \cdot 4.2 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 10.74 \text{ МВт}$$

2.3.18 Встановлюємо типорозмір встановлюваних в котельні водогрійних котлів:

Тип: КВ-ГМ- 10

- номінальна теплова потужність: $Q_{\text{БК_НОМ}} = 11.6 \text{ МВт}$

- номінальна витрата води: $G_{\text{БК_НОМ}} = 123,5 \text{ т/ГОД}$

- ККД котла: $\eta_{\text{БК_НОМ}} = 92\%$

- температура води на виході: $t_{\text{БК_НОМ}} = 150 \text{ С}$

- температура води на вході $t_{\text{БК_НОМ}} = 70 \text{ С}$

2.3.19 Визначаємо число встановлених в котельні водогрійних котлів:

$$N_{\text{БК_вст}} := \frac{\Sigma Q_{\text{кот}}}{Q_{\text{БК_НОМ}}}$$

$$\text{МЗ: } N_{\text{БК_вст}} := \frac{19.36}{11.6} = 1.67 \quad \text{приймаємо 2 котли}$$

$$\text{ТЗ: } N_{\text{БК_вст}} := \frac{15.45}{11.6} = 1.33 \quad \text{приймаємо 2 котли}$$

$$\text{Л: } N_{\text{БК_вст}} := \frac{10.74}{11.6} = 0.93 \quad \text{приймаємо 1 котел}$$

2.3.20 Визначаємо кількість котлів, що будуть в експлуатації протягом року в базовому режимі:

$$\text{МЗ: } N_{\text{БК_б}} := 1$$

$$\text{ТЗ: } N_{\text{БК_б}} := 1$$

$$\text{Л: } N_{\text{БК_б}} := 1$$

2.3.21 Визначаємо число котлів, що працюють в змінному режимі:

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$N_{BK_3} := N_{BK_вст} - N_{BK_б}$$

$$M3: N_{BK_3} := 2 - 1 = 1$$

$$T3: N_{BK_3} := 2 - 1 = 1$$

$$Л: N_{BK_3} := 1 - 1 = 0$$

2.3.22 Визначаємо число котлів, що знаходяться в експлуатації в кожному з трьох розрахункових режимів:

$$N_{BK_p} := N_{BK_б} + N_{BK_3}$$

$$M3: N_{BK_p} := 1 + 1 = 2$$

$$T3: N_{BK_p} := 1 + 1 = 2$$

$$Л: N_{BK_p} := 1 + 0 = 1$$

2.3.23 Визначаємо експлуатаційні параметри роботи базового водогрійного котла для всіх режимів:

-уразі експлуатації в котельні двох і більше котлоагрегатів:

$$Q_{BK_б} = Q_{BK_ном}$$

$$t''_{BK_б} = t''_{BK_ном}$$

$$t'_{BK_б} = t'_{BK_ном}$$

$$G_{BK_б} = G_{BK_ном}$$

- у разі експлуатації в котельні одного котлоагрегата:

$$Q_{BK_б} = \sum Q_{кот}$$

$$t''_{BK_б} = t''_{BK_ном}$$

$$t'_{BK_б} = t'_{BK_ном}$$

$$G_{BK_б} = \frac{\sum Q_{кот} \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot (t''_{BK_б} - t'_{BK_б})}$$

- M3: (2 котла):

$$Q_{BK_б} = 11.6 \text{ МВт}$$

$$t''_{BK_б} = 150 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t'_{BK_б} = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$G_{BK_б} = 123.5 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ТЗ: (2 котла):

$$Q_{\text{ВК}_6} = 11.6 \text{ МВт}$$

$$t'_{\text{ВК}_6} = 150 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{ВК}_6} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$G_{\text{ВК}_6} = 123.5 \frac{\text{Т}}{\text{год}}$$

Л: (1 котел):

$$Q_{\text{ВК}_6} = 10.74 \text{ МВт}$$

$$t'_{\text{ВК}_6} = 150 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{ВК}_6} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$G_{\text{ВК}_6} = \frac{10.74 \cdot 3.6 \cdot 10^3}{4.2 \cdot (150 - 70)} = 115.07 \frac{\text{Т}}{\text{год}}$$

2.3.24 Визначаємо теплове навантаження водогрійних котлів, що несуть змінну складову теплового навантаження котельні:

$$\Sigma Q_{\text{ВК}_3} = \Sigma Q_{\text{кот}} - Q_{\text{ВК}_6}$$

$$\text{МЗ} \quad \Sigma Q_{\text{ВК}_3} = 19.36 - 11.6 = 7.76 \text{ МВт}$$

$$\text{ТЗ} \quad \Sigma Q_{\text{ВК}_3} = 15.45 - 11.6 = 3.85 \text{ МВт}$$

$$\text{Л} \quad \Sigma Q_{\text{ВК}_3} = 10.74 - 10.74 = 0 \text{ МВт}$$

2.3.25 Визначаємо теплове навантаження кожного котла, що несе змінну складову теплового навантаження:

$$Q_{\text{ВК}_3} = \frac{\Sigma Q_{\text{ВК}_3}}{N_{\text{ВК}_3}}$$

$$\text{МЗ} \quad Q_{\text{ВК}_3} = \frac{7.76}{1} = 7.76 \text{ МВт}$$

$$\text{ТЗ} \quad Q_{\text{ВК}_3} = \frac{3.85}{1} = 3.85 \text{ МВт}$$

$$\text{Л} \quad Q_{\text{ВК}_3} = 0 \text{ МВт} \quad (\text{за відсутності такого котла})$$

2.3.26 Визначаємо витрату води через кожний котел, що працює зі змінним температурним режимом:

- для МЗ режима (зменшений проти номінального, враховуючи експлуатацію всіх котлів в номінальному температурному режимі):

$$G_{BK_з} = \frac{Q_{BK_з} \cdot 10^3 \cdot 3.6}{4.2 \cdot (t'_{BK_ном} - t_{BK_ном})} \quad (2,25)$$

- для ТЗ режима (враховуючи доцільність номінального пропуску а води через котли):

$$G_{BK_з} = G_{BK_ном} \quad (2,26)$$

Але, згідно рекомендації 2.1.8. допускається зменшення пропуску води через котли у разі необхідності вироблення менше за номінальне теплове навантаження за умови роботи в номінальному температурному режимі

для Л режима (за відсутності такого котла):

$$G_{BK_з} = 0$$

$$\text{МЗ} \quad G_{BK_з} = \frac{7.76 \cdot 10^3 \cdot 3.6}{4.2 \cdot (150 - 70)} = 83.14 \quad \frac{\text{Т}}{\text{год}}$$

$$\text{ТЗ:} \quad G_{BK_з} := 100 \quad \frac{\text{Т}}{\text{год}}$$

$$\text{Л:} \quad G_{BK_з} := 0 \quad \frac{\text{Т}}{\text{год}}$$

2.3.27 Визначаємо сумарну подачу води на котли, що знаходяться в експлуатації

$$\Sigma G_{BK} := G_{BK_б} + N_{BK_з} \cdot G_{BK_з}$$

$$\text{МЗ:} \quad \Sigma G_{BK} := 123.5 + 1 \cdot 83.14 = 206.64 \quad \frac{\text{Т}}{\text{год}}$$

$$\text{ТЗ:} \quad \Sigma G_{BK} := 123.5 + 1 \cdot 100 = 223.5 \quad \frac{\text{Т}}{\text{год}}$$

$$\text{Л:} \quad \Sigma G_{BK} := 115.07 + 0 \cdot 0 = 115.07 \quad \frac{\text{Т}}{\text{год}}$$

2.3.28 . Визначаємо температуру води на виході з котлів, що несуть змінну складову теплового навантаження котельні:

$$t''_{\text{ВК}_3} := t'_{\text{ВК}} + \frac{Q_{\text{ВК}_3} \cdot 10^3 \cdot 3.6}{4.2 \cdot G_{\text{ВК}_3}} \quad (2,28)$$

$$\text{МЗ:} \quad t''_{\text{ВК}_3} := 70 + \frac{7.76 \cdot 10^3 \cdot 3.6}{4.2 \cdot 83.14} = 150 \quad \text{C}$$

$$\text{ТЗ:} \quad t''_{\text{ВК}_3} := 70 + \frac{3.85 \cdot 10^3 \cdot 3.6}{4.2 \cdot 100} = 103 \quad \text{C}$$

$$\text{Л:} \quad t''_{\text{ВК}_3} := 0 \quad \text{C}$$

2.3.29 Визначаємо витрату води в рециркуляційному трубопроводі:

$$G_{\text{рец}} := \Sigma G_{\text{ВК}} \cdot \frac{(t'_{\text{ВК}} - t_{\text{звор}})}{(t''_{\text{ВК}_6} - t_{\text{звор}})} \quad (2,29)$$

$$\text{МЗ:} \quad G_{\text{рец}} := 206.64 \cdot \frac{(70 - 60.9)}{(150 - 60.9)} = 21.1 \quad \frac{\text{Т}}{\text{год}}$$

$$\text{ТЗ:} \quad G_{\text{рец}} := 223.5 \cdot \frac{(70 - 53.96)}{(150 - 53.96)} = 37.33 \quad \frac{\text{Т}}{\text{год}}$$

$$\text{Л:} \quad G_{\text{рец}} := 115.07 \cdot \frac{(70 - 63.89)}{(150 - 63.89)} = 8.16 \quad \frac{\text{Т}}{\text{год}}$$

2.3.30 Визначаємо середньовагову температуру води на виході з усіх водогрійних котлів, що знаходяться в експлуатації

$$t_{\text{ВК}\Sigma} := \frac{(G_{\text{ВК}_6} - \Sigma G_{\text{ВН}_\text{грв}} - G_{\text{рец}}) t''_{\text{ВК}_6} + N_{\text{ВК}_3} \cdot G_{\text{ВК}_3} \cdot t''_{\text{ВК}_3}}{(G_{\text{ВК}_6} - \Sigma G_{\text{ВН}_\text{грв}} - G_{\text{рец}} + N_{\text{ВК}_3} \cdot G_{\text{ВК}_3})}$$

$$\text{МЗ:} \quad t_{\text{ВК}\Sigma} := \frac{(123.5 - 125.61 - 21.1)150 + 1 \cdot 83.14 \cdot 150}{(123.5 - 125.61 - 21.1 + 1 \cdot 83.14)} = 150 \quad \text{C}$$

$$\text{ТЗ:} \quad t_{\text{ВК}\Sigma} := \frac{(123.5 - 125.61 - 37.33)150 + 1 \cdot 100 \cdot 103}{(123.5 - 125.61 - 37.33 + 1 \cdot 100)} = 72.39 \quad \text{C}$$

$$\text{Л:} \quad t_{\text{ВК}\Sigma} := 150 \quad \text{C} \quad (\text{за регламентом})$$

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.31 Визначаємо витрату зворотної води через регулюючий клапан в трубопроводі перепуску зворотної води в пряму магістраль (так званий перепуск):

$$G_{\text{пер}} := G1 \cdot \frac{(t_{\text{вк}\Sigma} - \tau_1)}{(t_{\text{вк}\Sigma} - t_{\text{звор}})}$$

МЗ: $G_{\text{пер}} := 72.97 \cdot \frac{(150 - 140)}{(150 - 60.9)} = 8.19 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$

ТЗ: $G_{\text{пер}} := 91.87 \cdot \frac{(72.39 - 70)}{(72.39 - 53.96)} = 11.91 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$

Л: $G_{\text{пер}} := 8.6 \cdot \frac{(150 - 70)}{(150 - 63.89)} = 7.99 \quad \frac{\text{т}}{\text{год}}$

3.32 Визначаємо похибку баланс ових розрахунків водогрійної котельні:

$$\Delta G := \frac{(\Sigma G_{\text{вк}} - G_2 - \Sigma G_{\text{вн_грв}} + G_{\text{пер}} - G_{\text{рец}}) \cdot 100}{\Sigma G_{\text{вк}}}$$

МЗ: $\Delta G := \frac{(206.64 - 57.97 - 125.61 + 8.19 - 21.1) \cdot 100}{206.64} = 4.91 \%$

ТЗ: $\Delta G := \frac{(223.5 - 76.87 - 125.61 + 11.91 - 37.33) \cdot 100}{223.5} = -1.97 \%$

Л: $\Delta G := \frac{(115.07 - 3.6 - 104.96 + 7.99 - 8.16) \cdot 100}{115.07} = 5.51 \%$

Висновок: Результати розрахунка теплової схеми котельні з водогрійними котлами виконані з прийнятою точністю (похибка не повинна перебільшувати 8 % по кожному режиму).

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

2.4 Визначення енергетичних показників роботи котельні з водогрійними котлами

2.4.1 Визначаємо годинну витрату природного газу в котельні:

нижча теплота згоряння палива:

$$Q_{н_роб} = 3.36 \times 10^4 \frac{\text{кДж}}{\text{нм}^3}$$

експлуатаційний ККД котельні: $\eta_{кот} = 0.91$

$$V_{кот} = \frac{1.01 \cdot \Sigma Q_{кот} \cdot 10^3 \cdot 3.6}{\eta_{кот} \cdot Q_{н_роб}} \quad (2,33)$$

$$\text{МЗ} \quad V_{кот} = \frac{1.01 \cdot 19.36 \cdot 10^3 \cdot 3.6}{0.91 \cdot 33600} = 2.3 \quad \text{тис} \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

$$\text{ТЗ} \quad V_{кот} = \frac{1.01 \cdot 15.45 \cdot 10^3 \cdot 3.6}{0.91 \cdot 33600} = 1.84 \quad \text{тис} \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

$$\text{Л} \quad V_{кот} = \frac{1.01 \cdot 10.74 \cdot 10^3 \cdot 3.6}{0.91 \cdot 33600} = 1.28 \quad \text{тис} \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

2.4.2 Визначаємо сумарну паспортну електричну потужність, що споживає електричне обладнання власних потреб котельні:

- встановлена потужність робочих насосів рециркуляції: $W_{н_рец} = 8 \text{ кВт}$
- встановлена потужність робочих мережних насосів: $W_{н_рец} = 30 \text{ кВт}$
- встановлена потужність робочих насосів підживлення тепломережі: $W_{н_рец} = 4 \text{ кВт}$
- встановлена потужність робочих насосів сирої води: $W_{н_рец} = 4 \text{ кВт}$
- встановлена потужність робочих насосів хімоочищеної води: $W_{н_рец} = 4 \text{ кВт}$
- встановлена потужність робочих вакуумних насосів: $W_{н_рец} = 2,2 \text{ кВт}$
- встановлена потужність робочих насосів технологічної води: $W_{н_рец} = 30 \text{ кВт}$
- встановлена потужність робочих дутьових вентиляторів: $\Sigma W_{вд} = 28 \text{ кВт}$
- встановлена потужність робочих димососів: $\Sigma W_{вд} = 60 \text{ кВт}$
- встановлена електрична потужність приладів освітлення: $W_{осв} = 4.8 \text{ кВт}$

$$\Sigma W_{\text{кот_влп}} = W_{\text{н_рец}} + W_{\text{н_тм}} + W_{\text{н_підж}} + W_{\text{н_св}} + W_{\text{н_хв}} + (2,34) \\ + W_{\text{н_вак}} + W_{\text{н_тв}} + \Sigma W_{\text{вд}} + \Sigma W_{\text{д}} + W_{\text{осв}}$$

$$\Sigma W_{\text{кот_влп}} = 8 + 30 + 4 + 4 + 4 + 2.2 + 30 + 28 + 60 + 4.8 = 175 \text{ кВт}$$

2.3.3 Визначаємо годинну, добову та річну потребу електричної енергії для власних потреб котельні:

середньогодинний експлуатаційний коефіцієнт завантаження споживачів електроенергії котельні (0,8-0,9): $K_{\text{т_год}} = 0,9$

$$W_{\text{влп_год}} = \Sigma W_{\text{кот_влп}} \cdot K_{\text{т_год}} = 175 \cdot 0,9 = 157,5 \frac{\text{кВт год}}{\text{год}} (2,35)$$

середньодобовий експлуатаційний коефіцієнт завантаження споживачів електроенергії котельні (0,7-0,8): $K_{\text{т_доб}} = 0,7$

$$W_{\text{влп_доб}} = \Sigma W_{\text{кот_влп}} \cdot 24 \cdot K_{\text{т_доб}} (2,36)$$

$$175 \cdot 24 \cdot 0,7 = 2,94 \times 10^3 \frac{\text{кВт год}}{\text{доб}}$$

середньорічний експлуатаційний коефіцієнт завантаження споживачів електроенергії котельні (0,6-0,7): $K_{\text{т_рік}} = 0,7$

$$W_{\text{влп_рік}} = \Sigma W_{\text{кот_влп}} \cdot 8760 \cdot K_{\text{т_рік}} (2,37)$$

$$175 \cdot 8760 \cdot 0,7 = 1,07 \times 10^6 \frac{\text{кВт год}}{\text{рік}}$$

2.4.4 Визначаємо для МЗ режиму середньогодинні питомі витрати природного газу та умовного палива в котельній з відпущеної теплової енергії:

$$b_{\text{т_відп_газ}} = \frac{W_{\text{кот}} \cdot 10^3}{\Sigma Q_{\text{жр}} + Q_{\text{пп}}} (2,38)$$

$$\frac{2,3 \cdot 10^3}{6,99 + 12} = 121,12 \frac{\text{м}^3}{\text{МВт}}$$

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$$b_{\Gamma_відп_уп} = \frac{1.15 \cdot W_{кот} \cdot 10^3}{\Sigma Q_{жр} + Q_{пп}}$$

$$\frac{1.15 \cdot 2.3 \cdot 10^3}{6.99 + 12} = 139.28 \frac{\text{кгуп}}{\text{МВт}}$$
(2,39)

2.4.5 Визначаємо для МЗ режиму проектну середньодобову витрату електричної енергії на відпущеній від котельні теплової енергії:

$$e_{ee_доб} = \frac{W_{влп_доб}}{\Sigma Q_{жпр} \cdot 24}$$

$$\frac{2940}{18.99 \cdot 24} = 6.45 \frac{\text{кВт}}{\text{МВт}}$$
(2,40)

2.4.6 Визначаємо середньодобову собівартість теплової енергії, відпущеної від котельні:

закупівельна ціна природного газу з урахуванням ПДВ та витрат на транспортування:

$$Ц_{палив} = 39364 \frac{\text{грн}}{1000 \text{нм}^3}$$

закупівельна ціна електричної енергії з урахуванням ПДВ та витрат на транспортування:

$$Ц_{ее} = 4.62 \frac{\text{грн}}{\text{кВтгод}}$$

експлуатаційна складова собівартості теплоти, що відпуск ається (20...50):

$$C_{q_експл} = 30 \frac{\text{грн}}{\text{МВт}}$$
(2,41)

$$C_{q_доб} = \frac{b_{\Gamma_відп_уп}}{1.15} \cdot Ц_{палив} \cdot 10^{-3} + e_{ee_доб} \cdot Ц_{ее} + C_{q_експл}$$

$$\frac{139.28}{1.15} \cdot 39364 \cdot 10^{-3} + 6.06 \cdot 4.62 + 30 = 4.83 \times 10^3 \frac{\text{грн}}{\text{МВт}}$$

2.4.7 Формуємо висновок щодо енергоефективності проек тної котельні:

Проект водогрійної котельні за своїми показниками енергетичної та економічної ефективності, відповідає середньогалузевому рівню українських котелень комунальної енергетики може бути прийнятим до реалізації.

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4.8 Основні результати розрахунків наводимо в таблиці 3.

№ п.п	Назва параметра	Ум. позн.	Од. вим.	Характерні режими експлуатації			Джерело інформації
				МЗ	ТЗ	Л	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Температура зовнішнього повітря	tзовн	°С	-22	2,7	15...30	Табл. 1
2	Сумарне теплове навантаження житлового району	ΣQжр	МВт	6,99	3,08	0,42	Форм. 2.1
3	Теплове навантаження промислового підприємства	Qшп	МВт	12	12	12	Табл. 1
4	Сумарне теплове навантаження житлово промислового району	ΣQжпр	МВт	18,99	15,08	12,42	
5	Сумарне теплове навантаження	ΣQкот	МВт	19,36	15,454	10,74	Форм. 2.17
6	Температура води в прямій магістралі на виході з котельні	τ ₁	°С	140	70	70	Табл. 1
7	Температура води в зворотній магістралі на вході в котельні	τ ₂	°С	50,97	33,78	30	Табл. 1
8	Температура води в зворотній магістралі на вході в мережні насоси	tзвор	°С	60,9	53,96	63,89	Форм. 2.12
9	Витрата води в прямій магістралі на виході з котельні	G1	т/год	72,97	91,87	8,6	Табл. 1
10	Убуток води в тепломережі	Губут	т/год	15	15	5	Табл. 1
11	Витрата води в зворотній магістралі на вході в котельню	G2	т/год	57,97	76,87	3,60	Табл. 1
12	Витрата води в напірному трубопроводі мережних насосів	ΣGвк	т/год	206,64	223,5	115,07	Форм. 2.27
13	Витрата води в трубопроводі рециркуляції котлів	Gрец	т/год	21,1	37,33	8,16	Форм. 2.29
14	Витрата води в трубопроводі	Gпер	т/год	8,19	11,91	7,99	Форм. 2.31
15	Число встановлених водогрійних	Nвк вст	од	2	2	2	Форм. 2.18
16	Число котлів, що знаходяться в	Nвк р	од	2	2	1	Форм. 2.21
17	Число котлів, що експлуатуються в базовому номінальному режимі	Nвк_б	од	1	1	1	Форм. 2.19
18	Число котлів, що експлуатуються в режимі змінного навантаження	Nвк_з	од	1	1	0	Форм. 2.20
19	Годинна витрата природного газу в котельні	Vкот	тис.м3/год	2,3	1,84	1,28	Форм. 2.33
20	Питома витрата природного газу на відпущену від котельні тепл. енергію	bt_відп_газ	м3/МВт	121,12			Форм. 2.38
21	Питома витрата умовного палива на відпущену від котельні тепл. енергію	bt_відп_уп	кг уп/МВт	139,28			Форм. 2.39
22	Сумарна встановлена потужність споживачів електроенергії котельні	ΣWкот_влп	кВт	175			Форм. 2.34
23	Добова питома витрата електроенергії на з відпущеної	e_ee_доб	кВт/МВт	6,45			Форм. 2.40
24	Вартість природного газу	Цпалив	грн/тис.м3	39364	39364	39364	Ринок пал.
25	Вартість електроенергії	Цее	грн/кВтгод	4,62	4,62	4,62	Ринок пал.
26	Собівартість теплоти, що відпущена з котельні	Cq_доб	грн/МВт	4830			Форм. 2.41

Таблиця 3. Результати розрахунку теплової схеми котельні з водогрійними котлами.

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Вибір обладнання котельні з водогрійними котлами

2.5.1 Вибір водогрійних котлів:

Розрахована загальна теплова максимальна потужність котельні в МЗ режимі:

$$\Sigma Q_{\text{кот}} = 19.36 \text{ МВт}$$

В зв'язку з розрахунком вибираємо наступний типорозмір водогрійних котлів згідно їх номінальної теплової потужності і їх кількість.

Тип: КВ-ГМ-10 2 шт.

- Номінальна теплова потужність: $Q_{\text{БК_НОМ}} = 11,3 \text{ МВт}$
- номінальна витрата води: $G_{\text{БК_НОМ}} = 123.5 \text{ т/год}$
- ККД котла: $\eta_{\text{БК_НОМ}} = 92\%$
- температура води на виході: $t_{\text{БК_НОМ}} = 150 \text{ С}$
- температура води на вході: $t_{\text{БК_НОМ}} = 70 \text{ С}$
- гідравлічний опір котла: $\Delta P_{\text{БК_НОМ}} = 0,15 \text{ МПа}$
- номінальна витрата палива: $V_{\text{БК_НОМ}} = 1,26 \text{ тис.м}^3/\text{год}$

2.5.2 Вибір рециркуляційних насосів:

Максимальне значення пропуску води через трубопровід рециркуляції в ТЗ режимі:

$$G_{\text{рец}} = 37.33 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

В зв'язку з розрахунком вибираємо наступний типорозмір насосів рециркуляції згідно його номінальної подачі та напору і їх кількість.

Тип: НКУ-45 2 шт. 1 робочий і 1 резервний

- номінальна подача насоса: $Q=45 \text{ м}^3/\text{год}$
- номінальний напір насоса: $H=38 \text{ м.вод.ст}$
- номінальна потужність насоса: $P= 8 \text{ кВт}$

2.5.3 Вибір мережних насосів:

Максимальне значення пропуску води через мережний трубопровід в ТЗ режимі:

$$G_1 = 91.87 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В зв'язку з розрахунком вибираємо наступний типорозмір мережних насосів згідно його номінальної подачі та напору і їх кількість.

Тип: КМ-100-65-200 2 шт. 1 робочий і 1 резервний

- номінальна подача насоса: $Q=45 \text{ м}^3/\text{год}$

- номінальний напір насоса: $H=38 \text{ м.вод.ст}$

- номінальна потужність насоса: $P= 8 \text{ кВт}$

2.5.4 Вибір насосів підживлення тепломережі:

Максимальне значення пропуску води через трубопровід підживлення в МЗ режимі:

$$G_{\text{бут}} = 15 \frac{T}{\text{год}}$$

В зв'язку з розрахунком вибираємо наступний типорозмір насосів підживлення тепломережі згідно його номінальної подачі та напору і їх кількість.

Тип: К-20-30 2 шт. 1 робочий і 1 резервний

- номінальна подача насоса: $Q=20 \text{ м}^3/\text{год}$

- номінальний напір насоса: $H=30 \text{ м.вод.ст}$

- номінальна потужність насоса: $P= 4 \text{ кВт}$

2.5.5 Вибір насосів сирої води:

Максимальне значення пропуску води через трубопровід подачі сирої води в МЗ режимі:

$$G_{\text{бут}} = 15 \frac{T}{\text{год}}$$

В зв'язку з розрахунком вибираємо наступний типорозмір насосів сирої води згідно його номінальної подачі та напору і їх кількість.

Тип: К-20-30 2 шт. 1 робочий і 1 резервний

- номінальна подача насоса: $Q=20 \text{ м}^3/\text{год}$

- номінальний напір насоса: $H=30 \text{ м.вод.ст}$

- номінальна потужність насоса: $P= 4 \text{ кВт}$

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

2.5.6 Вибір насосів хімоочищеної води:

Максимальне значення пропуску води через трубопровід хімоочищеної води в МЗ режимі:

$$G_{\text{бут}} = 15 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

В зв'язку з розрахунком вибираємо наступний типорозмір насосів хімоочищеної води згідно його номінальної подачі та напору і їх кількість.

Тип: К-20-30 2 шт. 1 робочий і 1 резервний

- номінальна подача насоса: $Q=20\text{м}^3/\text{год}$

- номінальний напір насоса: $H=30 \text{ м.вод.ст}$

- номінальна потужність насоса: $P= 4 \text{ кВт}$

2.5.7 Вибір вакуумних насосів:

Розрідження в вакуумному деаераторі:

$$P_{\text{да}} = -0.75 \text{ бар}$$

Для створення вакууму в деаераторі вибираємо наступний типорозмір вакуумних насосів згідно його номінальної витрати води та граничного залишкового тиску і їх кількість.

Тип: ВВН-1-0,75 2 шт. 1 робочий і 1 резервний

- номінальна витрата води: $Q=0,18\text{м}^3/\text{год}$

- граничний залишковий тиск: $H=20 \text{ кПа}$

- номінальна потужність насоса: $P= 2,2 \text{ кВт}$

2.5.8 Вибір насосів технологічної води:

Максимальне значення пропуску води через трубопровід технологічної води:

$$G_{\text{техн}_в} = 108.27 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

В зв'язку з розрахунком вибираємо наступний типорозмір насосів технологічної води згідно його номінальної подачі та напору і їх кількість.

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тип: К-160-30 2 шт. 1 робочий і 1 резервний

- номінальна подача насоса: $Q=160\text{м}^3/\text{год}$

- номінальний напір насоса: $H=30$ м.вод.ст

- номінальна потужність насоса: $P=30$ кВт

2.5.9 Вибір вентиляторів та димососів для водогрійних котлів:

- вентилятор: ВДН-9 - 2 шт., $P=14$ кВт

- димосос: Д-11,2 - 2 шт., $P=30$ кВт

2.5.10 Вибір деаераторів водогрійної котельні:

ТИП: деаератор вакуумний ДВ-25 2 шт. 1 робочий і 1 резервний

2.5.11 Вибір підігрівників:

- підігрівник ПСВ: ВВП 07-114x2000 1 шт.

довжина секції $l=2000$ мм

діаметр корпусу $D=114$ мм

число трубок $n=19$ шт

поверхня нагріву $F=1,79$ м²

витрата води $G=21,05$ т/год

- підігрівник ПХВ: ВВП 07-114x2000 1 шт.

довжина секції $l=2000$ мм

діаметр корпусу $D=114$ мм

число трубок $n=19$ шт

поверхня нагріву $F=1,79$ м²

витрата води $G=21,05$ т/год

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

- підігрівник ПТВ: ВВП 13-273x2000 1 шт.
довжина секції $l=2000$ мм
діаметр корпусу $D=273$ мм
число трубок $n=109$ шт
поверхня нагріву $F=10,28$ м²
витрата води $G=120,9$ т/год

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Розділ 3. Охорона праці.

3.1. Охороні зони теплових мереж.

Контроль за дотриманням ОЗТМ та, енергопостачальних об'єктів здійснюється підприємством, в експлуатації якого перебувають теплові мережі для забезпечення надійного та безперервного теплопостачання споживачів, збереження всіх їх елементів та обладнання від псування та пошкоджень, а також запобігання нещасним випадкам. Мережі гарячого водопостачання забезпечують гарячою водою споживачів та прирівнюються до теплових мереж. До них застосовуються всі вимоги як і до теплових мереж.

Охороні зони створюються уздовж земель трубопровідного транспорту (надземних, наземних та підземних трубопроводів) та навколо тих споруд для забезпечення нормальних умов їх експлуатації та запобігання пошкодженню, а також для зменшення їх негативного впливу на людей, суміжні землі, природних об'єктів та довкілля в цілому. Охороні зони теплових мереж встановлюють вздовж траси прокладання теплової мережі у вигляді земельних ділянок шириною, яку визначають кутом схилу, але не менше ніж 3 м у кожний бік від краю будівельних конструкцій у разі каналного прокладання теплотрас або від зовнішньої поверхні теплоізолюваного теплопроводу при безканалному прокладанні та згідно з Правилами Технічної експлуатації теплових установок і мереж. Відстань по горизонталі від будівельних конструкцій теплових мереж або оболонки ізоляції трубопроводів при безканалному прокладанні до будівель, споруд та теплових мереж згідно з ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі»

3.2. На земельних ділянках, розташованих у межах охоронних зон теплових мереж, забороняється:

- виконувати роботи, які можуть призвести до порушень нормальної роботи теплових мереж, й пошкоджень;
- садити дерева, крім кущів та саджанців з висотою перспективного росту не більше двох метрів, розбивати клумби;
- споруджувати житлові, громадські, садові, дачні будинки, розміщувати автозаправки, автогазозаправні станції та склади пально-мастильних матеріалів, та складувати товари, матеріали і конструкції;

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проект системи теплопостачання житлово- промислового району №4 в місті Житомир</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розробив</i>	<i>Щупак О.Л.</i>						70	80
<i>Перевірів</i>	<i>Самійленко С.М.</i>					<i>НУХТ</i>		
<i>Н.контр.</i>						<i>Каф. ТЕХТ гр. ЗТЕ-5-7 ск</i>		
<i>Т.контр.</i>								
<i>Затвердив</i>	<i>Петренко В.П.</i>							

- споруджувати гаражі, садові та дачно-садові споруди, автомобільні дороги I-V категорії та залізниці;
- влаштовувати звалища, сміттезбиральні майданчики, виливати розчини кислоти, солей і лугів, які спричиняють корозію;
- розміщувати спортивні та ігрові майданчики, стадіони, майданчики для відпочинку, ринки, зупинки громадського транспорту, проводити будь-які заходи, пов'язані з великим скупченням людей;
- розміщувати постійні торговельні майданчики, зелені насадження та клумби, будувати будь-які огорожі;
- вибирати, видобувати, висипати та надсипати ґрунт; розводити вогонь і розміщувати відкриті або закриті джерела вогню;
- виконувати роботи ударними механізмами, скидати або зливати пально-мастильні матеріали;
- відкривати, знімати, засипати люки камер теплових мереж;
- скидати в теплові камери сміття, відходи, сніг;

У межах території охоронних зон теплових мереж без письмового дозволу підприємств та організації, у підпорядковані яких перебувають ця мережа, забороняється:

- споруджувати переїзди і переходи через трубопроводи теплових мереж зовнішнього прокладання;
- виконувати земляні роботи, проводити будівництво, капітальний ремонт, реконструкцію, знесення будівель і споруд, роботи, пов'язані з розкриванням дорожнього покриття і ґрунту, а також інші роботи, що можуть призвести до порушення безаварійного функціонування об'єктів теплових мереж або їх обслуговування;
- садити дерева, розбивати клумби;
- виконувати роботи зазначені в частині 1 статті 33 Закону України «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів. На проведення робіт, перелічених вище сказаних, слід отримати письмове погодження від власника теплових мереж не пізніше ніж за 3 дні до початку робіт.

Присутність представника підприємства, що експлуатує теплові мережі під час проведення робіт не обов'язкова, якщо це передбачено погодженням. Особа, яка одержало письмове погодження на проведення зазначених робіт в ОЗТМ, повинна виконувати їх з дотриманням умов, які забезпечують збереження цих мереж. Особи, які проводять роботи, пов'язані з необхідністю перекладання теплових мереж або захисту їх від пошкоджень, виконувати їх згідно з проектною документацією на ці роботи за рахунок своїх коштів за згодою підприємства, що експлуатує теплова мережа. Особи, територією яких проходять теплові мережі або експлуатуються споруди, в яких розміщуються

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

трубопроводи теплових мереж (мости, колектори, шляхопроводи, будівлі тощо), повинні вжити заходи щодо попередження та усунення факторів, що негативно впливають на надійність теплових мереж та безперебійності теплопостачання. Працівникам підприємств, у розпорядженнях яких є теплова мережа, повинна бути забезпечена можливість вільного доступу до об'єктів теплових мереж, що є на території інших осіб, для їх обслуговування та ремонту.

Збитки, завдані тепловим мережам під час проведення в охоронних зонах дозволених та недозволених робіт, повинні бути відшкодовані за рахунок осіб-виконавців робіт у встановленому законодавством порядку.

4.3. Земельні питання. До земель трубопроводного транспорту належать земельні ділянки, надані під наземні та надземні трубопроводи та їх споруди, а також під наземні споруди підземних трубопроводів. Земля в межах охоронних зон не може вилучатися. Використання земель може здійснюватися відповідно до чинного законодавства. Порядок встановлення та режим використання охорони зони визначається законодавством України.

4.5. Порядок організації роботи з виявлення та усунення порушень ОЗТМ в підприємствах, організаціях. Підприємство, що експлуатує теплові мережі під час здійснення технічного нагляду за експлуатацією теплових мереж забезпечує виконання таких заходів:

- призначення розпорядчим документом відповідальних осіб за роботу з питань використання охоронних зон теплових мереж (розпорядчий документ оновлюється у разі потреби), до посадових інструкцій відповідальних працівників вносяться доповнення щодо їх прав та обов'язків;

- здійснення поточного контролю за дотриманням вимог чинних нормативних документів з експлуатації теплових мереж;

- працівники здійснюють обходи теплових мереж згідно із затвердженим графіком обходів теплових мереж, про що роблять записи у журнал обходу теплових мереж. Результати перевірки фіксуються згідно з вимогами ведення нормативної документації;

- у разі виявлення порушень ОЗТМ працівники складають відповідний АКТ про порушення ОЗТМ або АКТ-ЗАБОРОНУ.

4.6. Види перевірок:

- планові перевірки проводяться під час планових обходів обслуговуючим персоналом, підрозділами згідно з посадовими обов'язками за графіками, затвердженими головними інженерами;

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- позапланові перевірки проводяться за таких обставин: отримання доручення керівництва або теплотехнічної служби Департаменту технічного розвитку;

- отримання заяв, скарг чи звернень громадян, які подали у встановленому порядку; - за наявності інформації щодо самовільного зайняття земельної ділянки в ОЗТМ.

- оперативні перевірки проводяться у разі виявлення аварійних ситуацій на теплових мережах згідно з дорученням керівництва або теплотехнічної служби Департаменту технічного розвитку;

- контрольні перевірки проводяться для перевірки виконання порушником охоронних зон теплових мереж зауважень, наданих у попередніх актах. Робота з порушниками охоронних зон теплових мереж, виявлення нових порушень ОЗТМ. Працівники у разі виявлення порушень ОЗТМ формують інформацію та вживають таких заходів, виявляють порушення ОЗТМ, які можуть негативно вплинути на роботу теплових мереж та обладнання, заважають їх діагностуванню, експлуатації, ремонту тощо згідно з вимогами нормативно - правових документації та цього Положення шляхом проведення обстежень (обходів) з подальшим створенням інформаційної бази порушень. Складають схему розташування об'єкта (порушення) відносно до теплових мереж з прив'язкою до місцевості (вулиці, будинку). На схемі потрібно вказати назву та розміри об'єкта. Збирають інформацію про власника об'єкта. Виконують фотофіксацією факту порушення.

У разі виявлення порушення на стадії будівництва (проведення підготовчих робіт, установка паркану, проведення земельних робіт, будівельно-монтажних робіт) або робіт з установки об'єкта в той же день фіксують порушення у журналі обходів теплових мереж та складають АКТ-ЗАБОРОНУ. У разі виявлення вже встановленого об'єкта, що порушує ОЗТМ, фіксують порушення у журналі обходів теплових мереж, складають АКТ про порушення ОЗТМ. Не пізніше двох робочих днів після складання вручають акти порушникам ОЗТМ (юридичній або фізичній особі). Акти складаються у двох примірниках. Один примірник вручається порушнику під підпис, другий залишається у представника.

До АКТУ про порушення ОЗТМ / АКТУ-ЗАБОРОНИ вноситься інформацію про власника об'єкта: для фізичної особи — П.І.п/б, телефон та адреса проживання, ідентифікаційний код; для юридичної особи — назва підприємства, П.І.п/б керівника, номер телефону, юридична адреса, код СДРПОУ. Вказуються розмір та характеристика об'єкта (капітальний чи не капітальний), суть та схема порушення. Якщо власник об'єкта, що порушує ОЗТМ, відмовляється прибути на місце для отримання акту або відмовляється

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

підписати акт, робиться запис про відмову та його підписують не менше ніж три уповноважені представники. Юридична, фізична особа має право надати пояснення та зауваження щодо змісту акту, а також викласти підстави відмови його підписання. Якщо власник (представник власника) об'єкта відмовився отримати акт, на адресу порушника направляється рекомендований лист з роз'ясненням щодо необхідності винесення об'єкта, зведеного з порушенням вимог законодавства, за межі охоронних зон теплових мереж з додаванням АКТУ про порушення ОЗТМ АКТУ-ЗАБОРОНИ. У разі неможливості виявити власника об'єкта, розміщеного в ОЗТМ, його відмови підписати акт або надати відповідні документи підприємству обслуговуючої організації разом із звітом (у разі аварійних ситуацій терміново) подає до Департаменту операційної діяльності інформації щодо факту виявлення порушення ОЗТМ із зазначенням необхідності звернення до: відповідального району державної адміністрації міста, Департаменту міського благоустрою КМДА, Департамент містобудування та архітектури КМДА щодо самовільного розміщенням об'єктів торгівлі, об'єктів соціально-побутового призначення (в тому числі ринків), автостоянок, автокооперативів, автозаправних станцій, гаражів, гаражних кооперативів; відповідної районної; державно; адміністрацій міста, Департаменту міського благоустрою КМДА, органів архетектурно-будівельного контролю щодо самовільного розміщення будівельних майданчиків; Управління з питань реклами, Департаменту міського благоустрою КМДА щодо само вільного розміщення об'єктів зовнішньої реклами.

У разі потреби, за умови неотримання відповіді на запит та не усунення порушення обслуговуюча організація організовує комісію обстеження, для участі в якому запрошуються представники теплотехнічної служби та, відповідальної району державної адміністрації міста, Департаменту міського благоустрою КМДА, Департаменту містобудування та архітектури КМДА щодо самовільного розміщення об'єктів торгівлі, об'єктів соціально-побутового призначення (в тому числі ринків), автостоянок, автокооперативів, автозаправних станцій, гаражів, гаражних кооперативів, відповідального району державної адміністрації міста та Департаменту з питань державного архітектурно-будівельного контролю міста щодо самовільного розміщення будівельних майданчиків, управління з питань реклами, Департаменту міського благоустрою КМДА щодо самовільного розміщення об'єктів зовнішньої реклами, відповідної районної державної адміністрації міста, Департаменту міського благоустрою КМДА, балансоутримувача території у разі порушення ОЗТМ розміщенням дерев і кущів. За результатами роботи комісії складається АКТ комісійного обстеження.

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У разі потреби (вплив на ненадійність експлуатації теплових мереж, загроза безпеки людей тощо) та невиконання вимог щодо усунення виявлених порушень ОЗТМ упродовж тривалого часу обслуговуюча організація у встановленому порядку листом, додаючи документи про проведену роботу з

порушником ОЗТМ, звертається до департаменту правового забезпечення для визначення можливості вжити додаткових заходів впливу на порушника згідно з вимогами чинного законодавства України. Якщо порушник ОЗТМ усунув порушення (демонтував об'єкт чи перемістив за межі охоронних зон) обслуговуюча організація складають АКТ звільнення охоронних зон теплових мереж обслуговуюча організація.

Робота з існуючими порушниками охоронних зон ОЗТМ. На початку кожного року обслуговуюча організація складається графік перевірки існуючих порушень ОЗТМ, відносно яких наявні акти та які неусунені, для проведення повторного комісійного обстеження (у розрахунку не менше 2 комісії на кожен ділянку з експлуатації теплових мереж) у складі представників районів теплових мереж обслуговуюча організація та за згодою представників відповідальної державної адміністрації / керуючої компанії з управління житлового фонду відповідного району.

Терміни та визначення

Власники та землекористувачі власники та/або землекористувачі земельних ділянок, по території яких проходить охоронна зона теплових мереж, та енергопостачальних об'єктів.

Охорона теплових мереж — це система організаційних, технічних та юридичних заходів, спрямованих на недопущення несанкціонованого втручання сторонніх осіб у роботу теплових мереж для дотримання чинних нормативних документів та забезпечення належних умов експлуатації обладнання.

Охоронна зона теплових мереж - землі вздовж теплових мереж для забезпечення нормальних умов їх експлуатації, запобігання ушкодженню, атакож для зменшення їх негативного впливу на людей, суміжні землі, природні об'єкти та довкілля.

Тепловий пункт (ТЦ — спеціально обладнане приміщення, з якого здійснюється керування місцевими системами теплоспоживання (опаленням, гарячим водопостачанням, вентиляцією, технологічним навантаженням). У ньому відбувається трансформація параметрів теплоносія за видами споживання тепла, його облік тощо.

Центральний тепловий пункт (ЦТП)— тепловий пункт, до якого приєднані

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи теплоспоживання двох і більше будівель.

Індивідуальний тепловий пункт (ІТП) — розташований у відоособленому приміщені комплекс обладнання, за допомогою якого здійснюється теплопостачання та керування системою теплоспоживання однієї будівлі (споруди) або її частини.

Капітальна будівля — має фундамент, побудована з цегли, блоків, залізобетонних панелей тощо, її неможливо оперативна перемісти для проведення аварійно-відновлювальних та ремонтних робіт.

Мала архітектурна форма для здійснення підприємницької діяльності (МАФ) невелика споруда, яка виконується із полегшених конструкцій і встановлюється тимчасово без улаштування фундаментів.

Тимчасова споруда (ТС) - (торгівельного, побутового, соціально-культурного чи іншого призначення для проведення підприємницької діяльності — одноповерхова споруда, що виготовляється з полегшених конструкцій з урахуванням основних вимог до споруд, визначених технічним регламентом будівельних виробів, будівель і споруд, і встановлюється тимчасово, без улаштування фундаменту.

Магістральна теплова мережа - комплекс трубопроводів, насосних станцій і споруд, що забезпечують транспортування теплоносія (гарячої води та пари) від джерела теплової енергії (електричних станцій та котелень тощо) до теплових пунктів та (або) розподільної теплової мережі

Теплова мережа - сукупність трубопроводів, обладнання та пристроїв, що забезпечують передачу та розподіл гарячої води та пари споживачам теплової енергії;

Розподільна теплова мережа - трубопроводи з спорудами на них, які забезпечують транспортування теплоносіїв від центрального теплового пункту або магістральної теплової мережі або джерела теплової енергії до теплового вводу споживача.

Об'єкти трубопровідного транспорту — магістральних та промислові трубопроводи, включаючи наземні надземні та підземні, лінійні частини трубопроводів, а також об'єкти та споруди, основне та допоміжне обладнання, що забезпечують безпечну та надійну експлуатацію трубопровідного транспорту.

Підземні споруди — теплові камери, прохідні та напівпрохідні канали, колектори і колодязі

Технічний коридор — земельна ділянка, в межах якої прокладено систему трубопроводів і комунікацій.

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Розділ 4. Екологія

4.1. Теплові викиди та викиди відходів.

Проблема відходів в Україні вирізняється особливою масштабністю і значимістю як внаслідок домінування в промисловості ресурсоемних багатовідхідних технологій, так і через відсутність протягом тривалого часу адекватного реагування на її виклики. Значні масштаби використання природних ресурсів та енергетично-сировинна спеціалізація економіки України разом із застарілою технологічною базою визначали й продовжують визначати високі показники щорічного утворення й нагромадження відходів.

Проблема поводження з відходами є однією з ключових екологічних проблем, і усе більш вагомою в ресурсному аспекті.

За останні десять років загальні обсяги утворення промислових відходів коливалися в межах 450 - 640 млн. т. на рік. Основними джерелами утворення відходів залишаються підприємства гірничопромислового, хіміко-металургійного, машинобудівного, паливно-енергетичного, будівельного та агропромислового комплексів, загальна кількість яких (до яких ведеться статистичне спостереження) складає близько 10 тисяч.

Переважна частина утворених відходів (417,5 млн. т, або 99,6%) – це відходи IV класу небезпеки, 1,1 млн. т, або 0,3% – відходи III класу небезпеки. Відходи I та II класів небезпеки склали відповідно 5,0 тис. т та 506,5 тис. т.

Особливу групу високотоксичних відходів складають непридатні пестициди та заборонені до використання хімічні засоби захисту рослин. Залишок непридатних пестицидів на початок 2010 року становив 20,528 тис. т, які зберігаються майже у 4075 складах різних форм власності, а умови зберігання не відповідали вимогам екологічної безпеки (склади зруйновано, тара пошкоджена).

Одне з найважливіших проблем сучасного світу теплові викиди, та глобальне потепління, таке стрімке зростання вмісту CO₂ в атмосфері сталося на планеті вперше за сотні тисяч років, науковці протягом останніх десятиліть, – хвилі тепла, стають більш розповсюдженими у світі, тривають довше і стають більш екстремальними. Такою, наприклад, стала хвиля тепла влітку 2019 року у

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Щупак О.Л.			Проект системи теплопостачання житлово- промислового району №4 в місті Житомир	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів		Самійленко С.М.					70	80
Н.контр.						НУХТ		
Т.контр.						Каф. ТЕХТ гр. ЗТЕ-5-7 ск		
Затвердив		Петренко В.П.						

Європі. 25 липня 2019 року зафіксовані теплові рекорди за всю історію спостережень у Німеччині – 41.7°C, у Франції – 42.6°C, у Бельгії – 41.8°C та інших країнах Центральної та Північної Європи. Згідно з висновками вчених, вірогідність її виникнення була у два рази вищою саме через антропогенні зміни клімату. Спостереженнями науковців, середня глобальна температура на Землі вже зросла на 0,95°C з 1880 року. Глобальна середня температура – це середнє значення всіх річних температур на Землі.

У 1990 році Україна займала п'яте місце серед країн за кількістю викидів парникових газів. У 1998 році завдяки скороченню викидів внаслідок зниження виробництва, Україна перемістилась на 10 місце, їй передували Сполучені Штати Америки, Росія, Японія, Німеччина, Канада, Великобританія, Франція, Італія та Австралія. Так що ж таке теплові викиди, парникові гази, та які опоряджувальні, попереджувальні заходи ми робимо.

Основним забруднювачем атмосферного повітря, одна з найбільших проблем сучасності бурхливий ріст промисловості, стрибкоподібний вибух автомобільного транспорту, авіації, промислового виробництва нафтохімічних продуктів, побутових хімічних засобів, обробка сільськогосподарських угідь з літаків, сміттєзвалища, привели до прогресуючого збільшення забруднення атмосферного повітря, і ця тенденція стрімко продовжується і в 21 сторіччі. Виникло протиріччя між комфортом, умовами життя людства, і яким чином і головне за рахунок чого цей комфорт і умови досягаються.

Як бачимо, основне джерело викидів ПГ - це енергетика (82%), внесок сільського господарства - 8%, а промисловості та утилізації відходів - по 5%. Як бачимо, основна кількість викидів вуглекислого газу - 95% утворюється при видобутку, транспортуванні та спалюванні органічного палива - вугілля, нафти та природного газу. Основна кількість викидів метану та закису азоту теж утворюється в енергетиці. Внесок вуглекислого газу в загальні викиди ПГ найбільш значний і складає 75% від загального викиду парникових газів. Частка метану в загальних викидах ПГ на Україні досягла 24%. Найбільші викиди метану утворюються при видобутку, транспортуванні та споживанні палива.

Крім енергетичної галузі багато метану виділяється в результаті сільськогосподарської діяльності та при утилізації відходів. Викиди закису азоту - менш значні, вони склали 1% від загальних викидів парникових газів. Реальність невблаганна: тепло і вода в оселях, електричний струм в мережах, рух транспортних засобів усіх видів і типів (авто, літаки, теплоходи, сільгосптехніка), промислове виробництво майже усіх товарів і продуктів, приготування їжі, в кінцевому результаті досягається за рахунок спалювання

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

енергетичних ресурсів : дров, вугілля, газу, нафтопродуктів. З того моменту коли первісна людина у печері на багатті приготувала м'ясний біфштекс почалось забруднення атмосферного повітря. (Історія людства це по суті історія добування, вирощування, приготування , зберігання і споживання м'яса і інших продуктів харчування) . І це протиріччя між благами цивілізації, і яким чином ці блага отримані привело до поняття – «золотого мільярду», коли приблизно один мільярд населення світу, користується усіма благами цивілізації безконтрольно і безмежно, а інші виживають як можуть.

Енергооснащеність «золотого мільярду» досягає 25-30 електричних пристроїв на людину в квартирі, тобто на людину приходиться в квартирі до 30 пристроїв (холодильник, пральна машина, телевізор, плита, кавомолка, кавоварка, обігрів полу, електробритва, електрочайник, електром'ясорубка, кухонний комбайн, праска, принтер, комп'ютер, звукові колонки, електрообігрівач, кондиціонер, морозильник, пілосос, вентилятор, міксер, фен, електро інструмент, різноманітні зарядні пристрої і т.д) і які потрібно постійно чи періодично вмикати в електричну розетку, а це в кінцевому результаті приводить до забруднення атмосфери, бо електроенергія виробляється в процесі спалювання енергоресурсів.

Основні забруднювачі атмосфери є продукти згоряння в тепло — енергетичних установок: котельні, теплові електростанції, теплові електроцентралі, різноманітні печі: в металургії, нафтопереробці, виробництві будівельних матеріалів, хімічних сполук і т.д. В промисловості викиди парникових газів пов'язані з наступними промисловими процесами: виробництвом азотної кислоти, виробництвом адіпінової кислоти, виробництвом та споживанням CO₂ (головне джерело - виробництво аміаку, головний споживач - виробництво карбаміду), виробництвом цементу, виробництвом та споживанням вапна (головні споживачі - цукрова промисловість та будівництво), споживанням вапняку (головні споживачі - виробництво чавуну та сталі та виробництво скла), виробництвом та споживанням соди та інші. Найбільші викиди ПГ в промисловості пов'язані з викидами вуглекислого газу. Кількість викидів CO₂ та N₂O від промислових процесів в Україні в 1990 році. Розглянувши таблиці ми маємо розуміти великі викиди метану спостерігаються при переробці твердих міських відходів. Одна з найбільш важливих екологічних проблем України - це переробка твердих міських відходів. За даними національної статистики в 1990 році обсяг твердих міських відходів оцінювався в 11 млн. тонн, з яких близько 8% було перероблено на сміттєвоспалюючих заводах Києва, Харкова та Севастополя. Метан від сміттєвих звалищ в 1990 році не уловлювався і його сумарні викиди склали

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

885,5 тис. т. Викиди N₂O від спалювання твердих міських відходів склали 0,13 тис. т. Загальні ж кількості викидів CH₄ в Україні в 1998 році склали 111 млн.т, а N₂O – 10,8 млн.т.

При обробці міських стічних вод на очисних спорудах також виділяється метан. У 1990 році в Україні накопичилось 3684 млн м³ міських стічних вод, з яких 97% були оброблені на очисних спорудах. Обсяг стічних вод, оброблюваних в анаеробних умовах, складає 15%. Сумарний обсяг викидів метану від міських стічних вод склав 34,5 тис.т.

Розглянемо викиди CO₂ від промислових процесів в Україні в 1990р.

Таблиця 4.1.

Джерело	Викиди CO ₂ , млн.тонн
Виробництво цементу	8,75
Виробництво та споживання вапна	4,53
Виробництво та споживання соди	1,0
Споживання вапняку та доломіту	10,97
Виробництво та споживання соди	6,54

А також розглянемо викиди N₂O від промислових процесів в Україні в 1990р.

Таблиця 4.2.

Джерело	Викиди N ₂ O, тис.тонн
Виробництво азотної кислоти	7,51
Виробництво адипінової кислоти	0,82

Також викиди парникових газів непрямої дії від промислових процесів в 1990р.

Таблиця 4.3.

Виробництво	Обсяг в 1990р., тис.тонн	Викиди парникових газів, тис.тонн	
		CO	NO _x
Агломерат доменний	60926,5	1998,5	24,37
Кокс	34666,8	107,81	10,40
Прокат чорних металів	38600,0	62,92	15,83
Сталь	52600,0	123,61	32,61
Чавун	44900,0	-	4,04
Азотна кислота	2780,2	8,87	-
Аміак синтетичний	5149,6	5,46	3,97
Фосфорні добрива	593,0	0,12	0,02
Нафта, первинна переробка	58981,3	1,77	0,06
Вапно	8677,0	514,6	27,7
Клінкер(цемент)	17500,0	350,0	39,9
Сода кальцинована	1119,5	7,9	0,2

Як бачимо з таблиць, найбільші викиди CO₂ відбуваються при виробництві цементу, а викиди закису азоту - при виробництві азотної кислоти.

А також розглянемо оцінку викидів метану від промислових стічних вод в Україні.

Таблиця 4.4.

Промисловість	Щорічне скидання стічних вод, млн.м ³	Стічні води, оброблені на очисних спорудах, млн.м ³	Щорічний викид СН ₄ , тис.тонн
Чорна металургія	1790,0	755,0	1,08
Кольорова металургія	25,9	11,1	0,02
Виробництво добрив	537,5	320,1	1,94
Харчова промисловість	197,4	68,7	5,08
Целюлозно-паперова промисловість	102,1	93,6	1,04
Нафтопереробка	26,5	14,9	0,41
Текстильна промисловість	31,8	31,5	0,94
Разом			10,51

Основні заходи що пропонувалися в 1990 році щодо пом'якшення антропогенного впливу на зміну клімату в Україні:

1. Заходи по енергозбереженню (юридичні та нормативні закони, які сприяють енергозбереженню в країні; вдосконалення структури паливно-енергетичного комплексу, розвиток енергозберігаючих технологій (наприклад, сонячні батареї) та впровадження прогресивних технологій в паливно-енергетичному комплексі

2. Вдосконалення землекористування, промислових процесів та впровадження прогресивних технологій в цих галузях

3. Введення нових та вдосконалення існуючих сміттєвопереробних потужностей.

4. Насадження нових лісів на значних територіях (Як ми знаємо, ліси є одними з найкращих поглиначів вуглекислого газу. За рахунок лісів в Україні

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

щорічно поглинається біля 50 млн. т CO₂. Зрозуміло, нові насадження лісів покращать екологічну обстановку в країні та пом'якшать вплив антропогенного фактору на зміну клімату).

5. Впровадження альтернативних та відновлюваних джерел енергії.

4.2.Для того, щоб зрозуміти які досягнення Україна зробила в сфері захисту довкілля за роки незалежності слід проаналізувати статистичні дані 2020 року.

Було затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 25 червня 2020 року № 614 «положення про Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України». Отже, заявляють експерти, тимчасове зниження нових викидів через запроваджені в країнах локдауні протягом минулого року внаслідок пандемії COVID-19 не мало жодного значущого ефекту на рівень концентрації парникових газів в атмосфері або темпи їх зростання, тобто Концентрація в атмосфері парникових газів, що утримують тепло, у 2020 році досягла нового рекорду, незважаючи на тимчасове зниження викидів під час пандемії коронавірусу COVID-19, йдеться в бюлетені, поширеному Всесвітньою метеорологічною організацією (ВМО; спеціалізована установа ООН).

У порівнянні із 1990 роком сумарні викиди CO₂ у 2018 скоротилися на 62%, однак з 2015 року викиди збільшилися на 8% або на 27,9 млн т CO₂-еквіваленту. Згідно із даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, протягом періоду з 1990 до 2018 року тренд загальних викидів парникових газів (тут і далі - ПГ) характеризується кількома ключовими етапами:

1. У 1990 році економіка України відповідала населенню у 52 млн. осіб із більшими обсягами виробництва основних видів промислової продукції, зокрема машинобудівної та харчової промисловості, адже планова економіка УРСР забезпечувала виробництво фіксованими ринками збуту у інших республіках Союзу.

2. Різке скорочення викидів ПГ із 1990 року до кінця 1990-х – початку 2000-х спричинене скороченням виробництва внаслідок розриву виробничих ланцюгів, падінням рівня доходів населення, відсутністю стабільного інвестиційного клімату, нестабільністю державної політики та втратою ринків збуту.

3. Стабілізація та ріст викидів на початку 2000-х і до 2008 року, характеризується ростом виробництва мінеральної та металургійної продукції, а також загальним ростом економіки у цей період. Крім цього, у цей період починає рости частка твердого викопного палива, що використовується в енергетиці спричинене економічною та безпековою доцільністю використання вугілля замість газу .

4. Падіння викидів на 15% у 2009 році у порівнянні із 2008 роком, пов'язане із негативними для економіки та торгівлі процесами, які трапилися

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

внаслідок світової економічної кризи. Зокрема, найбільш значного впливу зазнала металургія.

5. Зростання викидів ПГ у 2009-2014 роках характеризується загальним відновленням економіки від наслідків світової кризи у 2008 році, зокрема із розвитком агропромислового комплексу, зростанням сфери посол та окремих секторів промисловості.

6. Скорочення викидів у 2014-2015 роках, спричинене анексією АР Крим та міста Севастополь, а також початком військових дій в Донецькій та Луганській областях, де була зосереджена значна частина промисловості та об'єктів видобування корисних копалин.

7. Зростання викидів ПГ у 2018 році на 8% у порівнянні із 2015 роком спричинене зростанням виробництва в Україні, яке супроводжується недостатнім рівнем управління природними лісними ресурсами та низьким рівнем попередження пожеж.

За останні 30 років (1990-2020 рр.) вдвічі впало виробництво електричної енергії з 298 ТВт. Год. У 1990 році до 154 ТВт год. У 2019 році, також спадна тенденція зберігає свої позиції на сьогоднішній день. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України повідомляє, що станом на 2020 рік 67% викидів парникових газів спричинює енергетика і спалювання викопних видів палива, також за період 1990-2019 років було здійснено скорочення викидів CO₂ з 272,68 млн. т CO₂ екв. у 1990 році до 92,22 млн. т. CO₂ екв. у 2019 році, що становить 33%.

Дивлючись на аналітику 1990-2020 років були вжиті міра на скорочення парникових газів, але нічого не зроблено для модернізації та ведення новітніх технологій, **поки що не скористалися можливістю “зеленого” відновлення для подолання наслідків.** Сотні компаній та десятки країн по всьому світу оголосили про плани досягти кліматичної нейтральності з орієнтиром у середньому на 2050 рік. Україна також не залишилася осторонь: відповідно до Оновленого національно визначеного внеску до Паризької кліматичної угоди (НВВ2), прийнятому в липні 2021 році, ми зобов'язалися скоротити викиди парникових газів на 65% до 2030 року (від рівня 1990 року) і досягти кліматичної нейтральності не пізніше 2060 року. НВВ2 став першим комплексним кліматичним документом у нашій країні – він являє собою не лише мету, а й, по суті, стратегію декарбонізації України до 2030 року.

Мінекології за допомогою міжнародних партнерів підготувало аналітичний звіт про те, як Україні необхідно скорочувати викиди по секторах, які заходи потрібно впроваджувати та скільки це вартуватиме. Таким чином, зважаючи на те, що останні 30 років викиди в Україні лише скорочувалися внаслідок зниження економічної активності, то навіть з урахуванням зростання ВВП протягом поточного десятиліття важко передбачити, що НВВ2 нездійснений і що саме EUR102 млрд необхідно для його реалізації. З іншого боку, можна впевнено сказати, що успіх НВВ2 буде залежати від динаміки трансформацій в енергетичному секторі. Саме в енергетиці поставлені найбільш амбітні цілі, і саме цей сектор найбільш нестійкий на тлі внутрішніх та зовнішніх ризиків. В міру того як це все більше усвідомлюють на найвищому

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

рівні, є ймовірність, що тут Україна активно розвиватиме свій «зелений» потенціал.

4.3.Однією з найбільш гострих господарських і природоохоронних проблем залишається проблема побутових відходів. В Україні зберігається тенденція до прогресуючого збільшення обсягу утворення та вивезення на полігони твердих побутових відходів. На даний час в Україні утворилось близько 53 млн.м3 твердих побутових відходів (ТПВ), що становить близько 11 млн. тонн (послугами охоплено лише 74% населення). Основна маса ТПВ розміщується на полігонах та звалищах, кількість яких складає біля 4,5 тис., загальною площею майже 7,8 тис. га.

Окрему проблему становить відпрацьована електрична та електронна техніка, що складає близько 5% від усіх ТПВ, цей вид відходів є дуже небезпечним, оскільки багато з них містять токсичні метали - свинець, ртуть, кадмій, хром та берилій, а також бромовані антипірени, флуорохлоровуглеводні, поліхлоровані біфеніли, полівінілхлорид. Підраховано, що до 70% небезпечних для довкілля та здоров'я людини речовин, що знаходяться в ТПВ, міститься саме в електронних відходах.

Важлива роль в забезпеченні конкурентоспроможності національної економіки належить використанню відходів виробництва і споживання як вторинних ресурсів, як одному із зростаючих за значимістю факторів інноваційних трансформацій. Значні резерви ресурсозбереження зосередженні саме у відходах. Як сировинний потенціал відходи можуть замінювати первинні ресурсні джерела і відігравати важливу роль в інтеграційному потенціалі сталого розвитку, зменшуючи ресурсоспоживання і сприяючи забезпеченню сировинної незалежності територій, створюючи додатковий експортний потенціал та ін.

НЕ зважаючи на все викладене основним джерелом викидів у секторі є сміттєзвалища, а парниковий газ, що виділяється, – метан – здатний нагрівати Землю в 80 разів швидше, ніж CO₂. Примітно, що незважаючи на всі наші зусилля стосовно розвитку сфери переробки відходів до 2030 року рівень викидів буде ідентичним показникам 1990 року. Тут ми виходимо в нуль.

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Специфікація обладнання

Позиція	Найменування та технічні характеристики	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Одиниця виміру	Кількість
1	2	3	6	7
Обладнання котельні				
1	Котел	КВ-ГМ-10	шт.	2
2	Димохід		шт.	2
3	Димосос	Д-11,2	шт.	2
4	Вентилятор	ВДН-9/1500	шт.	2
5	Підігрівник сирової води	ВВП 07-114x2000	шт.	1
6	Підігрівник хімоочищеної води	ВВП 07-114x2000	шт.	1
7	Підігрівник технологічної води	ВВП 13-273x2000	шт.	1
8	Даераційна колона	ДВ-25	шт.	2
9	Бак даераційний		шт.	2
10	Бак газовідділювач		шт.	1
11	Ежекторна установка		шт.	1
12	Насос рециркуляційний	НКУ-45	шт.	2
13	Насос мережний	КМ-100-65-200	шт.	2
14	Насос підживлення тепломережі	К-20/30	шт.	2
15	Насос сирової води	К-20/30	шт.	2
16	Насос хімоочищеної води	К-20/30	шт.	2
17	Насос вакуумний	ВВН-1-0,75	шт.	2
18	Насос технологічної води	К-160/30	шт.	2
19	Насос промивка натрійкатіонових фільтрів	К 8/18	шт.	2
20	Фільтр натрій-катіоновий 1 ст.	ФИПа 1-1,0-0,6-НА	шт.	1
21	Фільтр натрій-катіоновий 1+2 ст.	ФИПа 1-1,0-0,6-НА	шт.	1
22	Фільтр натрій-катіоновий 2 ст.	ФИПа 1-1,0-0,6-НА	шт.	1
23	Мішалка гідравлічна	МГК-2	шт.	1
24	Солерозчинник	С-0,4-0,7	шт.	1
25	Витратний бак концентрованого розчину солі		шт.	1
26	Охолодник випару		шт.	1

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк. 79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Методичні вказівки частина 1. М.О. Прядко, В. І. Павелко, О.М. Рябчук.
2. Методичні вказівки частина 1. М.О. Прядко, В. І. Павелко, О.М. Рябчук.
3. Бузников Е.Ф. и др.. Производственные и отопительные котельные.– М.:– Энергоатомиздат.– 1984.– 248 с.
4. ГКД 34.02.305-2002 Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення.
5. ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Зі змінами.
6. Закон України «Про охорону праці».
7. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Том 1.
8. Ковалько М.П., Денисюк С.П. Енергозбереження. Пріоритетний напрямок державної політики України. – Київ: УЕЗ. – 1998. – 306 с.
9. Купчик М.П., Гадзюк М.П., Степанець І.Ф., та ін. Основи охорони праці.- К.: Основа, 2000.- 416 с.
10. Прядко М.О., Павелко В.І., Рябчук О.М. Мет. вказ. до виконання кваліфікаційного проекту “Система теплопостачання житлово-промислового району міста” рівня підготовки бакалавра, напряму 6.050601 “Тепло- енергетика” для студентів денної та заочної форм навчання. Частина 1. – К.: НУХТ, 2011. – 57 с
11. Прядко М.О., Філоненко В.М. Метод. вказівки до викон. кваліфікаційного проекту “Система теплопостачання житлово-промисло- вого району міста” рівня підготовки бакалавра для студентів напряму 6.050601 “Теплоенергетика” ден. та заоч. форм навч. Частина 2. – К.: НУХТ, 2011. – 110
12. Філоненко В.Н. Нагнітачі та теплові двигуни. – Мет. Вказ. до вивчення дисципліни для студентів спеціальності “Теплоенергетики” ден. та заочн. форм навчання.– К.: НУХТ. – 2004.– 50с.
13. Філоненко В.Н., Масліков М.М. Джерела енергопостання промислових підприємств. – Мет. Вказ. до вивчення дисципліни для студентів спеціальності “Промислова теплоенергетики” ден. та заочн. форм навчання.– К.: НУХТ. – 2002.– 34с.

					КР 000.144.005.009.2022. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80