

**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

Сергій Блаженко

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«___» _____ 2024 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Валентин Петренко

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«___» _____ 2024 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 теплопостачання житлово-промислового району
№ 4 в місті Хмельницький**

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ТЕ-4-5

Дудка Вадим Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник **проф. Недбайло Олександр Миколайович**

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Рецензент _____

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(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.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

- #### 4. Розрізи 1-1, 2-2

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 05.04.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломний проект	05.04.2024	Виконано
2	Виконання розрахунку теплових навантажень житлово-промислового району міста	19.04.2024	Виконано
3	Виконання розрахунку теплової схеми котельні	03.05.2024	Виконано
4	Опрацювання проблем охорони праці	17.05.2024	Виконано
5	Виконання індивідуального науково-технічного розділу	31.05.2024	Виконано
6	Оформлення кваліфікаційної роботи та виконання креслень. Організація документообігу	04.06.2024	Виконано
7			

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Вадим ДУДКА
(прізвище та ініціали)

Олександр НЕДБАЙЛО
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

В складі бакалаврського дипломного проекту містяться розрахунки теплових навантажень системи теплопостачання житлово-промислового району, що складається з 48 кварталів. Розраховані графіки теплових навантажень опалення, вентиляції та гарячого водопостачання району в залежності від значень температури зовнішнього повітря, а також графіки залежності температури і витрати мережної води від температури зовнішнього повітря, графік річної сумарної витрати теплоти.

Сформульовано та обґрунтовано декілька технічних рішень щодо розроблення робочого проекту водогрійної котельні, здійснений розрахунок параметрів теплової схеми котельні з техніко-економічними показниками ефективності її експлуатації, здійснений підбір енергетичного устаткування котельні, розроблена розгорнута схема котельні (план та розріз повздовжній на висоті).

Опрацьовані нормативи з охорони праці.

Пояснювальна записка до проекту складається з:

95 сторінок тексту, 56 таблиць, 6 рисунків.

Графічна частина виконана на 4 аркушах формату А1.

Дана тепла система взмозі повністю задовольнити потреби житлово-комунального господарства та промислового підприємства даного району в опаленні та гарячому водопостачанні.

Ключові слова: розрахунок теплових параметрів, водогрійна котельня, енергетичне обладнання, система теплопостачання, графік теплового навантаження.

					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розробив	Дудка В.В.				Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в місті Хмельницький				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевірів	Недбайло О.М.										2	95
Реценз.									НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ТЕ-4-5			
Н. Контр.												
Затверд.	Петренко В.П.											

ANNOTATION

The bachelor diploma project contains calculations of heat loads of the heat supply system of a residential and industrial district consisting of 48 quarters. Calculated graphs of heat loads of heating, ventilation and hot water supply of the district depending on the values of atmospheric air temperature, as well as graphs of dependence of temperature and consumption of mains water on atmospheric air temperature, graph of annual total heat consumption.

Several technical decisions regarding the development of the working project of the water heating boiler house were formulated and substantiated, the parameters of the thermal scheme of the boiler house were calculated with technical and economic indicators of the efficiency of its operation, the selection of the energy equipment of the boiler house was carried out, the detailed scheme of the boiler house was developed (plan and longitudinal section at height).

Elaborated regulations on labor protection.

The explanatory note to the project consists of:

95 pages of text, 56 tables, 6 figures.

The graphic part is made on 4 sheets of A1 format.

This thermal system is able to fully satisfy the needs of housing and communal services and industrial enterprises of this district in terms of heating and hot water supply.

Keywords: calculation of thermal parameters, water heating boiler house, energy equipment, heat supply system, heat load schedule.

					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в місті Хмельницький				Літ.		Арк.	Аркушів
Розробив	Дудка В.В.										3	95
Перевірів	Недбайло О.М.											
Реценз.									НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ТЕ-4-5			
Н. Контр.												
Затверд.	Петренко В.П.											

ЗМІСТ

Анотація

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	.8
1.3. Розрахунок витрати та температури мережної води в прямій та зворотній магістралях	.13
1.4. Визначення розрахункових витрат теплоносія	.23
1.5. Вихідні дані до частини 2 проекту.	.26
2. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНОЇ	.29
2.1. Формування вихідних даних для теплового розрахунку котельні з водогрійними котлами	.29
2.2. Формування принципової схеми водогрійної котельні	.32
2.3. Розрахунок параметрів теплової схеми котельні з водогрійними котлами	.34
2.4. Вибір обладнання котельні	.45
2.5. Визначення енергетичних показників роботи водогрійної котельні	.52
3. ОХОРОНА ПРАЦІ	.56
3.1. Мікроклімат робочої зони	.56
3.2. Нормування параметрів мікроклімату	.62
4. АСПЕКТИ ПЛАНОВАНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЩОДО РЕКОНСТРУКЦІЇ КОТЕЛЬНОЇ	.66
4.1. Опис і оцінка можливого впливу на довкілля планованої діяльності	.66

					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Дудка В.В.				Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в місті Хмельницький	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів	Недбайло О.М.						4	95
Реценз.						НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ТЕ-4-5		
Н. Контр.								
Затверд.	Петренко В.П.							

4.2. Заходи по зниженню рівня небезпеки запроектованого об'єкту . . .	.79
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.	.94
Специфікація обладнання	.95

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірів						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Водогрійна котельня призначена для виробництва теплової енергії у вигляді гарячої води.

Дипломним проектом передбачений проект водогрійної котельні для забезпечення потреб опалення, вентиляції та гарячого водопостачання житлового району міста та технологічного навантаження промислового підприємства.

Для реалізації виконано наступне:

- розраховані теплові навантаження в системі теплопостачання житлового району;
- знайдені витрата та температури мережної води в прямій та зворотній магістралях;
- розрахована тепла схема котельні з водогрійними котлами;
- здійснений вибір обладнання;
- визначена собівартість теплоти, відпущена від котельні;
- описані заходи з охорони праці;
- порахована вартість основного обладнання
- виконані компоновочні креслення та тепла схема котельні.

					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Дудка В.В.			Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в місті Хмельницький	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Недбайло О.М.					6	95
Реценз.						НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ТЕ-4-5		
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко В.П.						

1. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЖИТЛОВО-ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ МІСТА

1.1. Вихідні дані до проекту

1. Географічний пункт розміщення житлово-промислового району – м. Хмельницький.
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 Вентиляція громадських будівель
 - 3.4. Технологічне навантаження промислового підприємства12,0 МВт (теплоносій – гаряча вода $t_2'' = 95^\circ\text{C}$).
4. Розрахункова температура (максимально зимова) для проектування системи опалення – $t_{3.0} = -21^\circ\text{C}$.
5. Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період – $t_3^{\text{сер.оп}} = -0,6^\circ\text{C}$.
6. Розрахункова температура для проектування системи вентиляції – $t_{3.6} = -10^\circ\text{C}$.
7. Температура початку опалювального періоду, $t_{\text{зпк}} = +8^\circ\text{C}$.
8. Температура точки “зламу”, $t_{3.3}$ (розраховуються після побудови графіка зміни температури і витрати мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря).
9. В дипломному проекті розрахунки всіх видів теплових навантажень здійснити для трьох характерних режимів:
 - максимально зимового;
 - точки “зламу” температурного графіка опалення;
 - літнього.
10. Тривалість роботи промислового підприємства – 7000 год.
11. Тривалість опалювального періоду – $n_o = 191$ доба.
12. Тривалість періоду стояння температур зовнішнього періоду, діб

Температура	Інтервали середньодобових температур зовнішнього повітря, °C							
	-30... ...-25	-25... ...-20	-20... ...-15	-15... ...-10	-10... ...-5	-5... ...0	0... ...+5	+5... ...+8
У вказаному інтервалі	0,1	0,2	1,4	7,0	20,7	49,3	67,7	44,6
Нижче даної	0,1	0,3	1,7	8,7	29,4	78,7	146,4	190,0

					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Дудка В.В.				Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в місті Хмельницький		Літ.	Арк.
Перевірів	Недбайло О.М.							Аркушів
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.	Петренко В.П.							
						7		
						95		
						НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ТЕ-4-5		

13. Розрахункові температури мережної води $\tau'_{01} / \tau'_{02} = 120^{\circ}C / 70^{\circ}C$.
14. Система теплопостачання – закрита.
15. Метод регулювання теплового навантаження – опалення + ГВП.
16. Схема підключення підігрівників гарячого водопостачання до системи опалення - двоступенева змішана.

1.2. Визначення теплових навантажень в системі теплопостачання житлового району

2.1. Викреслюю план району, у відповідності із завданням у масштабі 1:5500 (рис. 1.1).

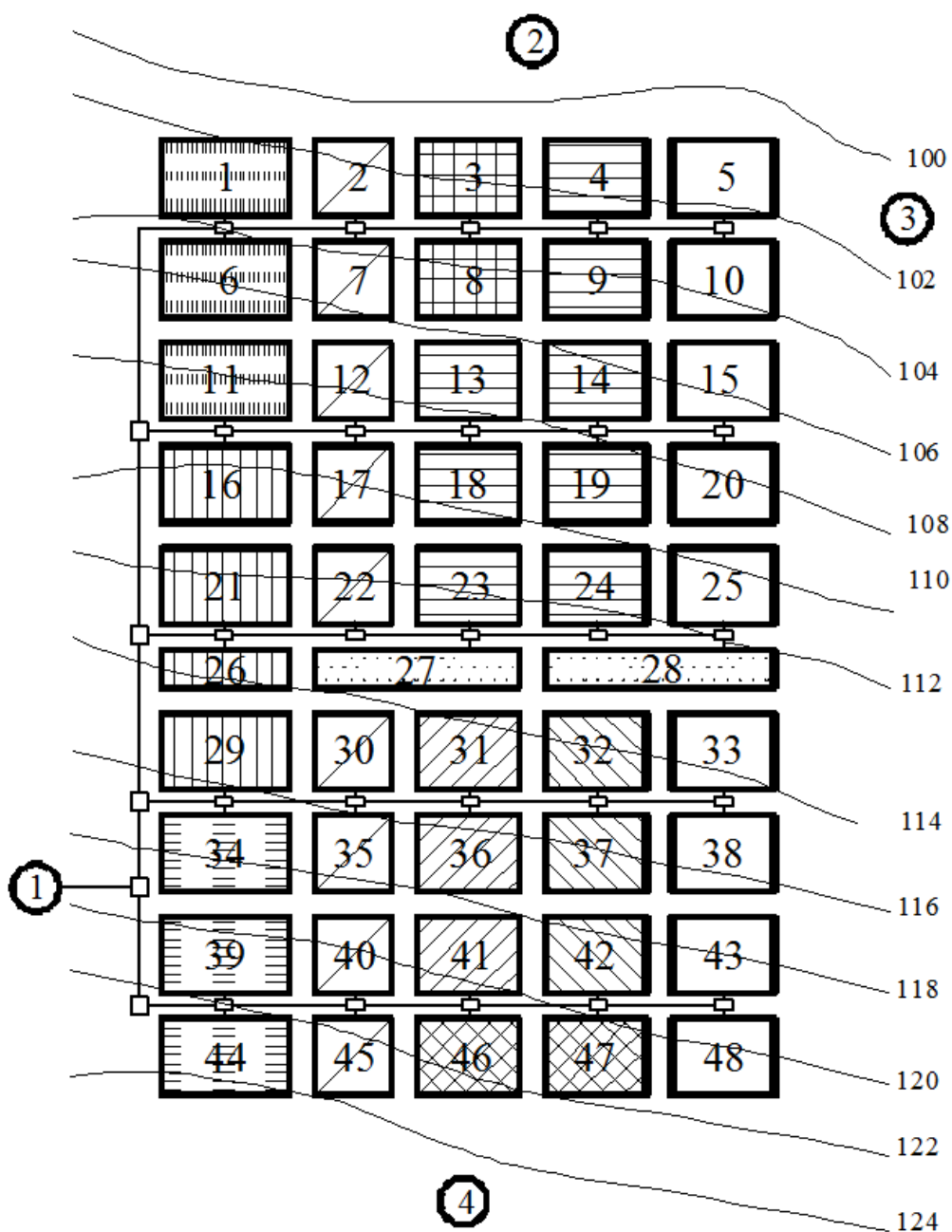


Рисунок 1.1 – План району

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Нумерую на плані району квартали району тепlopостачання.

2.3. Визначаю загальну площу житлових споруд району, за формулою

$$F_{\text{жс}} = F_i f_i,$$

де F_i - площа кварталу району тепlopостачання, га;

f_i - густина (щільність) житлового фонду, м²/га, приймається в залежності від поверховості забудови (додаток 8) [1].

2.4. Визначаю максимальне теплове навантаження системи опалення житлових і громадських будівель за формулою

$$Q'_{o \max} = q_o F_{\text{жс}} (1 + K_{\text{зр}}) \cdot 10^{-6}, \text{ MBm}$$

де q_o - укрупнений показник максимального теплового потоку на опалення 1м² загальної площі житлових споруд, Вт/м² (додаток 9) [1];

$K_{\text{зр}}$ - коефіцієнт, що враховує тепловий потік на опалення громадських споруд, $K_{\text{зр}} = 0,25$.

2.5. Визначаю максимальне теплове навантаження системи вентиляції громадських споруд за формулою

$$Q'_{\text{в max}} = K_{\text{зр}} K_{\text{в}} q_o F_{\text{жс}} 10^{-6}, \text{ MBm}$$

де $K_{\text{в}}$ - коефіцієнт, що враховує тепловий потік на вентиляцію громадських споруд; $K_{\text{в}} = 0,4$ - для споруд, збудованих до 1985 року, $K_{\text{в}} = 0,6$ - для споруд, збудованих після 1985 року.

2.6. Визначаю чисельність (кількість мешканців) людей, що проживають у районі за формулою:

$$m = \frac{F_{\text{жс}}}{f_3}$$

де f_3 - норма загальної площі на одного мешканця (людину), приймається $f_3 = 18...25$ м²/люд.

2.7. Визначаю середнє теплове навантаження на гаряче водопостачання житлових і громадських споруд за формулою:

$$Q'_{\text{ГВП}} = q_2 m 10^{-6}, \text{ MBm},$$

де q_2 - укрупнений показник середнього теплового потоку на гаряче водопостачання на одну людину, Вт/люд, (додаток 10) [1];

m - кількість людей.

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив		.				9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.8. Звожу результати розрахунку по кожному кварталу в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1.

Розрахункові теплові навантаження

Номер кварталу	Площа кварталу F_i , га	Густина житлового фонду f_i , м ² /га	Житлова площа кварталу $F_{жс}$, м ²	Кількість мешканців m , люд.	Теплові потоки, МВт			
					Опалення $Q'_{o\max}$	Вентиляція $Q'_{в\max}$	ГВП $Q'_{ГВП}$	Всього: 6+7+8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,555	8500	4716	236	0,440	0,053	0,089	0,581
2	0,333	8100	2695	135	0,251	0,030	0,051	0,332
3	0,439	7400	3246	162	0,303	0,036	0,061	0,400
4	0,439	6500	2851	143	0,266	0,032	0,054	0,351
5	0,439	4000	1755	88	0,367	0,044	0,033	0,444
6	0,555	8500	4716	236	0,440	0,053	0,089	0,581
7	0,333	8100	2695	135	0,251	0,030	0,051	0,332
8	0,439	7400	3246	162	0,303	0,036	0,061	0,400
9	0,439	6500	2851	143	0,266	0,032	0,054	0,351
10	0,439	4000	1755	88	0,367	0,044	0,033	0,444
11	0,555	8500	4716	236	0,440	0,053	0,089	0,581
12	0,333	8100	2695	135	0,251	0,030	0,051	0,332
13	0,439	6500	2851	143	0,266	0,032	0,054	0,351
14	0,439	6500	2851	143	0,266	0,032	0,054	0,351
15	0,439	4000	1755	88	0,367	0,044	0,033	0,444
16	0,555	6100	3384	169	0,316	0,038	0,064	0,417
17	0,333	7200	2396	120	0,223	0,027	0,045	0,295
18	0,439	5800	2544	127	0,237	0,028	0,048	0,314
19	0,439	5800	2544	127	0,237	0,028	0,048	0,314
20	0,439	3600	1579	79	0,330	0,040	0,030	0,400
21	0,555	6100	3384	169	0,316	0,038	0,064	0,417
22	0,333	7200	2396	120	0,223	0,027	0,045	0,295
23	0,439	5800	2544	127	0,237	0,028	0,048	0,314
24	0,439	5800	2544	127	0,237	0,028	0,048	0,314
25	0,439	3600	1579	79	0,330	0,040	0,030	0,400
26	0,278	6100	1698	85	0,158	0,019	0,032	0,209
27	0,448	7300	3268	163	0,305	0,037	0,061	0,403
28	0,505	7300	3688	184	0,344	0,041	0,069	0,454
29	0,555	6100	3384	169	0,316	0,038	0,064	0,417
30	0,333	7200	2396	120	0,223	0,027	0,045	0,295
31	0,439	5800	2544	127	0,293	0,035	0,048	0,376
32	0,439	5800	2544	127	0,293	0,035	0,048	0,376
33	0,439	3600	1579	79	0,330	0,040	0,030	0,400
34	0,555	7800	4327	216	0,404	0,048	0,081	0,533
35	0,333	7500	2496	125	0,233	0,028	0,047	0,308
36	0,439	4700	2062	103	0,238	0,029	0,039	0,305
37	0,439	5200	2281	114	0,263	0,032	0,043	0,337
38	0,439	3700	1623	81	0,340	0,041	0,031	0,411

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

39	0,555	7800	4327	216	0,404	0,048	0,081	0,533
40	0,333	7500	2496	125	0,233	0,028	0,047	0,308
41	0,439	4700	2062	103	0,238	0,029	0,039	0,305
42	0,439	5200	2281	114	0,263	0,032	0,043	0,337
43	0,439	3700	1623	81	0,340	0,041	0,031	0,411
44	0,555	7800	4327	216	0,404	0,048	0,081	0,533
45	0,333	7500	2496	125	0,233	0,028	0,047	0,308
46	0,439	7100	3114	156	0,290	0,035	0,059	0,384
47	0,439	7100	3114	156	0,290	0,035	0,059	0,384
48	0,439	3700	1623	81	0,340	0,041	0,031	0,411
Всього:	21,062		131638	6582	14,303	1,716	2,475	18,494

2.9. Визначаю максимальне теплове навантаження на гаряче водопостачання житлових і громадських споруд за формулою

$$Q'_{ГВП \max} = 2,4 Q'_{ГВП} = 2,4 \cdot 2,475 = 5,94 \text{ MBm}.$$

2.10. Визначаю середнє теплове навантаження на гаряче водопостачання для неопалювального (літнього) періоду за формулою

$$Q'_{ГВП \text{ л}} = Q'_{ГВП} \frac{55 - t_{x. \epsilon_{\text{л}}}}{55 - t_{x. \epsilon_{\text{з}}}} \beta = 2,475 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 1,584 \text{ MBm},$$

де $t_{x. \epsilon_{\text{л}}}$ - температура холодної водопровідної води для літнього періоду, $t_{x. \epsilon_{\text{л}}} = 15^{\circ}\text{C}$; $t_{x. \epsilon_{\text{з}}}$ - температура холодної водопровідної води для опалювального (зимового) періоду, $t_{x. \epsilon_{\text{з}}} = 5^{\circ}\text{C}$; β - коефіцієнт, що враховує зміну витрати мережної води на гаряче водопостачання в неопалювальний період по відношенню до опалювального; для житлово-комунального сектора $\beta = 0,8$; для курортних і південних міст $\beta = 1,5$; для підприємств $\beta = 1$.

2.11. Визначаю максимальне теплове навантаження на гаряче водопостачання для неопалювального (літнього) періоду за формулою

$$Q'_{ГВП \max \text{ л}} = Q'_{ГВП \max} \frac{55 - t_{x. \epsilon_{\text{л}}}}{55 - t_{x. \epsilon_{\text{з}}}} \beta = 5,94 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 3,801 \text{ MBт}.$$

2.12. Визначаю теплові навантаження на опалення Q_o та вентиляцію Q_v для 5-ти характерних температур зовнішнього повітря $t_{3.0}$, $t_{3.6}$, $t_3^{сеп.опал}$, $t_{3.3}$, $t_{3пк}$, за формулами:

$$Q_o = Q'_{o \max} \bar{Q}_o = Q'_{o \max} \frac{t_{6.p} - t_3}{t_{6.p} - t_{3.0}}, \text{ MBm},$$

$$Q_v = Q'_{v \max} \bar{Q}_v = Q'_{v \max} \frac{t_{6.p} - t_3}{t_{6.p} - t_{3.0}}, \text{ MBm},$$

де $t_{6.p}$ - температура повітря всередині приміщення, $t_{6.p} = +18^{\circ}\text{C}$;

$t_{3.0}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення, $^{\circ}\text{C}$.

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

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.14. Звожу результати розрахунків теплових навантажень в таблицю 1.2.

Таблиця 1.2.

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

№ п/п	Позна- чення	Одиниця виміру	Тепловий потік при t_3					
			$t_{3.0}$	$t_{3.6}$	$t_3^{сер.опал}$	$t_{3.3}$	$t_{зпк}$	літо
			-21	-10	-0,6	4,2	8	
1	$\overline{Q}_o$		1	0,718	0,477	0,354	0,256	-
2	Q_o	МВт	14,303	10,269	6,821	5,061	3,667	-
3	Q_{ϵ}	МВт	1,716	1,232	0,819	0,607	0,440	-
4	$Q'_{ГВП}$	МВт	2,475	2,475	2,475	2,475	2,475	1,584
5	$Q'_{ГВП\max}$	МВт	5,940	5,940	5,940	5,940	5,940	3,801
6	Всього: 2+3+4	МВт	18,494	13,976	10,115	8,143	6,582	1,584
7	Всього: 2+3+5	МВт	21,959	17,441	13,580	11,608	10,047	3,801

2.15. Визначаю річну витрату теплоти:

- на опалення за формулою

$$Q_o^{річн} = Q_o'_{\max} n_o \frac{t_{\epsilon.p} - t_3^{сер.опал}}{t_{\epsilon.p} - t_{3.0}} 3,6 =$$

$$= 14,303 \cdot 191 \cdot 24 \cdot \frac{+18 - (-0,6)}{+18 - (-21)} \cdot 3,6 = 112571 \text{ ГДж / рік}$$

- на вентиляцію за формулою

$$Q_{\epsilon}^{річн} = Q_{\epsilon}'_{\max} n_o \frac{z}{24} \frac{t_{\epsilon.p} - t_3^{сер.опал}}{t_{\epsilon.p} - t_{3.0}} 3,6 =$$

$$= 1,716 \cdot 191 \cdot 24 \cdot \frac{16}{24} \cdot \frac{+18 - (-0,6)}{+18 - (-21)} \cdot 3,6 = 9006 \text{ ГДж / рік}$$

- на гаряче водопостачання за формулою

$$Q_{ГВП}^{річн} = (Q'_{ГВП} n_o + Q_{ГВП,л}^{сер} (n - n_o)) 3,6 =$$

$$= (2,475 \cdot 191 \cdot 24 + 1,584 \cdot (8400 - 191 \cdot 24)) \cdot 3,6 = 62599 \text{ ГДж / рік},$$

де n_o - тривалість опалювального періоду, діб;

n - тривалість роботи системи гарячого водопостачання (ГВП) протягом року, $n = 8400$ год;

z - тривалість роботи вентиляційної системи протягом доби, $z = 16$ год/добу;

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірів						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_3^{сер.опал}$ - середня температура зовнішнього повітря протягом опалювального періоду, °С.

2.16. Визначаю сумарну річну витрату теплоти на опалення, на вентиляцію та на ГВП за формулою

$$\sum Q^{річн} = Q_o^{річн} + Q_{г}^{річн} + Q_{ГВП}^{річн} = 112571 + 9006 + 62599 = 184175 \text{ ГДж/ рік .}$$

$$\sum Q^{річн} = 51160 \text{ МВт·год/рік.}$$

2.17. Будує графіки зміни теплових навантажень на опалення, ГВП та вентиляцію в залежності від температури зовнішнього повітря та графік зміни теплових навантажень протягом року.

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

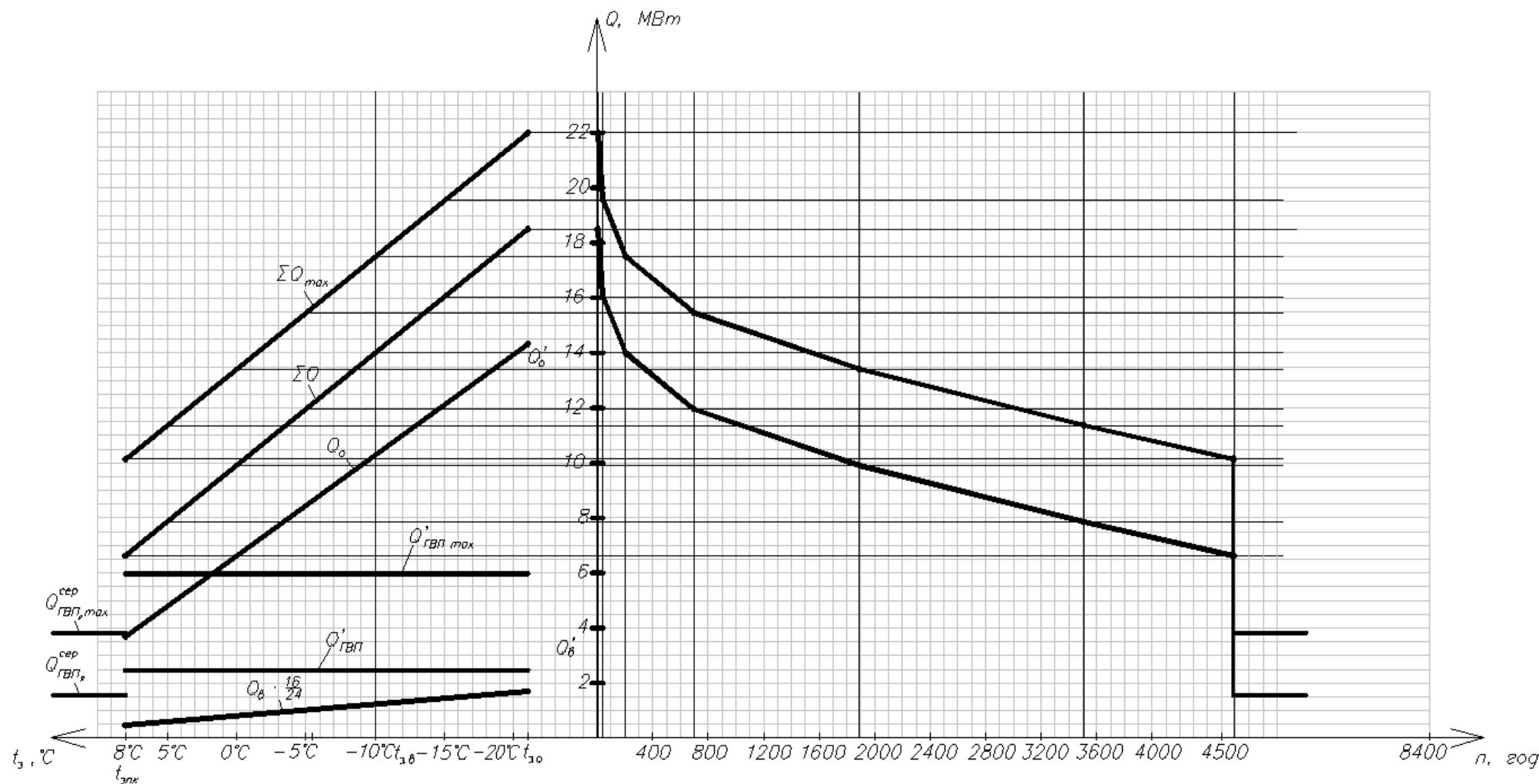


Рисунок 1.2 - Графіки зміни теплових навантажень на опалення, ГВП та вентиляцію в залежності від температури зовнішнього повітря та графік зміни теплових навантажень протягом року

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

1.3.1. Розрахунок витрат та температур мережної води на опалення

1.3.1.1. Визначаю температуру мережної води для 5-ти характерних температур зовнішнього повітря $t_{3,0}$, $t_{3,6}$, $t_3^{сер.опал}$, $t_{3,3}$, $t_{зпк}$:

- в подавальному трубопроводі за формулою

$$\tau_{o1} = t_{6,p} + \Delta t_o' \bar{Q}_o^{0,8} + \bar{Q}_o (\delta \tau_o' - 0,5\theta'), ^\circ\text{C}$$

- після вузла змішування за формулою

$$\tau_{o3} = t_{6,p} + \Delta t_o' \bar{Q}_o^{0,8} + 0,5\theta' \bar{Q}_o, ^\circ\text{C}$$

- після системи опалення (опалювальних приладів) за формулою

$$\tau_{o2} = t_{6,p} + \Delta t_o' \bar{Q}_o^{0,8} - 0,5\theta' \bar{Q}_o, ^\circ\text{C}$$

де τ_{o3} - розрахункова температура мережної води перед системою опалення (на вході в опалювальні прилади), приймається в межах 95...105°C;

$$\tau_{np}' = \frac{\tau_{o3}' + \tau_{o2}'}{2} = \frac{95 + 70}{2} = 82,5 ^\circ\text{C};$$

$$\Delta t_o' = \tau_{np}' - t_{6,p} = 82,5 - 18 = 64,5 ^\circ\text{C};$$

$$\bar{Q}_o = \frac{t_{6,p} - t_3}{t_{6,p} - t_{3,0}};$$

$$\delta \tau_o' = \tau_{o1}' - \tau_{o2}' = 120 - 70 = 50 ^\circ\text{C}; \quad \theta' = \tau_{o3}' - \tau_{o2}' = 95 - 70 = 25 ^\circ\text{C}$$

1.3.1.2. Визначаю витрату мережної води на опалення у першому діапазоні ($t_{зпк}..t_{3,3}$) за формулою

$$G_o = \frac{Q_o \cdot 10^3}{c(\tau_{o1}' - \tau_{o2}')}, \text{ кг/с}.$$

1.3.1.3. Визначаю витрату мережної води на опалення у другому діапазоні ($t_{3,3} - t_{3,0}$), витрата є постійною і дорівнює розрахунковій, за формулою

$$G_{o\max}' = \frac{Q_{o\max}' \cdot 10^3}{c(\tau_{o1}' - \tau_{o2}')}, \text{ кг/с}$$

1.3.1.4 Звожу результати визначення температур і витрат в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4.

Результати розрахунку температури і витрати мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря

Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при				
		$t_{3,0}$	t_3	$t_3^{сер.опал}$	$t_{3,3}$	$t_{зпк}$
		-21	-10	-0,6	4,2	8
τ_{o1}	°C	120	115,9	85,9	70,0	70,0
τ_{o2}	°C	70	58,5	47,7	41,7	41,7
τ_{o3}	°C	95	76,5	59,6	50,5	50,5
G_o	кг/с	42,67	42,67	42,67	42,67	30,92

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

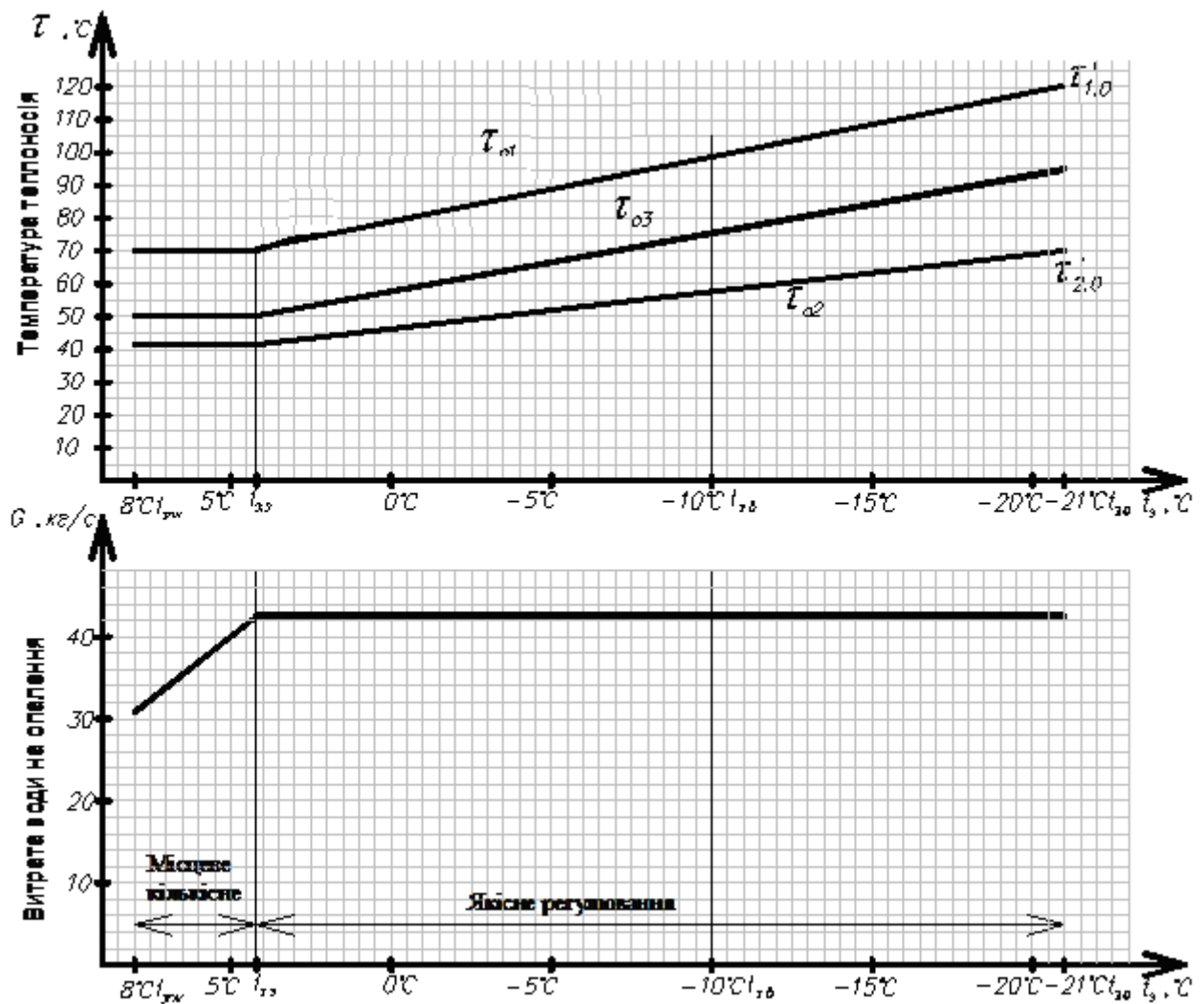


Рисунок 1.3 - Графіки зміни температури і витрати мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря

1.3.2. Розрахунок витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання

1.3.2.1. Визначаю витрату мережної води на гаряче водопостачання за формулою

$$G_{ГВП \max} = \frac{Q_{ГВП \max} \cdot 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} \cdot \frac{t_z - t_n}{t_z - t_{x.3}} = \frac{5,94 \cdot 10^3}{4,19(70 - 41,7)} \cdot \frac{60 - (41,7 - 5)}{60 - 5} = 21,24 \text{ кг/с}$$

1.3.2.2. Визначити температуру мережної води після підігрівника 1-го ступеню за формулою

$$\tau_2 = \tau_{o2} - Q_{ГВП} \frac{t_n - t_{x.3}}{t_z - t_{x.3}} \frac{1}{c(G_{o \max} + G_{ГВП})} =$$

$$= 41,7 - 5,94 \cdot 10^3 \cdot \frac{(41,7 - 5) - 5}{60 - 5} \cdot \frac{1}{4,19 \cdot (42,67 + 21,24)} = 28,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

де t_n - температура водопровідної води після підігрівника ГВП 1-го ступеня, $^{\circ}\text{C}$, $t_n = \tau_{o2}''' - (5 \dots 10^{\circ}\text{C})$.

1.3.2.3 Визначаю витрату теплоносія і температури мережної води при $t_3 \neq t_3'''$. Розрахунок виконується в два етапи: попередній і кінцевий.

Попередній розрахунок ($t_3 = -0,5^{\circ}\text{C}$).

1.3.2.4. Визначаю температурні напори 1-го і 2-го ступенів підігрівників при розрахунковому режимі ($t_3 = t_3'''$) за формулами

$$\Delta t_I = \frac{\Delta t_{\delta I} - \Delta t_{M I}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta I}}{\Delta t_{M I}}} = \frac{(\tau_2 - t_{x.3}) - (\tau_{o2}''' - t_n)}{\ln \frac{\tau_2 - t_{x.3}}{\tau_{o2}''' - t_n}} = \frac{(28,9 - 5) - (41,7 - 36,7)}{\ln \frac{28,9 - 5}{41,7 - 36,7}} = 12,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{II} = \frac{\Delta t_{\delta II} - \Delta t_{M II}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta II}}{\Delta t_{M II}}} = \frac{(\tau_{o1}''' - t_z) - (\tau_{2z} - t_n)}{\ln \frac{\tau_{o1}''' - t_z}{\tau_{2z} - t_n}} = \frac{(70 - 60) - (41,7 - 36,7)}{\ln \frac{70 - 60}{41,7 - 36,7}} = 7,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

1.3.2.5. Визначаю витрату водопровідної води на ГВП за формулою

$$q_{z_M} = \frac{Q_{ГВП \max} 10^3}{c(t_z - t_{x.3})} = \frac{5,94 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (60 - 5)} = 25,8 \text{ кг/с}.$$

1.3.2.6. Визначаю теплопродуктивність підігрівників 1-го і 2-го ступенів за формулами

$$Q_I = c q_{z_M} (t_n - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 25,8 \cdot (36,7 - 5) = 3,42 \text{ МВт}.$$

$$Q_{II} = c q_{z_M} (t_z - t_n) = 4,19 \cdot 25,8 \cdot (60 - 36,7) = 2,52 \text{ МВт}.$$

Повинна виконуватись умова $Q_I + Q_{II} = Q_{ГВП \max}$.

$$3,42 + 2,52 = 5,94 \text{ МВт}.$$

1.3.2.7. Визначаю витрати мережної води, що проходить через підігрівників 1-го і 2-го ступенів, за формулами

$$G_{II} = \frac{0,55 Q_{ГВП \max} 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} = \frac{0,55 \cdot 5,94 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 41,7)} = 27,54 \text{ кг/с}$$

$$G_I = G_{II} + G_{o \max}' = 27,54 + 42,67 = 70,21 \text{ кг/с}$$

1.3.2.8. Визначаю параметр підігрівників 1-го та 2-го ступенів за формулою

$$\Phi_I = \frac{Q_I 10^3}{\Delta t_I c \sqrt{G_{M I} G_{\delta I}}} = \frac{3,42 \cdot 10^3}{12,1 \cdot 4,19 \cdot \sqrt{25,8 \cdot 70,21}} = 1,59$$

$$\Phi_{II} = \frac{Q_{II} 10^3}{\Delta t_{II} c \sqrt{G_{M II} G_{\delta II}}} = \frac{2,52 \cdot 10^3}{7,2 \cdot 4,19 \cdot \sqrt{25,8 \cdot 70,21}} = 3,13$$

1.3.2.9. Визначаю теплопродуктивність 1-го ступеню, нехтуючи витратою мережної води через 1-й ступінь G_I і приймаючи витрату нагрівної води через

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

його рівною $G'_{o\max}$, температуру нагрівної води на вході в підігрівник 1-го ступеню, рівною $\tau_{cm} = \tau_{o2}$, за формулою

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,74 \cdot 25,8 \cdot (47,7 - 5) = 3,415 \text{ МВт}$$

де ε_I визначаю за формулою

$$\varepsilon_I = \left(0,35 \frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \sqrt{\left[\frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} \right]} \right)^{-1} =$$

$$= \left(0,35 \frac{25,8}{70,21} + 0,65 + \frac{1}{1,59} \sqrt{\left[\frac{25,8}{70,21} \right]} \right)^{-1} = 0,74$$

1.3.2.10. Визначаю температуру водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню за формулою

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I \cdot 10^3}{c q_{2M}} = 5 + \frac{3,415 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 25,8} = 36,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.3.2.11. Визначаю теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню за формулою

$$Q_{II} = Q_{ГВП\max} - Q_I = 5,94 - 3,415 = 2,525 \text{ МВт}$$

1.3.2.12. Визначаю витрату мережної води через підігрівник 2-го ступеню за формулою

$$G_{II} = \frac{Q_{II} \cdot 10^3}{c(\tau_{o1} - \tau_{2e})} = \frac{2,525 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (85,9 - 36,6)} = 12,24 \text{ кг/с}$$

Для попереднього розрахунку нехтую величиною недогріву підігрівника 2-го ступеню, тобто приймаю

$$\tau_{2e} = t_n$$

1.3.2.13. Визначаю витрату мережної води через підігрівник 1-го ступеню, за формулою

$$G_I = G_{II} + G'_{o\max} = 12,24 + 42,67 = 54,91 \text{ кг/с}$$

1.3.2.14. Визначаю температуру мережної води на вході в підігрівник 1-го ступеню за формулою

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o\max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2e} = \frac{42,67}{54,91} \cdot 47,7 + \frac{12,24}{54,91} \cdot 36,6 = 45,24 \text{ } ^\circ\text{C}$$

На цьому попередній розрахунок закінчую.

Кінцевий розрахунок.

1.3.2.15. Визначаю теплопродуктивність 1-го ступеню. В даному випадку витрати нагрівної і водопровідної води приймаються відповідно G_I і q_{2M} .

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,8 \cdot 25,8 \cdot (45,24 - 5) = 3,488 \text{ МВт}$$

$$\varepsilon_I = \left(0,35 \frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \sqrt{\left[\frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} \right]} \right)^{-1} =$$

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

$$= \left(0,35 \frac{25,8}{54,91} + 0,65 + \frac{1}{1,59 \sqrt{\left[\frac{25,8}{54,91} \right]}} \right)^{-1} = 0,8$$

1.3.2.16. Визначаю температуру водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню за формулою

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{z_M}} = 5 + \frac{3,488 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 25,8} = 37,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.3.2.17. Визначаю теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню за формулою

$$Q_{II} = Q_{ГВП \text{ max}} - Q_I = 5,94 - 3,488 = 2,452 \text{ МВт}$$

1.3.2.18. Так як $G_{II} < q_{z_M}$, то визначаю витрату мережної води через підігрівник 2-го ступеню за формулою

$$G_{II} = \frac{1,7 \Phi_{II}^2 q_{z_M}}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \Phi_{II}^2 \left(\frac{(\tau_{01} - t_n) c q_{z_M}}{Q_{II} 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} =$$

$$= \frac{1,7 \cdot 3,13^2 \cdot 25,8}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \cdot 3,13^2 \cdot \left(\frac{(85,9 - 37,3) \cdot 4,19 \cdot 25,8}{2,452 \cdot 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 12,65 \text{ кг/с.}$$

Так як $G_{II} \geq \frac{Q_{II} 10^3}{(\tau_{01} - t_n) c}$ ($12,65 \geq \frac{2,452 \cdot 10^3}{(85,9 - 37,3) \cdot 4,19}$, $12,65 \geq 12,05$), то значення витрати приймається без змін.

1.3.2.19. Визначаю температуру мережної води на виході із підігрівника 2-го ступеню за формулою

$$\tau_{2e} = \tau_{01} - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 85,9 - \frac{2,452 \cdot 10^3}{12,65 \cdot 4,19} = 39,63 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.3.2.20. Визначаю витрату мережної води через підігрівник 1-го ступеню за формулою

$$G_I = G_{II} + G'_{o \text{ max}} = 12,65 + 42,67 = 55,32 \text{ кг/с}$$

1.3.2.21. Визначаю температуру мережної води на вході в підігрівник 1-го ступеню за формулою

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o \text{ max}}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2e} = \frac{42,67}{55,32} \cdot 47,7 + \frac{12,65}{55,32} \cdot 39,63 = 45,86 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.3.2.22. Перевіряю теплову продуктивність 1-го і 2-го ступенів підігрівників. Визначаю теплопродуктивність 1-го ступеню

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,8 \cdot 25,8 \cdot (45,86 - 5) = 3,551 \text{ МВт}$$

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	19

$$\varepsilon_I = \left(0,35 \frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \sqrt{\left[\frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} \right]} \right)^{-1} =$$

$$= \left(0,35 \cdot \frac{25,8}{55,32} + 0,65 + \frac{1}{1,59} \cdot \sqrt{\left[\frac{25,8}{55,32} \right]} \right)^{-1} = 0,8$$

- Визначаю температуру водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{\varepsilon_M}} = 5 + \frac{3,551 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 25,8} = 37,88 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Визначаю теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню

$$Q_{II} = Q_{ГВП \text{ max}} - Q_I = 5,94 - 3,551 = 2,389 \text{ МВт}$$

- Визначаю витрату мережної води через підігрівник 2-го ступеню

$$G_{II} = \frac{1,7 \Phi_{II}^2 q_{\varepsilon_M}}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \Phi_{II}^2 \left(\frac{(\tau_{01} - t_n) c q_{\varepsilon_M}}{Q_{II} 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} =$$

$$= \frac{1,7 \cdot 3,13^2 \cdot 25,8}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \cdot 3,13^2 \cdot \left(\frac{(85,9 - 37,88) \cdot 4,19 \cdot 25,8}{2,389 \cdot 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 12,42 \text{ кг/с}$$

$$G_{II} \geq \frac{Q_{II} 10^3}{(\tau_{01} - t_n) c} \quad (12,42 \geq \frac{2,389 \cdot 10^3}{(85,9 - 37,88) \cdot 4,19}, 12,42 \geq 11,88).$$

- Визначаю температуру мережної води на виході із підігрівника 2-го ступеню

$$\tau_{2\epsilon} = \tau_1 - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 85,9 - \frac{2,389 \cdot 10^3}{12,42 \cdot 4,19} = 39,94 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Визначаю витрату мережної води через підігрівник I ступеню

$$G_I = G_{II} + G'_{o \text{ max}} = 12,42 + 42,67 = 55,09 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o \text{ max}}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2\epsilon} = \frac{42,67}{55,09} \cdot 47,7 + \frac{12,42}{55,09} \cdot 39,94 = 45,96 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Визначаю теплопродуктивність 1-го ступеню

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,8 \cdot 25,8 \cdot (45,96 - 5) = 3,555 \text{ МВт}$$

$$\varepsilon_I = \left(0,35 \frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \sqrt{\left[\frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} \right]} \right)^{-1} =$$

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$= \left(0,35 \cdot \frac{25,8}{55,09} + 0,65 + \frac{1}{1,59} \cdot \sqrt{\frac{25,8}{55,09}} \right)^{-1} = 0,8$$

- Визначаю температуру водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I \cdot 10^3}{cq_{\varepsilon_M}} = 5 + \frac{3,555 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 25,8} = 37,91 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Визначаю теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню

$$Q_{II} = Q_{ГВП \text{ max}} - Q_I = 5,94 - 3,555 = 2,385 \text{ МВт}$$

1.3.2.23. Визначаю температуру мережної води на виході з підігрівника 1-го ступеню за формулою:

$$\tau_2 = \tau_{cm} - \frac{Q_I \cdot 10^3}{G_I c} = 45,9 - \frac{3,555 \cdot 10^3}{55,09 \cdot 4,19} = 30,56 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.3.2.24. Здійснюю перевірку за формулою

$$t_{\varepsilon} = \frac{Q_{ГВП}^{II} \cdot 10^3}{cq_{\varepsilon_M}} + t_n = \frac{2,385 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 25,8} + 30,56 = 60 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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 $t_3 = t_3'''$.

1.3.2.25. Визначити витрату мережної води в літньому режимі

$$G_{ГВП} = \frac{Q_{ГВП \text{ Л}}^{сер} \cdot 10^3}{(\tau_{01}''' - 30)c} = \frac{1,584 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4,19} = 9,46 \text{ кг/с.}$$

1.3.2.26. Звожу результати розрахунків у таблицю 1.5.

Таблиця 1.5.

Результати розрахунку витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання

Позначення	Одиниця виміру	Температура мережної води при					
		$t_{3,0}$	t_3	$t_3^{сер.опал}$	t_3'''	$t_{зпк}$	літо
		-21	-10	-0,6	4,2	8	
τ_{o2}	$^\circ\text{C}$	70,0	58,5	47,7	41,7	41,7	70
$\tau_{2\varepsilon}$	$^\circ\text{C}$	53,28	45,04	39,94	41,7	41,7	30
t_n	$^\circ\text{C}$	53,28	45,04	37,91	36,7	36,7	60
τ_{cm}	$^\circ\text{C}$	69,33	56,98	45,96	41,7	41,7	-
τ_2	$^\circ\text{C}$	41,34	35,53	30,56	28,9	28,9	-
$G_{ГВП}$	кг/с	1,79	5,44	12,42	21,24	21,24	9,46

1.3.2.27. Будує графіки залежності витрати мережної води на ГВП і температури мережної води після підігрівників ГВП 1-го і 2-го ступеня від температури зовнішнього повітря.

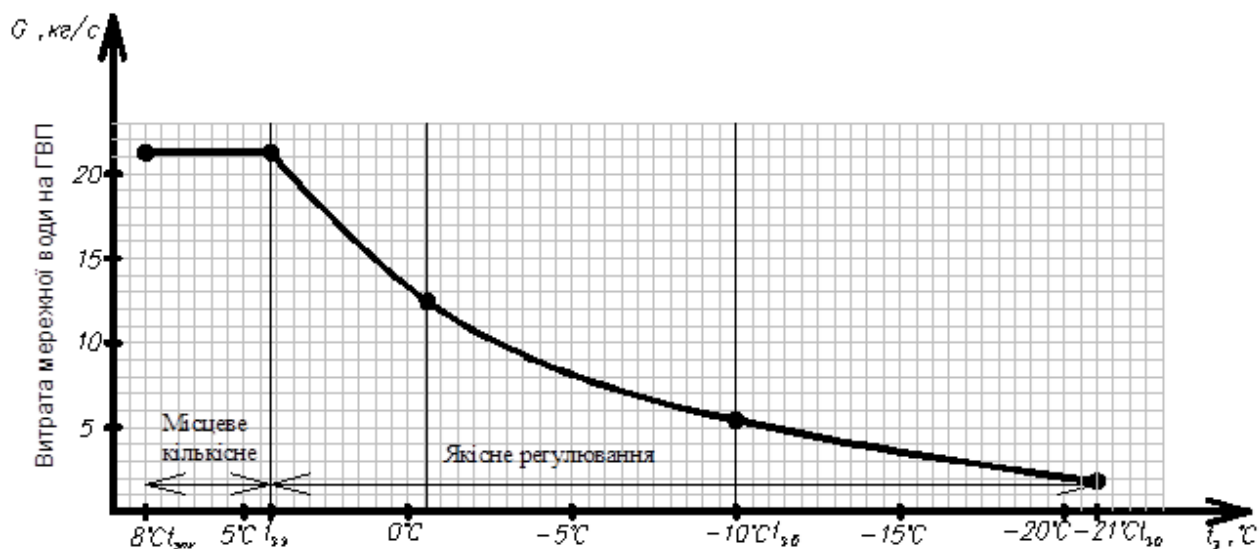
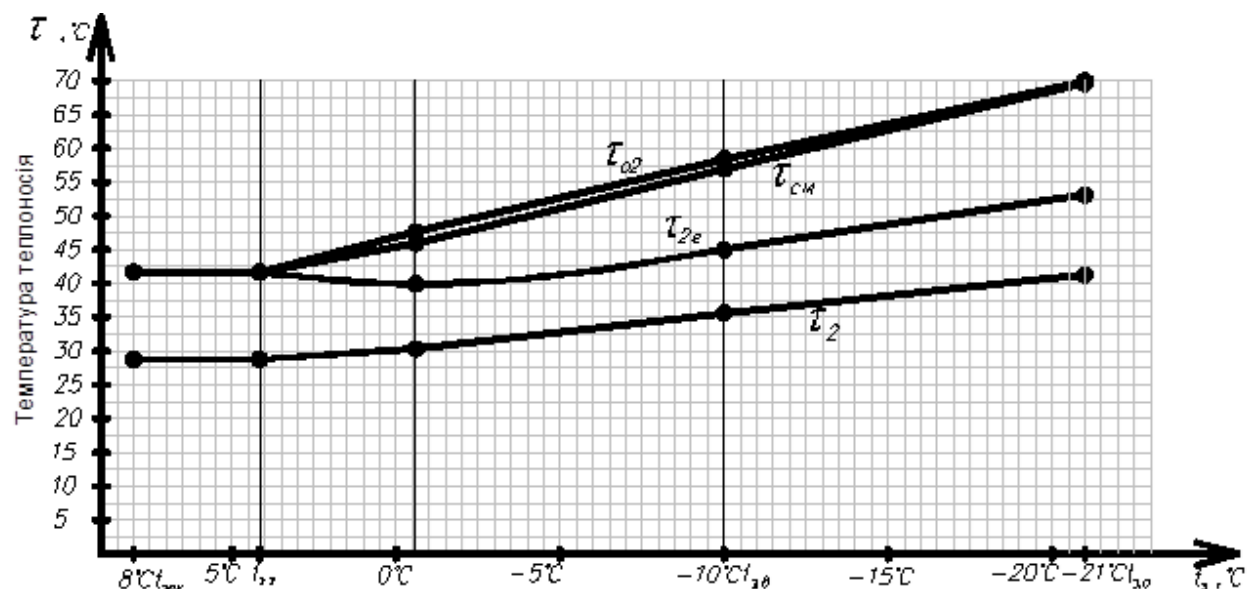


Рисунок 1.4 - Графіки залежності витрати мережної води на ГВП і температури мережної води після підігрівників ГВП 1-го і 2-го ступеня від температури зовнішнього повітря

1.3.3. Розрахунок витрат та температур мережної води на вентиляцію

За наявності “зрізки” температурного графіка виділяю три характерних діапазони.

III. Діапазон температур зовнішнього повітря, менших ніж $t_{\text{зовн.вент.}}$.

3.3.1. Визначаю температуру мережної води після калориферів за формулою

$$\frac{(\tau_{o1} + \tau_{2e}) - (t_{6,p} + t_3)}{(\tau_{o1}'' + \tau_{2e}'') - (t_{6,p} + t_{3,e})} \left(\frac{\tau_{o1}'' - \tau_{2e}''}{\tau_{o1} - \tau_{2e}} \right)^{0,15} = 1,$$

$$\frac{(120 + \tau_{2e}) - (18 + (-21))}{(115,9 + 58,5) - (18 + (-10))} \cdot \left(\frac{115,9 - 58,5}{120 - \tau_{2e}} \right)^{0,15} = 1$$

де τ_{01}'' - температура мережної води у подавальному трубопроводі при $t_{\text{зовн.вент.}}''$; τ_{26}'' - температура води після калориферів при $t_{3.6.}, ^\circ\text{C}$.

Методом підбору знаходжу $\tau_{26} = 32 ^\circ\text{C}$.

1.3.3.2. Визначаю витрату мережної води на вентиляцію за формулою

$$G_6 = \frac{Q_6 \cdot 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{26})} = \frac{1,716 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (120 - 32)} = 3,47 \text{ кг/с}$$

II. Діапазон температур зовнішнього повітря ($t_{\text{зовн.вент.}} < t_3 \leq t_{3.3}$).

1.3.3.3. Визначаю температуру води після калориферів за формулою

$$\tau_{26} = \tau_{01} - (\tau_{01}'' - \tau_{26}'') \frac{t_{6.p} - t_3}{t_{6.p} - t_{3.6}} = 70 - (115,9 - 58,5) \cdot \frac{18 - 4,2}{18 - (-10)} = 41,7 ^\circ\text{C}$$

3.3.4. Визначаю витрату мережної води на вентиляцію за формулою

$$G_6'' = \frac{Q_6 \cdot 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{26})} = \frac{1,232 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (115,9 - 58,5)} = 5,12 \text{ кг/с}$$

I. Діапазон температур зовнішнього повітря ($t_{3.3} < t_3 \leq t_{3\text{ПК}}$).

1.3.3.5. Визначаю температуру води після калориферів за формулою

$$\frac{(\tau_{01}''' + \tau_{26}') - (t_{6.p} + t_{3\text{ПК}})}{(\tau_{01}'' + \tau_{26}'') - (t_{6.p} + t_{3.6})} \left(\frac{\tau_{01}'' - \tau_{26}''}{\tau_{01}''' - \tau_{26}'} \right)^{0,15} \cdot \frac{\left(\frac{t_{6.p} - t_{3\text{ПК}}}{t_{6.p} - t_{3.6}} \right)^{0,85}}{\left(\frac{18 - 8}{18 - (-10)} \right)^{0,85}} = 1$$

Методом підбору знаходжу $\tau_{26} = 23 ^\circ\text{C}$.

1.3.3.6. Визначаю витрату мережної води на вентиляцію за формулою:

$$G_6 = \frac{Q_6 \cdot 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{26})} = \frac{0,44 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 23)} = 2,23 \text{ кг/с}$$

1.3.3.7. Звожу результати розрахунків у таблицю 1.6.

Таблиця 1.6.

Результати розрахунку витрат та температур мережної води на вентиляцію

Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при				
		$t_{3.0}$	t_3	$t_3^{\text{сер.опал}}$	$t_{3.3}$	$t_{3\text{ПК}}$
		-21	-10	-0,6	4,2	8
τ_1	$^\circ\text{C}$	120,0	115,9	85,9	70,0	70,0
τ_{02}	$^\circ\text{C}$	70,0	58,5	47,7	41,7	41,7
τ_{26}	$^\circ\text{C}$	32,0	58,5	47,7	41,7	23,0
G_6	кг/с	3,47	5,12	5,12	5,12	2,23

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

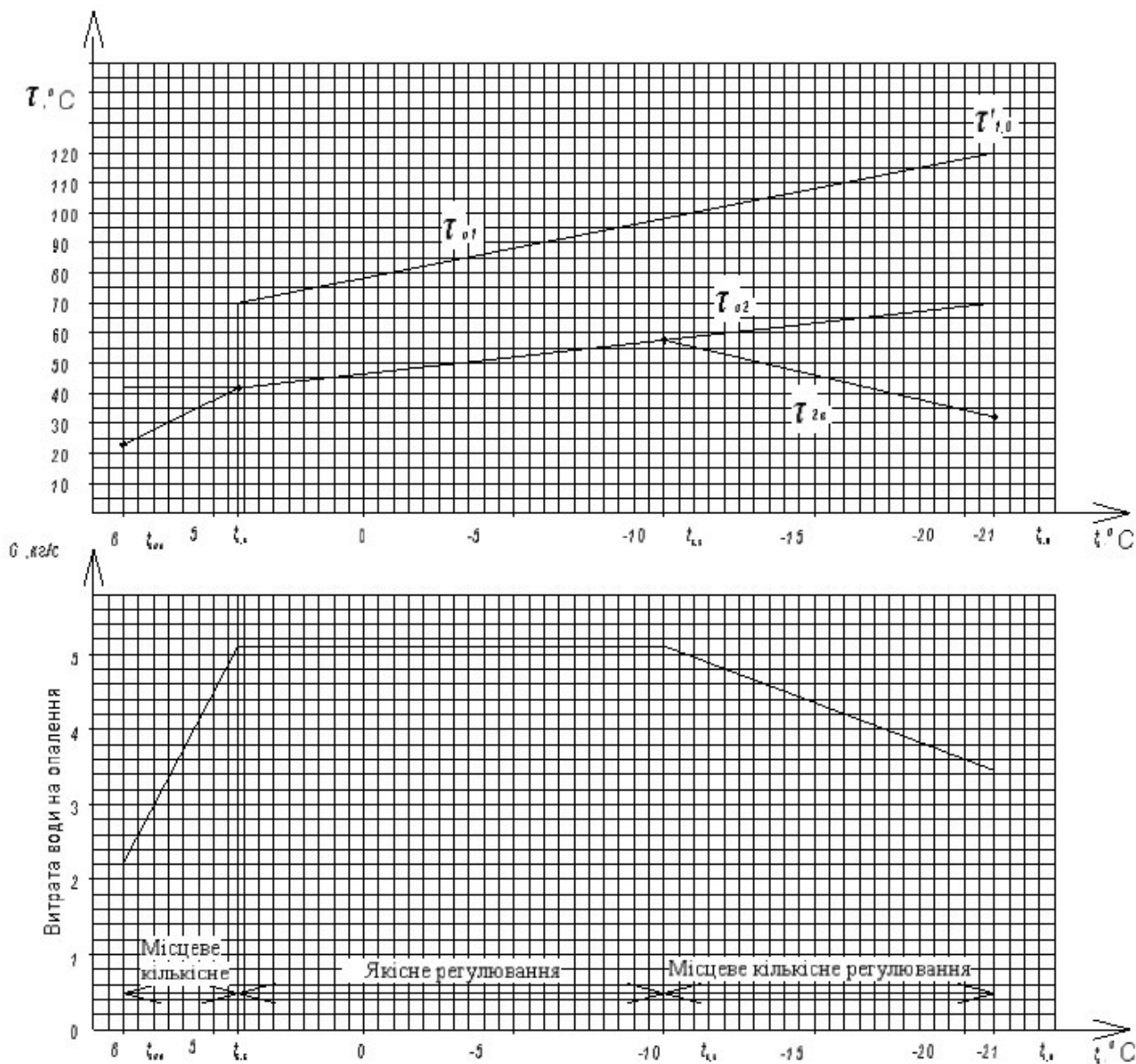


Рисунок 1.5 - Графіки залежності температур мережної води після калориферів і витрати мережної води на вентиляцію від температури зовнішнього повітря

1.4. Визначення розрахункових витрат теплоносія

1.4.1. Визначаю розрахункову витрату мережної води:

- на опалення за формулою

$$G'_{o\max} = \frac{Q'_{o\max} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{o2})} = \frac{14,303 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (120 - 70)} = 42,67 \text{ кг/с}$$

- на вентиляцію за формулою

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

$$G_{\epsilon \max} = \frac{Q_{\epsilon \max} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{2\epsilon})} = \frac{1,716 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (120 - 70)} = 5,12 \text{ кг/с}$$

середня при двоступеневих схемах приєднання підігрівників води в системі ГВП за формулою

$$G_{\text{ГВП}}^{\text{сер}} = \frac{Q_{\text{ГВП}}' 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} \left(\frac{55 - t'}{55 - t_x} + 0,2 \right) = \frac{2,475 \cdot 10^3}{4,19(70 - 41,7)} \cdot \left(\frac{55 - (41,7 - 5)}{55 - 5} + 0,2 \right) = 11,82 \text{ кг/с}$$

де t' - температура водопровідної води після підігрівника ГВП першого (нижнього) ступеня; $t' = \tau'''_{o2} - (5 \dots 10^\circ \text{C})$.

- максимальна при двоступеневих схемах приєднання підігрівників води в системі ГВП за формулою

$$G_{\text{ГВП}}^{\max} = \frac{0,55 \cdot Q_{\text{ГВП}}'_{\max} 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} = \frac{0,55 \cdot 5,94 \cdot 10^3}{4,19(70 - 41,7)} = 27,54 \text{ кг/с}$$

1.4.2. Визначаю сумарні розрахункові витрати мережної води за формулою: $G' = G'_{o \max} + G'_{\epsilon \max} + K_3 G_{\text{ГВП}}^{\text{сер}} = 42,67 + 5,12 + 0 \cdot 11,82 = 47,79 \text{ кг/с}$

Коефіцієнт K_3 , що враховує частку середньої витрати води на гаряче водопостачання при регулюванні по навантаженню опалення, приймаю з додатку 13.

1.4.3. Визначаю розрахункову витрату води в двотрубних водяних теплових мережах для неопалювального (літнього) періоду за формулою:

$$G'_L = \frac{Q_{\text{ГВП}_L}^{\text{сер}} 10^3}{(\tau'''_{o1} - 30)c} = \frac{1,584 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4,19} = 9,46 \text{ кг/с}$$

1.4.4. Заношу результати розрахунків витрат теплоносія для кожного кварталу в таблицю 1.7.

Таблиця 1.7.

Значення розрахункових витрат теплоносія

Номер кварталу	Розрахункова витрата теплоносія, кг/с					
	$G'_{o \max}$	$G'_{\epsilon \max}$	$G_{\text{ГВП}}^{\text{сер}}$	$K_3 \cdot G_{\text{ГВП}}^{\text{сер}}$	G'	G'_L
1	2	3	4	5	6	7
1	1,31	0,16	0,42	0,00	1,47	0,34
2	0,75	0,09	0,24	0,00	0,84	0,19
3	0,90	0,11	0,29	0,00	1,01	0,23
4	0,79	0,10	0,26	0,00	0,89	0,20
5	1,10	0,13	0,16	0,00	1,23	0,13
6	1,31	0,16	0,42	0,00	1,47	0,34
7	0,75	0,09	0,24	0,00	0,84	0,19
8	0,90	0,11	0,29	0,00	1,01	0,23
9	0,79	0,10	0,26	0,00	0,89	0,20
10	1,10	0,13	0,16	0,00	1,23	0,13
11	1,31	0,16	0,42	0,00	1,47	0,34
12	0,75	0,09	0,24	0,00	0,84	0,19
13	0,79	0,10	0,26	0,00	0,89	0,20

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

14	0,79	0,10	0,26	0,00	0,89	0,20
15	1,10	0,13	0,16	0,00	1,23	0,13
16	0,94	0,11	0,30	0,00	1,05	0,24
17	0,67	0,08	0,22	0,00	0,75	0,17
18	0,71	0,08	0,23	0,00	0,79	0,18
19	0,71	0,08	0,23	0,00	0,79	0,18
20	0,99	0,12	0,14	0,00	1,10	0,11
21	0,94	0,11	0,30	0,00	1,05	0,24
22	0,67	0,08	0,22	0,00	0,75	0,17
23	0,71	0,08	0,23	0,00	0,79	0,18
24	0,71	0,08	0,23	0,00	0,79	0,18
25	0,99	0,12	0,14	0,00	1,10	0,11
26	0,47	0,06	0,15	0,00	0,53	0,12
27	0,91	0,11	0,29	0,00	1,02	0,23
28	1,03	0,12	0,33	0,00	1,15	0,26
29	0,94	0,11	0,30	0,00	1,05	0,24
30	0,67	0,08	0,22	0,00	0,75	0,17
31	0,87	0,10	0,23	0,00	0,98	0,18
32	0,87	0,10	0,23	0,00	0,98	0,18
33	0,99	0,12	0,14	0,00	1,10	0,11
34	1,20	0,14	0,39	0,00	1,35	0,31
35	0,69	0,08	0,22	0,00	0,78	0,18
36	0,71	0,09	0,19	0,00	0,79	0,15
37	0,78	0,09	0,20	0,00	0,88	0,16
38	1,01	0,12	0,15	0,00	1,13	0,12
39	1,20	0,14	0,39	0,00	1,35	0,31
40	0,69	0,08	0,22	0,00	0,78	0,18
41	0,71	0,09	0,19	0,00	0,79	0,15
42	0,78	0,09	0,20	0,00	0,88	0,16
43	1,01	0,12	0,15	0,00	1,13	0,12
44	1,20	0,14	0,39	0,00	1,35	0,31
45	0,69	0,08	0,22	0,00	0,78	0,18
46	0,87	0,10	0,28	0,00	0,97	0,22
47	0,87	0,10	0,28	0,00	0,97	0,22
48	1,01	0,12	0,15	0,00	1,13	0,12
Всього:	42,67	5,12	11,82	0,00	47,79	9,46

1.5. Вихідні дані до частини 2 проекту

1.5.1. Визначаю температуру суміші зворотної води після системи ГВП та вентиляції, для максимально зимового режиму

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ			Арк.
Перевірив							26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$\tau_2 = \frac{(G_o + G_{ГВП})}{(G_o + G_{ГВП}) + G_g} \tau_{o2ГВП} + \frac{G_g}{(G_o + G_{ГВП}) + G_g} \tau_{o2в} =$$

$$= \frac{42,67 + 1,79}{42,67 + 1,79 + 3,47} \cdot 41,34 + \frac{3,47}{42,67 + 1,79 + 3,47} \cdot 32 = 40,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.5.2. Визначаю температуру суміші зворотної води після системи ГВП та вентиляції, для режиму точки зламу температурного графіка

$$\tau_2 = \frac{42,7 + 21,24}{42,7 + 21,24 + 5,12} \cdot 28,9 + \frac{5,12}{42,7 + 21,24 + 5,12} \cdot 41,7 = 29,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.5.3. Формую результати розрахунку теплової мережі, що необхідні для теплового розрахунку джерела тепlopостачання (водогрійної котельні) у вигляді таблиці 1.8.

Таблиця 1.8.

Загальні вихідні дані для частини 2 проекту

№ п.п.	Назва параметра	Ум. позн.	Од. виміру	Характерні режими експлуатації теплофікаційної системи		
				Максимально-зимовий	Точки зламу температурного графіка	Літній
1	Місто розташування котельні			Хмельницький (Вказати назву міста)		
2	Тип системи тепlopостачання			Закрита		
3	Температурна характеристика тепломережі району	τ_1	$^\circ\text{C}$	120		
		τ_2	$^\circ\text{C}$	70		
4	Температура зовнішньо-го повітря	$t_{\text{зовн}}$	$^\circ\text{C}$	-21	4,2	15-30
5	Теплове навантаження системи опалення	$Q_{\text{оп}}$	МВт	14,303	5,061	-
6	Теплове навантаження системи ГВП	$Q_{\text{ГВП}}$	МВт	5,940	5,940	1,584
7	Теплове навантаження системи вентиляції	$Q_{\text{вент}}$	МВт	1,716	0,607	-

8	Річне теплове навантаження житлового району	$Q_{\text{ЖР}}^{\text{рік}}$	$\frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$	51160		
9	Теплове навантаження промислового підприємства (теплоносій – гаряча вода)	$Q_{\text{П.П}}$	МВт	12,0	12,0	12,0
10	Температура технологічної води для промислового підприємства на виході з котельні	t_2''	°C	95		
11	Річне теплове навантаження промислового підприємства	$Q_{\text{П.П}}^{\text{рік}}$	$\frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$	84000		
12	Температура “прямої” мережної води	t_1	°C	120	70	70
13	Температура “зворотної” мережної води	t_2	°C	40,7	29,8	30
14	Витрата “прямої” води в тепломережу	G_1	кг/с	47,93	69,03	9,46
			т/ год	172,6	248,5	34,0
15	Убуток води в тепломережі	$G_{\text{уб.тм}}$	т/ год	15	15	5
16	Витрата “зворотної” води в тепломережі	G_2	т/ год	157,6	233,5	29,0
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 вод. ст.	40	40	40

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ		Арк.
Перевірив						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНОЇ З ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ

2.1. Формування вихідних даних для теплового розрахунку котельні з водогрійними котлами

Перелік вихідних даних для теплового розрахунку котельні з водогрійними котлами формую на базі двох джерел інформації:

- на базі результатів виконаного в Частині 1 проекту теплового розрахунку теплової мережі району;
- на базі даних, сформованих самостійно в рамках виконання Частини 2 проекту.

1.1 Вихідні дані для частини 2 проекту, одержані в частині 1 проекту представляю нижче, в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Загальні вихідні дані для частини 2 проекту, одержані в частині 1 проекту

№ п.п.	Назва параметра	Ум. позн.	Од. виміру	Режими експлуатації теплофікаційної системи		
				МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7
1	Місто розташування котельні			Хмельницький (Вказати назву міста)		
2	Тип системи тепlopостачання			Закрита		
3	Температурна характеристика тепломережі району	τ_1 / τ_2	°C/°C	120		
				70		
4	Температура зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	°C	-21	4,2	15-30
5	Теплове навантаження системи опалення житлового району	$Q_{\text{оп}}$	МВт	14,303	5,061	-

					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Дудка В.В.			Проект системи тепlopостачання житлово-промислового району №4 в місті Хмельницький		
Перевірів		Недбайло О.М.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Петренко В.П.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						29	95
					НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ТЕ-4-5		

6	Теплове навантаження системи ГВП житлового району	$Q_{\text{ГВП}}$	МВт	5,940	5,940	1,584
7	Теплове навантаження системи вентиляції житлового району	$Q_{\text{вент}}$	МВт	1,716	0,607	-
8	Річне теплове навантаження житлового району	$Q_{\text{ЖР}}^{\text{рік}}$	МВт·год/рік	51160		
9	Теплотехнологічне навантаження промислового підприємства (теплоносій – гаряча вода)	$Q_{\text{п.п}}$	МВт	12,0	12,0	12,0
10	Температура технологічної води для промислового підприємства на виході з котельні	$t_{\text{техн.в}}$	°С	95		
11	Річне теплове навантаження промислового підприємства	$Q_{\text{п.п}}^{\text{рік}}$	МВт·год/рік	84000		
12	Температура прямої мережної води на виході з котельні	τ_1	°С	120	70	70
13	Температура зворотної мережної води на вході в котельню	τ_2	°С	40,7	29,8	30,0
14	Витрата прямої води на виході з котельні	G_1	т/ год	172,6	248,5	34,0
15	Убуток води в тепломережі	$G_{\text{уб.тм}}$	т/ год	15	15	5
16	Витрата зворотної води на вході в котельню	G_2	т/ год	157,6	233,5	29,0
17	Втрати тиску в тепломережі	$\Delta p_{\text{втр.тм}}$	МПа	0,3	0,3	0,3
18	Статичний напір тепломережі	$H_{\text{стат.тм}}$	м вод. ст.	40	40	40

Примітка.

Перед початком формування вихідних даних для котельні здійснюю балансову перевірку взаємоузгодженості по тепловій енергії одержаних в

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ			Арк.
Перевірив							30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

частні 1 проекту результатів для трьох режимів за наступним балансовим рівнянням

$$(Q_{\text{оп}} + Q_{\text{ГВП}} + Q_{\text{вент}}) = G_1 \cdot 4,2 \cdot (\tau_1 - \tau_2)$$

МЗ: 21,959 = 22,011 МВт (Висновок–результати для режима МЗ-взаємоузгоджені)

ТЗ: 11,608 = 11,642 МВт (Висновок– результати для режима ТЗ - взаємоузгоджені)

Л: 1,584 = 1,589 МВт (Висновок – результати для режима Л - взаємоузгоджені)

1.2 Вихідні дані для частини 2 проекту, сформовані в частині 2 проекту, представляю в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

Вихідні дані для частини 2 проекту сформовані в частині 2 проекту

№ п.п	Назва параметра	Ум. позн.	Од. вим.	Характерні режими експлуатації			Джерело інформації
				МЗ	ТЗ	Л	
1	3	2	4	5	6	7	8
1	Вид палива для котельні		--	Природний газ			Засади паливо-постачання міста
2	Теплота згорання палива	Q_H^p	$\frac{\text{кДж}}{\text{м}^3 \text{ н}}$	33730			Сертифікат палива
3	Температура в деаераторі	$t_{\text{ДА}}$	°C	65	65	65	Е.Р: 70 °C – 60 °C
4	Розрідження в деаераторі	$p_{\text{ДА}}$	бар	0,75	0,75	0,75	Е.Р: 0,70 – 0,80 бар
5	Номінальна температура води на вході в котел	$t'_{\text{ВК.НОМ}}$	°C	70	65	65	Е.Р. для водогрійних котлів
6	Номінальна температура води на виході з котла	$t''_{\text{ВК.НОМ}}$	°C	120	120	120	“—“
7	Температура сирі води	$t'_{\text{с.в}}$	°C	5	5	15	Е.Р: – 5 °C для МЗ та ТЗ режимів, 15 °C – для режима Л
8	Температура сирі води перед станцією хімводоочищення	$t''_{\text{с.в}}$	°C	20	20	20	Е.Р: 15 °C - 20 °C

9	Температура хімічної води на виході зі станції ХВО	$t'_{\text{ХВО}}$	°C	20	20	20	Е.Р: 20 °C – 25 °C
10	Температура хімічної води перед деаератором	$t''_{\text{ХВО}}$	°C	55	55	55	Е.Р: 55 °C – 60 °C
11	Температура технологічної води на вході в котельню	$t'_{\text{техн.в}}$	°C	5	5	15	Е.Р: 5 °C для МЗ та ТЗ режимів, 15 °C для режима Л
12	Температура технологічної води на виході з котельні	$t''_{\text{техн.в}}$	°C	95	95	95	Технологічний регламент промислового підприємства
13	Температура грійної води на вході у внутрішньокотельні підігрівники та на вході в деаератор	$t'_{\text{ТОА}}$	°C	120	120	120	Е.Р: $t'_{\text{ТОА}} = t''_{\text{БК.НОМ}}$
14	Температура грійної води на виході з внутрішньокотельних підігрівників	$t''_{\text{ТОА}}$	°C	65	65	65	Е.Р: $t''_{\text{ТОА}} = 65 \text{ °C}$
15	Коефіцієнт випара з деаератора	$\alpha_{\text{вип.}}$	од	0,007	0,007	0,007	Е.Р: 0,005 – 0,008
16	Коефіцієнт власних потреб станції хімводоочищення	$K_{\text{ХВО}}$	од.	1,1	1,1	1,1	Е.Р: 1,05 – 1,10

2.2. Формування принципової схеми водогрійної котельні

Викреслюю на аркуші (формат А4), згідно Додатка 2 [2], принципову теплотехнологічну схему котельні у відповідності до встановлених технічних рішень, щодо направлення потоків енергоносіїв (рис. 2.1).

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірів						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

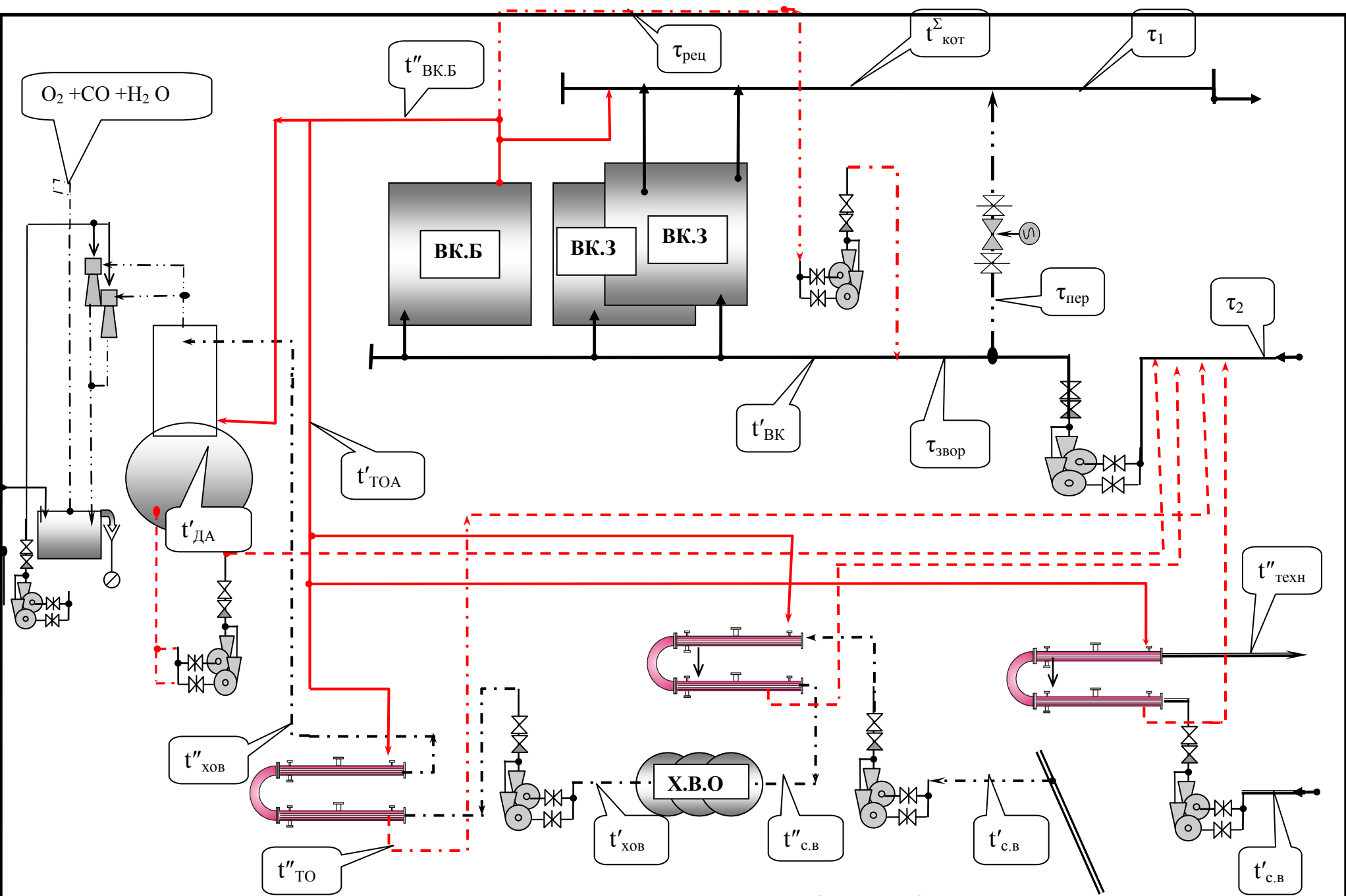


Рисунок 2.1 - Принципова схема котельні з водогрійними котлами

2.3. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами

3.1. Визначаю сумарне теплове навантаження житлового району для котельні з урахуванням втрат теплоти в тепломережі – $\sum Q_{ЖР}$, МВт за формулою

$$\sum Q_{ЖР} = (1,05-1,15) \cdot (Q_{опал} + Q_{ГВП} + Q_{вент})$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3.

Визначення результата	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum Q_{ЖР} = 1,1 \cdot (14,303 + 5,94 + 1,716) = 24,155$ МВт	24,155	12,769	1,663
ТЗ: $\sum Q_{ЖР} = 1,1 \cdot (5,061 + 5,94 + 0,607) = 12,769$ МВт			
Л: $\sum Q_{ЖР} = 1,05 \cdot (0,0 + 1,584 + 0,0) = 1,663$ МВт			

3.2. Визначаю режим роботи котельні – з одним базовим котлом.

3.3. Визначаю експлуатаційну температуру води на вході у встановлені котли – $t'_{ВК}$, °С, за рекомендацією п. 2.1.3.

Результати визначення навожу у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4.

Визначення результата	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
$t'_{ВК} = 70$ °С	70	70	70

3.4. Визначаю експлуатаційну температуру води на виході з базового котла – $t''_{ВК.Б}$, °С, за рекомендацією п. 2.1.4.

Результати визначення навожу у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5.

Визначення результата	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
$t''_{ВК.Б} = 150$ °С	150	150	150

3.5. Визначаю експлуатаційну температуру грійної води на вході в теплообмінники технологічної, сирії, хімоочищеної води та на вході в деаератор – $t'_{ТОА}$, °С, за рекомендацією п. 2.1.4.

Результати визначення навожу у таблиці 2.6.

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 2.6.

Визначення результата	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
$t'_{\text{ТОА}} = 150^{\circ}\text{C}$	120	120	120

Визначаю експлуатаційну температуру води на виході з теплообмінників технологічної, сирової та хімічещеної води – $t''_{\text{ТОА}}$, °С, за рекомендацією п. 2.1.18.

Результати визначення наводжу у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7.

Визначення результата	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
Експлуатаційна рекомендація $t''_{\text{ТОА}} = 65^{\circ}\text{C}$	65	65	65

Визначаю витрату води з деаератора на компенсацію втрат в тепломережі – $G_{\text{ДА}}^{\text{підж}}$, т/год, за формулою

$$G_{\text{ДА}}^{\text{підж}} = G_{\text{убут}}$$

Результати визначення навести у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8.

Визначення результата	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{ДА}}^{\text{підж}} = 15,0$ т/год ТЗ: $G_{\text{ДА}}^{\text{підж}} = 15,0$ т/год Л: $G_{\text{ДА}}^{\text{підж}} = 5,0$ т/год	15	15	5

3.8. Визначаю витрату грієної води з базового водогрійного котла на деаератор – $G_{\text{ДА}}^{\text{гр.в}}$, т/год, та його теплове навантаження – $Q_{\text{ДА}}$, МВт, за формулою

$$G_{\text{ДА}}^{\text{гр.в}} = (1 + \alpha_{\text{вип}}) \cdot G_{\text{підж}} \cdot (t_{\text{ДА}} - t_{\text{хов}}'') / (t'_{\text{ТОА}} - t_{\text{ДА}})$$

та формулою

$$Q_{\text{ДА}} = (G_{\text{ДА}}^{\text{гр.в}} / 3,6) \cdot 4,2 \cdot (t'_{\text{ТОА}} - t_{\text{ДА}}) \cdot 10^{-3}$$

Результати визначення наводжу у таблиці 2.9.

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9.

Визначення результата	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{ДА}}^{\text{гр.В}} = (1+0,007) \cdot 15,0 \cdot (65 - 55) / (150 - 65) = 1,78 \text{ т/год}$ ТЗ: $G_{\text{ДА}}^{\text{гр.В}} = (1+0,007) \cdot 15,0 \cdot (65 - 55) / (150 - 65) = 1,78 \text{ т/год}$ Л: $G_{\text{ДА}}^{\text{гр.В}} = (1+0,007) \cdot 5,0 \cdot (65 - 55) / (150 - 65) = 0,59 \text{ т/год}$	1,78	1,78	0,59
МЗ: $Q_{\text{ДА}} = (1,78/3,6) \cdot 4,2 \cdot (150 - 65) \cdot 10^{-3} = 0,18 \text{ МВт}$ ТЗ: $Q_{\text{ДА}} = (1,78/3,6) \cdot 4,2 \cdot (150 - 65) \cdot 10^{-3} = 0,18 \text{ МВт}$ Л: $Q_{\text{ДА}} = (0,59/3,6) \cdot 4,2 \cdot (150 - 65) \cdot 10^{-3} = 0,06 \text{ МВт}$	0,18	0,18	0,06

3.9 Визначаю витрату води з деаератора – $G''_{\text{ДА}}$, т/год, за формулою

$$G''_{\text{ДА}} = (1 - \alpha_{\text{вип}}) \cdot G_{\text{підж}} + G_{\text{ДА}}^{\text{гр.В}}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10.

Визначення результата	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G''_{\text{ДА}} = (1 - 0,007) \cdot 15,0 + 1,80 = 16,7 \text{ т/год}$ ТЗ: $G''_{\text{ДА}} = (1 - 0,007) \cdot 15,0 + 1,80 = 16,7 \text{ т/год}$ Л: $G''_{\text{ДА}} = (1 - 0,007) \cdot 5,0 + 0,60 = 5,6 \text{ т/год}$	16,7	16,7	5,6

3.10 Визначити витрату хімоочищеної води, що надходить в деаератор – $G_{\text{ХОВ}}$, т/год, за формулою

$$G_{\text{ХОВ}} = (1 + \alpha_{\text{вип}}) \cdot G_{\text{підж}}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.11.

Таблиця 2.11.

Визначення результата	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{ХОВ}} = (1+0,007) \cdot 15,0 = 15,1 \text{ т/год}$ ТЗ: $G_{\text{ХОВ}} = (1+0,007) \cdot 15,0 = 15,1 \text{ т/год}$ Л: $G_{\text{ХОВ}} = (1+0,007) \cdot 5,0 = 5,0 \text{ т/год}$	15,1	15,1	5,0

3.11 Визначаю витрату сирій води для підживлення – $G_{\text{с.в.}}$, т/год, за формулою

$$G_{\text{с.в.}} = K_{\text{хво}} \cdot G_{\text{ХОВ}}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.12.

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 2.12.

Визначення результата	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{с.в.} = 1,10 \cdot 15,1 = 16,6$ т/год ТЗ: $G_{с.в.} = 1,10 \cdot 15,1 = 16,6$ т/год Л: $G_{с.в.} = 1,10 \cdot 5,0 = 5,5$ т/год	16,6	16,6	5,5

3.12. Визначаю теплову потужність підігрівника сирої води (ПСВ) – $Q_{ПСВ}$, МВт, та витрату грієної води на ПСВ – $G_{ПСВ}$, т/год, відповідно
- за формулою

$$Q_{ПСВ} = (G_{с.в.} / 3,6) \cdot 4,2 \cdot (t''_{с.в} - t'_{с.в}) \cdot 10^{-3},$$

- за формулою

$$G_{ПСВ}^{гр.в} = Q_{ПСВ} \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (t'_{ТОА} - t''_{ТОА})]$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.13.

Таблиця 2.13.

Визначення результата	Значення для режимів		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $Q_{ПСВ} = (16,6/3,6) \cdot 4,2 \cdot (20 - 5) \cdot 10^{-3} = 0,29$ МВт ТЗ: $Q_{ПСВ} = (16,6/3,6) \cdot 4,2 \cdot (20 - 5) \cdot 10^{-3} = 0,29$ МВт Л: $Q_{ПСВ} = (5,5/3,6) \cdot 4,2 \cdot (20 - 15) \cdot 10^{-3} = 0,03$ МВт	0,29	0,29	0,03
МЗ: $G_{ПСВ}^{гр.в} = 0,29 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (150 - 65)] = 2,93$ т/год ТЗ: $G_{ПСВ}^{гр.в} = 0,29 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (150 - 65)] = 2,93$ т/год Л: $G_{ПСВ}^{гр.в} = 0,03 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (150 - 65)] = 0,33$ т/год	2,93	2,93	0,33

3.13. Визначаю теплову потужність підігрівника хімоочищеної води (ПХВ) – $Q_{ПХВ}$, МВт, та витрату грієної води на ПХВ – $D^{гр.в}_{ПХВ}$, т/год, відповідно,

- за формулою:

$$Q_{ПХВ} = (G_{хов} / 3,6) \cdot 4,2 \cdot (t''_{хов} - t'_{хов}) \cdot 10^{-3}$$

- за формулою:

$$G_{ПХВ}^{гр.в} = Q_{ПХВ} \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (t'_{ТОА} - t''_{ТОА})]$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.14.

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ		Арк.
Перевірів						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.14.

Визначення результата	Значення для режимів		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $Q_{ПХВ} = (15,1/3,6) \cdot 4,2 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0,62 \text{ МВт}$ ТЗ: $Q_{ПХВ} = (15,1/3,6) \cdot 4,2 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0,62 \text{ МВт}$ Л: $Q_{ПХВ} = (5,0/3,6) \cdot 4,2 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0,21 \text{ МВт}$	0,62	0,62	0,21
МЗ: $G_{ПХВ}^{гр.в} = 0,62 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (150 - 65)] = 6,22 \text{ т/год}$ ТЗ: $G_{ПХВ}^{гр.в} = 0,62 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (150 - 65)] = 6,22 \text{ т/год}$ Л: $G_{ПХВ}^{гр.в} = 0,21 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (150 - 65)] = 2,07 \text{ т/год}$	6,22	6,22	2,07

3.14. Визначаю витрату технологічної води на ПТВ – $G_{техн.в}$, т/год, теплову потужність ПТВ – $Q_{ПТВ}$, МВт та витрату грієної води – $G_{ПТВ}^{гр.в}$, т/год, відповідно, - за формулою:

$$G_{техн.в} = Q_{ПП} \cdot 3,6 \cdot 10^3 / (4,2 \cdot t''_{техн.в})$$

- за формулою:

$$Q_{ПТВ} = (G_{техн.в} / 3,6) \cdot 4,2 \cdot (t''_{техн.в} - t'_{техн.в}) \cdot 10^{-3}$$

- за формулою:

$$G_{ПТВ}^{гр.в} = Q_{ПТВ} \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (t'_{ТОА} - t''_{ТОА})]$$

Результати визначення наводжу у таблиці 2.15.

Таблиця 2.15.

Визначення результата	Значення для режимів		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{техн.в} = 12,0 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / (4,2 \cdot 95) = 108,3 \text{ т/год}$ ТЗ: $G_{техн.в} = 12,0 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / (4,2 \cdot 95) = 108,3 \text{ т/год}$ Л: $G_{техн.в} = 12,0 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / (4,2 \cdot 95) = 108,3 \text{ т/год}$	108,3	108,3	108,3
МЗ: $Q_{ПТВ} = (108,3/3,6) \cdot 4,2 \cdot (95 - 5) \cdot 10^{-3} = 11,4 \text{ МВт}$ ТЗ: $Q_{ПТВ} = (108,3/3,6) \cdot 4,2 \cdot (95 - 5) \cdot 10^{-3} = 11,4 \text{ МВт}$ Л: $Q_{ПТВ} = (108,3/3,6) \cdot 4,2 \cdot (95 - 15) \cdot 10^{-3} = 10,1 \text{ МВт}$	11,4	11,4	10,1
МЗ: $G_{ПТВ}^{гр.в} = 11,4 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (150 - 65)] = 114,6 \text{ т/год}$ ТЗ: $G_{ПТВ}^{гр.в} = 11,4 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (150 - 65)] = 114,6 \text{ т/год}$ Л: $G_{ПТВ}^{гр.в} = 10,1 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (150 - 65)] = 101,9 \text{ т/год}$	114,64	114,64	101,90

3.15. Визначаю сумарну витрату грієної з базового котла води на внутрішнє споживання котельні – $\Sigma G_{вн}^{гр.в}$, т/год, для трьох режимів за формулою

$$\Sigma G_{вн}^{гр.в} = G_{ПТВ}^{гр.в} + G_{ПХВ}^{гр.в} + G_{ПСВ}^{гр.в} + G_{ДА}^{гр.в}$$

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірів						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати визначення навожу в таблиці 2.16.

Таблиця 2.16.

Визначення результата	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\Sigma G_{\text{вн}}^{\text{гр.в}} = 114,64 + 6,22 + 2,93 + 1,78 = 125,57$ т/год	125,57	125,57	104,89
ТЗ: $\Sigma G_{\text{вн}}^{\text{гр.в}} = 114,64 + 6,22 + 2,93 + 1,78 = 125,57$ т/год			
Л: $\Sigma G_{\text{вн}}^{\text{гр.в}} = 101,9 + 2,07 + 0,33 + 0,59 = 104,89$ т/год			

3.16 Визначаю температуру зворотної води на вході мережних насосів (після змішування всіх потоків води) – $\tau_{\text{звор}}$, °С, за формулою:

$$\tau_{\text{звор}} = (G_2 \cdot \tau_2 + G_{\text{ПТВ}}^{\text{гр.в}} \cdot t''_{\text{ТОА}} + G_{\text{ПХВ}}^{\text{гр.в}} \cdot t''_{\text{ТОА}} + G_{\text{ПСВ}}^{\text{гр.в}} \cdot t''_{\text{ТОА}} + G''_{\text{ДА}} \cdot t''_{\text{ДА}}) / (G_2 + G_{\text{ПТВ}}^{\text{гр.в}} + G_{\text{ПХВ}}^{\text{гр.в}} + G_{\text{ПСВ}}^{\text{гр.в}} + G''_{\text{ДА}})$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.17.

Таблиця 2.17.

Визначення результата	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\tau_{\text{звор}} = (157,6 \cdot 40,7 + 114,64 \cdot 65 + 6,22 \cdot 65 + 2,93 \cdot 65 + 16,7 \cdot 65) / (157,6 + 114,64 + 6,22 + 2,93 + 16,7) = 52,1$	52,1	43,0	57,7
ТЗ: $\tau_{\text{звор}} = (233,5 \cdot 29,8 + 114,64 \cdot 65 + 6,22 \cdot 65 + 2,93 \cdot 65 + 16,7 \cdot 65) / (233,5 + 114,64 + 6,22 + 2,93 + 16,7) = 43,0$			
Л: $\tau_{\text{звор}} = (29 \cdot 30 + 101,9 \cdot 65 + 2,07 \cdot 65 + 0,33 \cdot 65 + 5,6 \cdot 65) / (29 + 101,9 + 2,07 + 0,33 + 5,6) = 57,7$			

3.17. Визначаю загальну теплову потужність котельні (т. зв. потужність з “виробленої” теплоти) – $\Sigma Q_{\text{кот}}$, т/год, з урахуванням теплоти, що внесена водою підживлення, за формулою:

$$\Sigma Q_{\text{кот}} = \Sigma Q_{\text{жр}} + Q_{\text{ПТВ}} + Q_{\text{ПХВ}} + Q_{\text{ПСВ}} + Q_{\text{ДА}} - (G_{\text{підж}}/3,6) \cdot 4,2 \cdot t_{\text{с.в}} \cdot 10^{-3}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.18.

Таблиця 2.18.

Визначення результата	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\Sigma Q_{\text{кот}} = 24,155 + 11,4 + 0,62 + 0,29 + 0,18 - (15,0/3,6) \cdot 4,2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 36,52$ МВт	36,52	25,13	11,98
ТЗ: $\Sigma Q_{\text{кот}} = 12,769 + 11,4 + 0,62 + 0,29 + 0,18 - (15,0/3,6) \cdot 4,2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 25,13$ МВт			
Л: $\Sigma Q_{\text{кот}} = 1,663 + 10,1 + 0,21 + 0,03 + 0,06 - (5,0/3,6) \cdot 4,2 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 11,98$ МВт			

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірів					39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

3.18. Встановлюю типорозмір встановлюваних в котельні водогрійних котлів, їх номінальну теплову потужність – $Q_{\text{ВК.НОМ}}$, МВт, номінальний пропуск води через котли – $G_{\text{ВК.НОМ}}$, т/год, ККД котлів – $\eta_{\text{ВК.НОМ}}$, од, температурні параметри – $t_{\text{ВК.НОМ}}$, °С, та $t''_{\text{ВК.НОМ}}$, °С.

Вибір типорозміру водогрійних котлів здійснюю з таких міркувань:

На ринку водогрійних котлів існує пропозиція наступних типорозмірів водогрійних котлів:

КВ-ГМ –10 (11,6 МВт), КВ-ГМ –20 (23,2 МВт), КВ-ГМ –30 (34,8 МВт), КВ-ГМ –50 (58 МВт), КВ-ГМ –100 (116 МВт).

З двох формально прийнятних до реалізації варіантів або два котла КВ-ГМ 20, або 1 котел КВ-ГМ 50 приймаю до встановлення два котла в КВ-ГМ–20 (23,2 МВт) – варіант, що задовольняє умовам експлуатації котлів в усіх режимах експлуатації в т.ч. в режимі Л на мінімально допустимому тепловому навантаженні.

Результати визначення навожу у таблиці 2.19.

Таблиця 2.19.

Позн.	Одиниця Виміру	Визначення результату
ТИП		КВ-ГМ–20
$Q_{\text{ВК.НОМ}}$	МВт	23,2
$G_{\text{ВК.НОМ}}$	т/год	247
$\eta_{\text{ВК.НОМ}}$	%	91
$t'_{\text{ВК.НОМ}}$	°С	120
$t''_{\text{ВК.НОМ}}$	°С	70

3.19. Визначаю число встановлених в котельні водогрійних котлів – $N_{\text{ВК.ВСТ}}$, шт., за формулою

$$N_{\text{ВК.ВСТ}} = \sum Q_{\text{КОТ}} / Q_{\text{ВК.НОМ}}^*)$$

*) Примітка

До встановлення приймаю число котлів, що відповідає результату обчислення за формулою, округленого до більшого цілого числа.

Результати визначення навожу у таблиці 2.20.

Таблиця 2.20.

Визначення результату	Значення для режимів, шт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $N_{\text{ВК.ВСТ}} = 36,52 / 23,2 = 1,57$ ТЗ: $N_{\text{ВК.ВСТ}} = 25,13 / 23,2 = 1,08$ Л: $N_{\text{ВК.ВСТ}} = 11,98 / 23,2 = 0,52$	2	2	1

3.20. Визначаю кількість котлів, що будуть в експлуатації протягом року в базовому режимі за рекомендацією п. 2.1.4.

$$N_{\text{ВК.Б}} = 1$$

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Результати визначення навожу у таблиці 2.21.

Таблиця 2.21.

Визначення результата	Значення для режимів, шт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $N_{ВК.Б} = 1$ ТЗ: $N_{ВК.Б} = 1$ Л: $N_{ВК.Б} = 1$	1	1	1

3.21. Визначаю число котлів, що працюють у змінному режимі – $N_{ВК.З}$, шт, за формулою

$$N_{ВК.З} = N_{ВК.ВСТ} - 1$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.22.

Таблиця 2.22.

Визначення результата	Значення для режимів, шт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $N_{ВК.З} = 2 - 1 = 1$ ТЗ: $N_{ВК.З} = 2 - 1 = 1$ Л: $N_{ВК.З} = 1 - 1 = 0$	1	1	0

3.22. Визначаю число котлів, що знаходяться в експлуатації в кожному з трьох розрахункових режимів – $N_{ВК.Р}$, шт., за формулою

$$N_{ВК.Р} = N_{ВК.Б} + N_{ВК.З}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.23.

Таблиця 2.23.

Визначення результата	Значення для режимів, шт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $N_{ВК.Р} = 1 + 1 = 2$ ТЗ: $N_{ВК.Р} = 1 + 1 = 2$ Л: $N_{ВК.Р} = 1 + 0 = 1$	2	2	1

3.23. Визначаю експлуатаційні параметри роботи “базового” водогрійного котла для всіх режимів, враховуючи рекомендації п.п. 2.1.6 - 2.1.7:

- у разі експлуатації в котельні двох або більше котлоагрегатів:

$$Q_{ВК.Б} = Q_{ВК.НОМ}, \text{ МВт}$$

$$t''_{ВК.Б} = t'_{ВК.НОМ}, \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t'_{ВК.Б} = t'_{ВК}, \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$G_{ВК.Б} = G_{ВК.НОМ}, \text{ т/год}$$

- у разі експлуатації в котельні одного котлоагрегата:

$$Q_{ВК.Б} = \sum Q_{КОТ}, \text{ МВт}$$

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$t'_{\text{ВК.Б}} = t'_{\text{ВК}}, ^\circ\text{C}$$

$$t''_{\text{ВК.Б}} = t'_{\text{ВК.НОМ}}, ^\circ\text{C}$$

$$G_{\text{ВК.Б}} = \sum Q_{\text{КОТ}} \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (t''_{\text{ВК.Б}} - t'_{\text{ВК.Б}})], \text{ т/год}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.24.

Таблиця 2.24.

Визначення результата	Значення для режимів		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: (2 котла) $Q_{\text{ВК.Б}} = 23,2 \text{ МВт}$ ТЗ: (2 котла) $Q_{\text{ВК.Б}} = 23,2 \text{ МВт}$ Л: (1 котел) $Q_{\text{ВК.Б}} = 11,98 \text{ МВт}$	23,2	23,2	11,98
МЗ: (2 котла) $t'_{\text{ВК.Б}} = 70 ^\circ\text{C}$ ТЗ: (2 котла) $t'_{\text{ВК.Б}} = 70 ^\circ\text{C}$ Л: (1 котел) $t'_{\text{ВК.Б}} = 70 ^\circ\text{C}$	70	70	70
МЗ: (2 котла) $t''_{\text{ВК.Б}} = 150 ^\circ\text{C}$ ТЗ: (2 котла) $t''_{\text{ВК.Б}} = 150 ^\circ\text{C}$ Л: (1 котел) $t''_{\text{ВК.Б}} = 150 ^\circ\text{C}$	120	120	120
МЗ: (2 котла) $G_{\text{ВК.Б}} = 247 \text{ т/год}$ ТЗ: (2 котла) $G_{\text{ВК.Б}} = 247 \text{ т/год}$ Л: (1 котел) $G_{\text{ВК.Б}} = 11,98 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / [4,2 \cdot (150 - 70)] = 128,3 \text{ т/год}$	247	247	128,3

3.24. Визначаю теплове навантаження водогрійних котлів, що несуть змінну складову теплового навантаження котельні – $\sum Q_{\text{ВК.З}}, \text{ МВт}$, за формулою:

$$\sum Q_{\text{ВК.З}} = \sum Q_{\text{КОТ}} - Q_{\text{ВК.Б}}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.25.

Таблиця 2.25.

Визначення результата	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum Q_{\text{ВК.З}} = 36,52 - 23,2 = 13,32 \text{ МВт}$ ТЗ: $\sum Q_{\text{ВК.З}} = 25,13 - 23,2 = 1,93 \text{ МВт}$ Л: $\sum Q_{\text{ВК.З}} = 11,98 - 11,98 = 0,0 \text{ МВт}$	13,32	1,93	0,00

3.25. Визначаю теплове навантаження кожного котла, що несе змінну складову теплового навантаження – $Q_{\text{ВК.З}}, \text{ МВт}$, за формулою:

$$Q_{\text{ВК.З}} = \sum Q_{\text{ВК.З}} / N_{\text{ВК.З}}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.26.

Таблиця 2.26.

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірів						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення результата	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $Q_{ВК.З} = 13,32 / 1 = 13,32$ МВт ТЗ: $Q_{ВК.З} = 1,93 / 1 = 1,93$ МВт Л: $Q_{ВК.З} = 0,0$ МВт (за відсутності такого котла)	13,32	1,93	0

3.26. Визначаю пропуск води через кожний котел, що експлуатується зі змінним тепловим навантаженням та температурним режимом:

- для МЗ режима (зменшений проти номінального, враховуючи номінальний температурний режим і зменшене теплове навантаження, за формулою:

$$G_{ВК.З} = Q_{ВК.З} \cdot 10^3 \cdot 3,6 / [4,2 \cdot (t'_{ВК.НОМ} - t'_{ВК})]$$

- для ТЗ режима (враховуючи доцільність номінального пропуску води через котли) за рекомендацією п. 2.1.8.

$$G_{ВК.З} = G_{ВК.НОМ}$$

- для Л режима (за відсутності такого котла):

$$G_{ВК.З} = 0,0$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.27.

Таблиця 2.27.

Визначення результата	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{ВК.З} = 13,32 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / [4,2 \cdot (150 - 70)] = 142,7$ т/год ТЗ: $G_{ВК.З} = 247$ т/год Л: $G_{ВК.З} = 0,0$ т/год	142,7	247	0

3.27 Визначаю сумарну подачу води на котли, що знаходяться в експлуатації – $\sum G_{ВК}$, т/год, за формулою

$$\sum G_{ВК} = G_{ВК.Б} + N_{ВК.З} \cdot G_{ВК.З}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.28.

Таблиця 2.28.

Визначення результата	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum G_{ВК} = 247 + 1 \cdot 142,7 = 389,7$ т/год ТЗ: $\sum G_{ВК} = 247 + 1 \cdot 247 = 494$ т/год Л: $\sum G_{ВК} = 128,3 + 0 \cdot 0 = 128,3$ т/год	389,7	494,0	128,3

3.28. Визначаю температуру води на виході з котлів, що несуть змінну складову теплового навантаження котельні – $t''_{ВК.З}$, °С, за формулою

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$t''_{\text{БК.З}} = t'_{\text{БК}} + Q_{\text{БК.З}} \cdot 10^3 \cdot 3,6 / (4,2 \cdot G_{\text{БК.З}})$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.29.

Таблиця 2.29.

Визначення результату	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $t''_{\text{БК.З}} = 70 + 13,32 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / (4,2 \cdot 142,7) = 150^\circ\text{C}$ ТЗ: $t''_{\text{БК.З}} = 70 + 1,93 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / (4,2 \cdot 247) = 76,7^\circ\text{C}$ Л: $t''_{\text{БК.З}} = 0^\circ\text{C}$	150	76,7	0

3.29. Визначаю витрату води в рециркуляційному трубопроводі – $G_{\text{реци}}$, т/год, для трьох режимів за формулою

$$G_{\text{реци}} = \Sigma G_{\text{БК}} \cdot (t'_{\text{БК}} - t_{\text{звор}}) / (t''_{\text{БК.Б}} - t_{\text{звор}})$$

Результати визначення навожу в таблиці 2.30.

Таблиця 2.30.

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{реци}} = 389,7 \cdot (70 - 52,1) / (150 - 52,1) = 71,15$ т/год ТЗ: $G_{\text{реци}} = 494 \cdot (70 - 43) / (150 - 43) = 124,48$ т/год Л: $G_{\text{реци}} = 128,3 \cdot (70 - 57,7) / (150 - 57,7) = 17,12$ т/год	71,15	124,48	17,12

3.30. Визначаю середньовагову температуру води на виході з усіх водогрійних котлів після змішування її з “базового” та “змінних” котлів – $t_{\text{БК}}^{\Sigma}$, °С, для трьох режимів за формулою

$$t_{\text{БК}}^{\Sigma} = ((G_{\text{БК.Б}} - \Sigma G_{\text{вн}} - G_{\text{реци}}) \cdot t''_{\text{БК.Б}} + N_{\text{БК.З}} \cdot G_{\text{БК.З}} \cdot t''_{\text{БК.З}}) / (G_{\text{БК.Б}} - \Sigma G_{\text{вн}} - G_{\text{реци}} + N_{\text{БК.З}} \cdot G_{\text{БК.З}})$$

Результати визначення навожу в таблиці 2.31.

Таблиця 2.31.

Визначення результату	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $t_{\text{БК}}^{\Sigma} = ((247 - 125,57 - 71,15) \cdot 150 + 1 \cdot 142,7 \cdot 150) / (247 - 125,57 - 70,54 + 1 \cdot 142,7) = 150^\circ\text{C}$ ТЗ: $t_{\text{БК}}^{\Sigma} = ((247 - 125,57 - 124,48) \cdot 150 + 1 \cdot 247 \cdot 76,7) / (247 - 125,57 - 124,42 + 1 \cdot 247) = 76,8^\circ\text{C}$ Л: $t_{\text{БК}}^{\Sigma} = 150^\circ\text{C}$ (за регламентом)	120	76,8	150

3.31. Визначаю витрату зворотної води через регулюючий клапан в трубопроводі перепуску зворотної води в пряму магістраль (т. зв. перепуск) – $G_{\text{пер}}$, т/год, для трьох режимів за формулою

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірів						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$G_{\text{пер}} = G_1 \cdot (t_{\text{БК}}^{\Sigma} - \tau_1) / (t_{\text{БК}}^{\Sigma} - \tau_{\text{звор}})$$

Результати визначення навожу в таблиці 2.32.

Таблиця 2.32.

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{пер}} = 172,6 \cdot (150 - 150) / (150 - 52,1) = 0$ т/год ТЗ: $G_{\text{пер}} = 248,5 \cdot (76,8 - 70) / (76,8 - 43) = 43,97$ т/год Л: $G_{\text{пер}} = 34 \cdot (150 - 70) / (150 - 57,7) = 29,5$ т/год	0	43,97	29,5

3.32. Визначаю похибку балансових розрахунків водогрійної котельні за - формулою

$$\Delta G^{\%} = (\sum G_{\text{БК}} - G_1 - G_{\text{вн}} + G_{\text{пер}} - G_{\text{рец}}) \cdot 100 / \sum G_{\text{БК}}$$

Результати визначення навожу в таблиці 2.33.

Таблиця 2.33.

Визначення результату	Значення для режимів, %		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\Delta G^{\%} = (389,7 - 172,6 - 125,57 + 0 - 71,15) \cdot 100 / 389,7 = 5,2$ % ТЗ: $\Delta G^{\%} = (494 - 248,5 - 125,57 + 43,97 - 124,48) \cdot 100 / 494 = 8$ % Л: $\Delta G^{\%} = (128,3 - 34 - 104,89 + 29,5 - 17,12) \cdot 100 / 128,3 = 1,4$ %	5,2	8	1,4

Висновок: результати розрахунка теплової схеми котельні з водогрійними котлами виконані з прийнятною точністю.

2.4. Вибір обладнання котельні

2.4.1. Вибір водогрійних котлів

Приймаю до встановлення два котла в КВ-ГМ-20 – варіант, що задовольняє умовам експлуатації котлів в усіх режимах експлуатації в т.ч. в режимі Л на мінімально допустимому тепловому навантаженні (таблиця 2.34).

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.34.

№ п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення
1	2	3	4	5	6
1	Тип ВК	Типорозмір водогрійного котла		за інформаційними листами заводів виробників	КВ-ГМ-20
2	$Q_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна теплова потужність котла	МВт(т)	З паспорта котла	23,2
3	$G_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна витрата води на котел	т/год	«--»	247
4	$B_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна витрата природного газу на котел	тис. м ³ н/год	«--»	1,26
5	$\Delta p'_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальний гідравлічний опір котла	атм	«--»	0,23
6	$\Delta p''_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальний аеродинамічний опір котла	мм вод. ст.	«--»	
7	$t'_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна температура води на вході в котел	°С	«--»	70
8	$t''_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна температура води на виході з котла	°С	«--»	120
9	$\eta_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальний ККД котла	од.	«--»	0,91

2.4.2. Вибір рециркуляційних насосів

Подача рециркуляційних насосів визначена при розрахунку теплової схеми:
 $G_{\text{рец}} = 124,48$ т/год – для режимів МЗ і ТЗ, $G_{\text{рец}} = 17,12$ т/год – для режиму Л.

Вибираю чотири насоси GRUNDFOS NKG 80-50-200/219 (3 робочих, 1 резервний) для режимів МЗ і ТЗ та два насоси GRUNDFOS NKGE 50-32-125/139 (1 робочий, 1 резервний) для режиму Л (таблиця 2.35).

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірів						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Таблиця 2.35.

№ п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення	
					МЗ, ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	---	З інформаційного листа заводу-виробника	NKG 80-50-200/219	NKGE 50-32-125/139
2	$Q_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	50	24
3	$H_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “	21,8	25
4	$N_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ – “	4	2,2
5	$\eta_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	78,4	69
6	$(H_{\text{кав}})_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний кавітаційний запас насоса	м вод. ст	“ – “	1,7	1,49
7	$Q_{н. \text{ рец}}^{\text{роб}}$	Робочий діапазон подачі	м ³ /год	“ – “	8-68	4-33,5
8	$H_{н. \text{ рец}}^{\text{роб}}$	Робочий діапазон напору	м вод. ст	“ – “	16-24,5	16-33
9	$N_{н. \text{ рец}}^{\text{роб}}$	Робочий діапазон потужності	кВт(е)	“ – “	1-4	1,4-2,2

2.4.3. Вибір мережних насосів

Здійснюємо вибір типорозміра мережних насосів, його номінальної подачі – $Q_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$, м³/год, та напору – $H_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$, м вод. ст., на базі визначених максимальних значень (в режимі ТЗ) витрати води через трубопровідну систему “Котельня – Тепломережа” – G_1 , т/год, та опору трубопровідної системи – $\Delta H_{\text{РЕЦ}}$ (не вище 40 м вод. ст.) та статичного напора тепломережі.

$G_1 = 248,5 \text{ т/год}$ - для режиму ТЗ, $G_1 = 34 \text{ т/год}$ - для режиму Л.

Для режимів МЗ, ТЗ приймаю три насоси GRUNDFOS NKG 125-80-160/177 (2 робочих, 1 резервний).

Для літнього режиму приймаю два насоса GRUNDFOS NKG 80-50-200/219 (1 робочий, 1 резервний) (таблиця 2.36).

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.36.

№ п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення	
					МЗ, ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	---	З інформаційного листа заводу-виробника	NKG 125-80-160/177	NKGE 65-50-125/142
2	$Q_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	140	50
3	$H_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст	“ – “	32	21,8
4	$N_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ – “	15	5,5
5	$\eta_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	81,5	78,4
6	$(H_{\text{кав}})_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний кавітаційний запас насоса	м.вод.ст..	“ – “	5	2
7	$Q_{н. \text{ рец}}^{\text{роб}}$	Робочий діапазон подачі	м ³ /год	“ – “	30-230	7-58
8	$H_{н. \text{ рец}}^{\text{роб}}$	Робочий діапазон напору	м вод. ст	“ – “	18-41	19-33

2.4.4. Вибір насосів сирі води

Подача цих насосів визначається максимальною необхідністю в хімічно очищеній воді $G_{с.в.} = 16,6$ т/год. До встановлення приймаю два насоси GRUNDFOS CR-15-3 (1 робочий, 1 резервний).

Для літнього періоду $G_{с.в.} = 5,5$ т/год. До встановлення приймаю два насоси GRUNDFOS CRN 5-5 (1 робочий, 1 резервний) (таблиця 2.37).

Таблиця 2.37.

№ п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення	
					МЗ, ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	---	З інформаційного листа заводу-виробника	CR-15-3	CRN 5-5
2	$Q_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	16	5
3	$H_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “	35	27
4	$N_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальна	кВт(е)	“ – “	3	0,75

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

		потужність насоса				
5	$\eta_{\text{н. рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	68.5	72
6	$(\text{Нкав})_{\text{н. рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний кавітаційний запас насоса	м вод. ст.	“ – “	1.9	1.66
7	$Q_{\text{н. рец}}^{\text{роб}}$	Робочий діапазон подачі	м ³ /год	“ – “	8,6-23,8	2,5-8,3
8	$H_{\text{н. рец}}^{\text{роб}}$	Робочий діапазон напору	м вод. ст.	“ – “	23-40	14-32

2.4.5. Вибір насосів хімічищеної води

Подача цих насосів визначається максимальною необхідністю в хімічно очищеній воді $G_{\text{хов}} = 15,1$ т/год. До встановлення приймаю два насоси GRUNDFOS CR-15-3 (1 робочий, 1 резервний).

Для літнього періоду $G_{\text{с.в.}} = 5,0$ т/год. До встановлення приймаю два насоси GRUNDFOS CRN 5-5 (1 робочий, 1 резервний) (таблиця 2.38).

Таблиця 2.38.

№ п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення	
					МЗ, ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	---	З інформаційного листа заводу-виробника	CR-15-3	CRN 5-5
2	$Q_{\text{н. рец}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	16	5
3	$H_{\text{н. рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “	35	27
4	$N_{\text{н. рец}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ – “	3	0,75
5	$\eta_{\text{н. рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	68,5	72
6	$(\text{Нкав})_{\text{н. рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний кавітаційний запас насоса	м вод. ст.	“ – “	1.9	1.66
7	$Q_{\text{н. рец}}^{\text{роб}}$	Робочий діапазон подачі	м ³ /год	“ – “	8,6-23,8	2,5-8,3
8	$H_{\text{н. рец}}^{\text{роб}}$	Робочий діапазон напору	м вод. ст.	“ – “	23-40	14-32

2.4.6. Вибір насосів технологічної води

Для подачі технологічної води від джерела теплопостачання – котельні, до промислового підприємства встановлюємо насоси технологічної води. Подача цих насосів визначається необхідністю в технологічній воді $G_{\text{техн.в}} = 108,3$ т/год. До встановлення приймаю два насоси GRUNDFOS TP 80-570/2 (1 робочий, 1 резервний) (таблиця 2.39).

Таблиця 2.39.

№ п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення	
					МЗ, ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	---	З інформаційного листа заводу-виробника	TP 80-570/2	TP 80-570/2
2	$Q_{\text{н. рец}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	120	120
3	$H_{\text{н. рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “	47,8	47,8
4	$N_{\text{н. рец}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ – “	22	22
5	$\eta_{\text{н. рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	76,9	76,9
6	$(H_{\text{кав}})_{\text{н. рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний кавітаційний запас насоса	м вод. ст.	“ – “	5,79	5,79
7	$Q_{\text{н. рец}}^{\text{роб}}$	Робочий діапазон подачі	м ³ /год	“ – “	12-142	12-142
8	$H_{\text{н. рец}}^{\text{роб}}$	Робочий діапазон напору	м вод. ст.	“ – “	43-56	43-56

2.4.7. Вибір насосів підживлення теплової мережі

Для компенсації втрат води в тепловій мережі встановлюємо підживлювальні насоси. $G_{\text{убут}} = 15$ т/год. До встановлення приймаю два насоси GRUNDFOS TP 32-580/2 (1 робочий, 1 резервний).

Для літнього періоду $G_{\text{убут}} = 5,0$ т/год. До встановлення приймаю два насоси GRUNDFOS CRN 5-5 (1 робочий, 1 резервний) (таблиця 2.40).

Таблиця 2.40.

№ п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення	
					МЗ, ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	---	З інформаційного листа заводу-виробника	ТР 32-580/2	CRN 5-5
2	$Q_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	23,7	5
3	$H_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “	44,84	27
4	$N_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ – “	5,5	0,75
5	$\eta_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	53,4	72
6	$(H_{\text{кав}})_{н. \text{ рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний кавітаційний запас насоса	м вод. ст.	“ – “	10,17	1.66
7	$Q_{н. \text{ рец}}^{\text{роб}}$	Робочий діапазон подачі	м ³ /год	“ – “	2,4-26	2,5-8,3
8	$H_{н. \text{ рец}}^{\text{роб}}$	Робочий діапазон напору	м вод. ст.	“ – “	42-57	14-32

2.4.8. Вибір деаератора

Для водогрійних котелень використовують вакуумні деаератори.

Продуктивність деаератора рівна витраті витраті сирової води, що йде на підживлення $G_{с.в.} = 16,6$ т/год.

Приймаю до встановлення два вакуумні деаератори типу ДВ-10 з номінальною продуктивністю 10 т/год.

Приймаю до встановлення два охолоджувачі випару ОВ-1.

Приймаю до встановлення ежектор ЕВ-10.

2.4.9. Вибір підігрівника сирової води

Необхідна теплова потужність $Q_{\text{ПСВ}} = 0,29$ МВт. Приймаю до встановлення пластинчатий теплообмінник НН-07-16/1.

2.4.10. Вибір підігрівника хімочощеної води

Необхідна теплова потужність $Q_{\text{ПХВ}} = 0,62$ МВт

Приймаю до встановлення два пластинчаті теплообмінники НН-07-16/1.

2.4.11. Вибір підігрівника технологічної води

Необхідна теплова потужність $Q_{\text{ПТВ}} = 11,4$ МВт

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	51

Приймаю до встановлення пластинчатий теплообмінник НН-41-16/2

2.4.12. Вибір вентиляторів для водогрійних котлів

У відповідності до технічних умов заводу-виробника водогрійних котлів на комплект поставки котла вибираю вентилятор ВДН-12,5-1000 $\phi=45^\circ$, $Q = 26600 \text{ м}^3/\text{год}$, $H = 2430 \text{ Па}$, $N = 21,8 \text{ кВт}$ (2 шт.).

2.4.13. Вибір димососів для водогрійних котлів

У відповідності до технічних умов заводу-виробника водогрійних котлів на комплект поставки котла вибираю димосос ДН-17Х-750 $\phi=60^\circ$, $Q = 56600 \text{ м}^3/\text{год}$, $H = 1850 \text{ Па}$, $N=34 \text{ кВт}$ (2 шт.).

2.5. Визначення енергетичних показників роботи водогрійної котельні

2.5.1. Визначаю годинну витрату природного газу в котельні – $V_{\text{КОТ}}$, тис. $\text{м}^3/\text{год}$, для трьох режимів роботи за формулою

$$V_{\text{КОТ}} = (1,01-1,02) \cdot \Sigma Q_{\text{КОТ}} \cdot 10^3 \cdot 3,6 / (\eta_{\text{КОТ}} \cdot Q_{\text{н}}^{\text{роб}})$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.41.

Таблиця 2.41.

Визначення результату	Значення для режимів, тис $\text{м}^3/\text{год}$		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $V_{\text{КОТ}} = 1,01 \cdot 36,52 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / (0,9 \cdot 33730)=4,37$ ТЗ: $V_{\text{КОТ}} = 1,01 \cdot 25,13 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / (0,9 \cdot 33730)=3,01$ Л: $V_{\text{КОТ}} = 1,01 \cdot 11,98 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / (0,9 \cdot 33730)=1,43$	4,37	3,01	1,43

2.5.2. Визначити сумарну встановлену електричну потужність, що споживає електричне обладнання власних потреб котельні – $\Sigma W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}}$, кВт:

$$\Sigma W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} = W_{\text{нас.реп}} + W_{\text{нас.тм}} + W_{\text{нас.підж}} + W_{\text{нас.св}} + W_{\text{нас.хв}} + W_{\text{нас.е}} + \Sigma W_{\text{ВД}} + \Sigma W_{\text{Д}} + W_{\text{освітл}} = 12+30+5,5+3+3+22+43,6+68+10 = 197,1 \text{ кВт}$$

де:

$W_{\text{нас.реп}} = 12 \text{ кВт}$ – встановлена потужність робочих насосів рециркуляції.

$W_{\text{нас.тм}} = 30 \text{ кВт}$ – встановлена потужність робочих мережних насосів.

$W_{\text{нас.підж}} = 5,5 \text{ кВт}$ - встановлена потужність робочих насосів підживлення тепломережі.

$W_{\text{нас.св}} = 3 \text{ кВт}$ – встановлена потужність робочих насосів сирої води.

$W_{\text{нас.хв}} = 3 \text{ кВт}$ – встановлена потужність робочих насосів хімічещеної води.

$W_{\text{нас.е}} = 22 \text{ кВт}$ – встановлена потужність робочих насосів технічної води.

$\Sigma W_{\text{ВД}} = 43,6 \text{ кВт}$ – встановлена потужність робочих дутьових вентиляторів водогрійних котлів.

$\Sigma W_{\text{Д}} = 68 \text{ кВт}$ – встановлена потужність робочих димососів водогрійних котлів.

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірів					52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

$W_{\text{освітл}} = 10 \text{ кВт}$ – встановлена електрична потужність приладів освітлення.

2.5.3. Визначаю годинну, добову та річну потребу електричної енергії для власних потреб котельні, відповідно, $W_{\text{вл.п}}^{\text{год}}$, кВт·год/год, $W_{\text{вл.п}}^{\text{доб}}$, кВт·год/добу, $W_{\text{вл.п}}^{\text{рік}}$, кВт·год/рік:

$$\begin{aligned} W_{\text{вл.п}}^{\text{год}} &= \Sigma W_{\text{кот}}^{\text{вл.п}} \cdot 1 \cdot K_{\tau}^{\text{год}} = 197,1 \cdot 1 \cdot 0,9 = 177,39 \text{ кВт·год/год} \\ W_{\text{вл.п}}^{\text{доб}} &= \Sigma W_{\text{кот}}^{\text{вл.п}} \cdot 24 \cdot K_{\tau}^{\text{доб}} = 197,1 \cdot 24 \cdot 0,8 = 3784,32 \text{ кВт·год/добу} \\ W_{\text{вл.п}}^{\text{рік}} &= \Sigma W_{\text{кот}}^{\text{вл.п}} \cdot 8760 \cdot K_{\tau}^{\text{рік}} = 197,1 \cdot 8760 \cdot 0,7 = 1208617,2 \text{ кВт·год/рік} \end{aligned}$$

де:

$K_{\tau}^{\text{год}}$ – середньогодинний експлуатаційний коефіцієнт завантаження споживачів електроенергії котельні, од.

Визначаються орієнтовно в межах 0,8–0,9;

$K_{\tau}^{\text{доб}}$ – середньодобовий експлуатаційний коефіцієнт завантаження споживачів електроенергії котельні, од.

Визначаються орієнтовно в межах 0,7–0,8;

$K_{\tau}^{\text{рік}}$ – середньорічний експлуатаційний коефіцієнт завантаження споживачів електроенергії котельні, од.

Визначаються орієнтовно в межах 0,6–0,7;

2.5.4. Визначаю для МЗ режиму середньогодинні питомі витрати природного газу – $(b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{газ}}$, м³/МВт, та умовного в палива – $(b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{у.п}}$, кг у.п./МВт в котельній з відпущеної теплової енергії:

$$\begin{aligned} (b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{газ}} &= B_{\text{кот}} \cdot 10^3 / (\Sigma Q_{\text{жр}} + Q_{\text{п.п}}) \\ (b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{у.п}} &= B_{\text{кот}} \cdot K_{\text{газ}}^{\text{у.п}} \cdot 10^3 / (\Sigma Q_{\text{жр}} + Q_{\text{п.п}}) \end{aligned}$$

Результати визначення наводжу у таблиці 2.42.

Таблиця 2.42.

Визначення результату	Значення для режимів кг у.п./МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
$(b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{газ}} = 4,37 \cdot 10^3 / (24,155 + 12,0) = 121 \text{ м}^3/\text{МВт}$	121		
$(b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{у.п}} = 4,37 \cdot 1,15 \cdot 10^3 / (24,155 + 12,0) = 139,1 \text{ кг у.п./МВт}$	139,1		

2.5.5. Визначити проектну середньогодинну питому витрату електричної енергії в котельній на відпущену теплову енергію – $e_{\text{е/е}}^{\text{відп}}$, кВт:

$$e_{\text{е/е}}^{\text{відп}} = \Sigma W_{\text{річне}} / (\Sigma Q_{\text{жпр}})^{\text{річн}} = 1208617,2 / 135160 = 8,9 \text{ кВт/МВт}$$

2.5.6. Визначити собівартість теплоти, відпущеної від котельні – C_Q , грн./МВт

$$\begin{aligned} C_Q &= [(b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{у.п}} / K_{\text{у.п}}] \cdot \text{Ц}_{\text{палив}} \cdot 10^{-3} + e_{\text{е/е}}^{\text{відп}} \cdot \text{Ц}_{\text{е/е}} + C_Q^{\text{експл}} \\ C_Q &= (139,1 / 1,15) \cdot 9000 \cdot 10^{-3} + 8,9 \cdot 1,85 + 30,0 = 1135 \text{ грн./МВт} \end{aligned}$$

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5.7. Формую висновок щодо енергоефективності проектної котельні.

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

Основні результати розрахунку навожу в таблиці 2.43.

Таблиця 2.43.

Результати розрахунку теплової схеми котельні з водогрійними котлами

№ п. п	Умовне позначення	Назва параметра	Один. виміру	Джерело інформації	Числові значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	$t_{\text{зовн}}$	Температура зовнішнього повітря	°C	табл. 2.1	-21	4,2	15-30
2	$\Sigma Q_{\text{Ж.Р}}$	Сумарне теплове навантаження житлового району	МВт	табл. 2.1	21,959	11,608	1,584
3	$Q_{\text{П.П}}$	Теплове навантаження промислового підприємства	МВт	табл. 2.1	12	12	12
4	$\Sigma Q_{\text{ЖПР}}$	Сумарне теплове навантаження житлово-промислового району	МВт		33,959	23,608	13,584
5	$\Sigma Q_{\text{КОТ}}$	Сумарне теплове навантаження котельні	МВт	ф-ла 2.16	36,52	25,13	11,98
6	τ_1	Температура мережної води в прямій магістралі на виході з котельні	°C	табл. 2.1	120	70	70
7	τ_2	Температура води в зворотній магістралі на вході в котельню	°C	табл. 2.1	40,7	29,8	30
8	$\tau_{\text{звор}}$	Температура води в зворотній магістралі на вході в мережні насоси	°C	табл. 2.17	52,1	43,0	57,7
9	G_1	Витрата води в прямій магістралі на виході з котельні	т/год	табл. 2.1	172,6	248,5	34,0
10	$G_{\text{убут}}$	Убуток води в тепломережі	т/год	табл. 2.1	15,0	15,0	5,0
11	G_2	Витрата води в зворотній магістралі на вході в котельню	т/год	табл. 2.1	157,6	233,5	29,0

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ			Арк.
Перевірив							54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

12	ΣG_{BK}	Витрата води в напірному трубопроводі мережних насосів	т/год	табл. 2.28	389,7	494,0	128,3
13	$G_{рец}$	Витрата води в трубопроводі рециркуляції котлів	т/год	табл. 2.30	71,15	124,48	17,12
14	$G_{пер}$	Витрата води в трубопроводі перепуску	т/год	табл. 2.32	0,00	43,97	29,50
15	$N_{BK.BCT}$	Число встановлених водогрійних котлів	Од.	ф-ла	2	2	2
16	$N_{BK.P}$	Число котлів, що знаходяться в експлуатації	Од.	ф-ла	2	2	1
17	$N_{BK.B}$	Число котлів, що експлуатуються в базовому (номінальному) номінальному режимі	Од.	ф-ла	1	1	1
18	$N_{BR.3}$	Число котлів, що експлуатуються в режимі змінного навантаження	Од.	ф-ла	1	1	0
19	V_{KOT}	Годинна витрата природного газу в котельні	тис. м ³ н/ год	ф-ла	4,37	3,01	1,43
20	$(b_t^{відп})_{газ}$	Питома витрата природного газу на відпущену від котельні теплову енергію	м ³ н/ МВт	ф-ла	121,0		
21	$(b_t^{відп})_{уп}$	Питома витрата умовного палива на відпущену від котельні теплову енергію	кг у.п./ МВт	ф-ла	139,1		
22	ΣW_{BK}	Сумарна встановлена потужність споживачів електроенергії котельні	кВт	ф-ла	197,1		
23	$e_{e/e}^{год}$	Середньогодинна питома витрата електроенергії на відпуск теплоти від котельні	кВт/ МВт	ф-ла	8,9		
24	$\Pi_{Палив}$	Вартість природного газу	грн./ тис. м ³ н	ф-ла	9000		
25	$\Pi_{E/E}$	Вартість електроенергії	грн./ кВт· год	ф-ла	1,85		
26	C_Q	Собівартість теплоти, що відпущена від котельні	грн./ МВт	ф-ла	1135		

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ			Арк.
Перевірив							55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Мікроклімат робочої зони

Метеорологічні умови виробничих приміщень (робочої зони) визначаються сукупністю параметрів – температури (t , °C), відносної вологості (ϕ , %), швидкості руху повітря (V , м/с), атмосферного тиску (P , мм рт. ст.), інтенсивності теплового випромінювання (E , Вт/м²). Сукупність цих величин, характерних для конкретних виробничих умов, називається мікрокліматом.

Параметри, що визначають метеорологічні умови на кожному робочому місці, як окремо, так і в різних сполученнях, впливають на функціональну діяльність людини, її самопочуття, здоров'я і є одними з найважливіших показників санітарно-гігієнічних умов праці. Так, збільшення швидкості руху повітря зменшує несприятливий вплив високих але збільшує вплив низьких температур. Збільшення відносної вологості повітря вище нормативних значень збільшує негативну дію як зниженої, так і підвищеної температури.

Таким чином, сполучення різних значень параметрів мікроклімату робочої зони створює ряд метеорологічних умов, що по-різному позначаються на фізіологічних процесах протікання життєвих функцій організму людини.

Визначення допустимого рівня тих або інших параметрів мікроклімату робочої зони здійснюють виходячи з терморегуляції організму людини, яка знаходиться у взаємозв'язку з його енергетичними витратами при виконанні тієї чи іншої роботи, що відрізняється ступенем важкості.

Терморегуляцією називається здатність організму людини регулювати теплообмін з навколишнім середовищем і зберігати температуру тіла на постійному рівні $t_0 = 36,6 (\pm 0,5^\circ\text{C})$ незалежно від зовнішніх метеорологічних умов і важкості виконуваної роботи.

					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розробив		Дудка В.В.			Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в місті Хмельницький			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевірів		Недбайло О.М.							56	95	
Реценз.								НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ТЕ-4-5			
Н. Контр.											
Затверд.		Петренко В.П.									

Таким чином, терморегуляція організму людини здійснює баланс між виробництвом тепла в організмі та витратою теплової енергії на роботу та життєдіяльність, тим самим забезпечуючи підтримку постійної температури тіла людини.

Контроль за терморегуляцією виконує центральна нервова система, яка забезпечує рівновагу між кількістю тепла, що безупинно утворюється в організмі в результаті хімічного обміну речовин внаслідок окислювально-відновних реакцій, і його надлишками, що віддаються безупинно в навколишнє середовище.

Існує два види терморегуляції: хімічна й фізична. Хімічна є терморегуляцією теплотворення, а фізична – теплообміну організму людини з навколишнім середовищем.

Хімічна терморегуляція реалізується зміною активності обміну речовин (ослабленням при загрозі перегрівання і посиленням – при охолодженні).

Фізична терморегуляція є терморегуляцією теплообміну організму людини з навколишнім середовищем. Вона здійснюється шляхом теплообміну тіла людини з навколишнім середовищем (передачею або сприйняттям тепла) наступними шляхами:

а) випромінюванням в інфрачервоному (ІЧ) діапазоні частот, що відбувається в напрямку предметів з більш низькою температурою;

б) конвекцією – нагріванням шару повітря, який безпосередньо знаходиться біля поверхні тіла людини. Ця частина фізичної терморегуляції складається з конвекції біля відкритих і закритих частин тіла. В останньому разі конвекція протікає завдяки теплопровідності одягу;

в) тепломасопередачею (випаром вологи з поверхні тіла);

г) підігрівом видихуваного повітря.

У стані спокою при температурі повітря 20°C випромінювання в інфрачервоному діапазоні частот складає 50...65 %, випарювання вологи – 20...22 %, конвекція повітря – 12...15 %, підігрів вдихуваного повітря – 5...7 % від загальної передачі тепла організмом людини в навколишнє середовище. Причому, при

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	57

температурі повітря навколишнього середовища вище температури тіла людини процес тепловіддачі конвекцією і випромінюванням заміняється процесом теплосприйняття. Таким чином, у цих умовах основним шляхом віддачі тепла організмом в навколишнє середовище є випаровування вологи.

Розглянемо суть кожної складової процесу терморегуляції.

Хімічна терморегуляція. Найбільший внесок в енергетичний обмін речовин вносить скорочувальна м'язова активність організму людини, а також теплопродукція печінки, що складає 12...24 % від загальної теплопродукції. Так, якщо в стані спокою організму теплоутворення знаходиться на рівні 111...125 Вт, то при інтенсивній фізичній роботі воно збільшується до 300...400 Вт. При цьому значне посилення теплоутворення в результаті інтенсифікації енергетичного обміну спостерігається при зниженні температури навколишнього середовища нижче оптимальної (18...20°C).

При низьких температурах специфічними реакціями хімічної терморегуляції є:

- холодове м'язове тремтіння (при цьому виконання фізичної роботи може і не відбуватися, а вся енергія «скорочення – розслаблення» м'язів переходить у тепло);
- зниження терморегуляторного м'язового тону (зменшення скорочувальної активності м'язів при виконанні зовнішньої роботи).

Фізична терморегуляція. Тепловіддача випромінюванням в ІЧ-діапазоні у виробничих умовах є одним з основних шляхів теплообміну людини з навколишнім середовищем. Спектр випромінювання тепла з поверхні тіла людини знаходиться в ІЧ-частині спектра з довжиною хвилі $\lambda = 2,54...25$ мкм. Тепло віддається тілом людини тоді, коли температура навколишніх предметів, стін, полу, стелі, устаткування нижче температури тіла. Якщо температура навколишніх поверхонь складає 32...33°C, то відбувається не віддача, а сприйняття тепла в ІЧ-частині спектра організмом.

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

При цьому, інтенсивність теплопередачі шляхом випромінювання знаходиться в безпосередній залежності від ступеня чорноти предметів, тіл, устаткування, до яких передається теплова енергія.

Особливістю розглянутої складової механізму терморегуляції є те, що ІЧ-промені, проходячи через повітря, не нагрівають його. Однак, поглинаючись твердими тілами, промениста енергія переходить у теплову, викликаючи їхнє нагрівання.

Наступною особливістю теплопередачі випромінюванням є те, що з підвищенням температури випромінюючого тіла потужність випромінювання збільшується пропорційно 4-му ступеню його абсолютної температури.

Виходячи з цього, за температурою нагрітого тіла можна орієнтовно визначити довжину хвилі випромінювання з максимальною інтенсивністю та оцінити біологічний ефект впливу ІЧ-випромінювань на людину, розробити відповідні засоби захисту. Необхідність визначення такої довжини хвилі пов'язана з тим, що залежно від значення цього параметра змінюється біологічна дія випромінювання на організм людини. Це пояснюється тим, що ІЧ-випромінювання з різною довжиною хвилі проникають на різну глибину тіла людини і, поглинаючись відповідними тканинами, справляють різну біологічну дію.

ІЧ-промені з короткою довжиною хвилі (до 1,4 мкм) проникають на глибину до декількох сантиметрів, поглинаються кров'ю і водою, які знаходяться вживих тканинах організму людини. Вони також здатні впливати на мозкову тканину, тобто здійснювати внутрішнє нагрівання.

Довгохвильові ІЧ-промені (2...10 мкм) поглинаються верхнім шаром шкіри товщиною до 2-х мм. Особливо активно поглинаються промені з довжиною хвилі 6...10 мкм.

У зв'язку з цим короткохвильове ІЧ-випромінювання має більш загальну шкідливу дію, порівняно з довгохвильовим за рахунок глибшого проникнення в живі тканини тіла людини.

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	59

Під впливом ІЧ-випромінювань може підвищуватися температура тіла людини, її артеріальний тиск, спостерігатися ушкодження шкірного покриву, тепловий удар. Тривалий вплив ІЧ-променів в області очей, особливо в короткохвильовій частині діапазону, може викликати ураження кришталика й розвиток інфрачервоної катаракти (спостерігається в сталеварів, кочегарів, складувів). Особливо відчутний негативний вплив ІЧ-випромінювань при дії на область шиї, верхню половину тулуба.

Захист від теплового випромінювання полягає в застосуванні спеціального одягу з матеріалів, що відбивають ІЧ-випромінювання, екранів, заснованих на ефектах відбиття чи поглинання (наприклад, тепловідвідних екранів з циркуляцією охолоджувальної рідини).

Терморегуляція конвекцією – віддача тепла з поверхні тіла людини шляхом підігріву й циркуляції шарів повітря, що розташовані біля відкритих частин його тіла. Циркуляція повітря відбувається в результаті зміни його питомої маси при нагріванні та заміщення цього повітря шарами з більш низькою температурою. Інтенсивність цього процесу теплообміну біля частин тіла людини, закритих одягом, залежить від його теплопровідності. Ця складова механізму тепловіддачі функціонує при температурі повітря нижче температури тіла людини. У протилежному разі спостерігається процес теплосприйняття.

Підвищення температури навколишнього середовища знижує інтенсивність віддачі тепла конвекцією і шляхом ІЧ-випромінювань, а при $t_{\text{повітря}} = 32...33^{\circ}\text{C}$ основним шляхом віддачі тепла організмом є випар вологи.

В основі процесу віддачі тепла шляхом випару вологи лежить процес тепломасообміну – випромінювання енергії в навколишнє середовище при розриві молекулярних зв'язків у шарі вологи, який знаходиться на поверхні тіла людини.

Для нормальної роботи цієї складової фізичного механізму терморегуляції необхідне виконання умови випару вологи, що залежить від співвідношення температури, відносної вологості й швидкості руху повітря. Так, в умовах високих температур, при відносній вологості повітря $\phi = 75...80\%$ може бути

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	60

порушена терморегуляція через слабкий випар вологи з поверхні тіла людини. Внаслідок цього може відбутися перегрів організму, який викликає підвищення температури тіла людини, рясне потовиділення, головний біль і т. п.

При нормальній температурі повітря організмом людини випаровується в добу до 1 л води. При значному підвищенні температури навколишнього середовища виділення вологи може досягати 5...6 л за зміну, а при виконанні важкої м'язової роботи доходити до 10...12 л. Величина вологовиділення залежить від температури повітря, швидкості його руху, відносної вологості, теплозахисних властивостей одягу, рівня м'язової активності людини.

Інтенсивне виділення вологи при дії високих температур призводить до зневоднювання організму, втрати мінеральних солей і водорозчинних вітамінів (С, В₁, В₂).

Втрата мінеральних солей викликає зниження водоутримання і діяльності шлункової секреції, появу судорог. Втрата вітамінів С, В₁, В₂ веде до розвитку вітамінного дефіциту. При тривалому впливі високих температур може спостерігатися збільшення частоти серцевих скорочень, зниження артеріального тиску.

Виробничі процеси, виконувані при зниженій температурі повітря, можуть стати причиною охолодження й переохолодження організму, якщо спецодяг та умови праці не відповідають гігієнічним вимогам. При охолодженні знижується тепловіддача і посилюється теплопродукція організму. При значному охолодженні різко збільшується споживання кисню. При цьому приріст обмінних процесів в організмі, що складає при нормальній температурі повітря ~ 10 % на 1 °С, в умовах низьких температур може зростати в три рази.

При тривалому охолодженні може спостерігатися підвищення артеріального тиску, поява холодних травм (невралгія нервів, простудні захворювання, обмороження).

Посилення процесу охолодження спостерігається при сполученні низької температури, високої відносної вологості і рухливості повітря. Це викликається

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	61

тим, що вологе повітря краще проводить тепло, а його рухливість збільшує тепловіддачу конвекцією.

3.2. Нормування параметрів мікроклімату

Нормування параметрів мікроклімату полягає у встановленні їх оптимальних або допустимих величин стосовно конкретних виробничих умов. Воно проводиться з урахуванням таких характеристик: ступеня важкості виконуваної роботи; пори року; кількості надлишкового тепла, що надходить у робочу зону від устаткування (ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень).

Оптимальні умови мікроклімату – таке сполучення параметрів метеорологічних умов на робочому місці, що при тривалому й систематичному впливі на людину забезпечує збереження нормального функціонування організму без перенапруження роботи механізму терморегуляції працюючого.

Допустимі мікрокліматичні умови – сполучення параметрів мікроклімату, що при тривалому й систематичному впливі на людину може викликати минаючі чи такі, що швидко нормалізуються, зміни функціонального і теплового стану організму. При цьому не відбувається порушення здоров'я працюючого, однак можливе додаткове короточасне напруження в роботі механізму терморегуляції.

За ступенем важкості фізичні роботи поділяють на три категорії. (Категорія робіт – розмежування фізичних робіт за важкістю на основі загальних енерговитрат організму, які вимірюються в ккал/год або Вт).

Категорія I. Легкі фізичні роботи – роботи, виконувані сидячи, стоячи або пов'язані з ходьбою, які не потребують систематичного напруження і підняття ваги. Енерговитрати при виконанні таких робіт складають до 150 ккал/год (174 Вт).

Ця категорія робіт підрозділяється на дві підгрупи:

Категорія Ia. Роботи з енерговитратами до 120 ккал/год (139 Вт) – це роботи, які виконуються сидячи та супроводжуються незначним фізичним напруженням.

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	62

Категорія Іб. Роботи, при виконанні яких енерговитрати складають 121...150 ккал/год (140...174 Вт) – це роботи, які виконуються сидячи, стоячи або пов’язані з ходінням. Вони супроводжуються деяким фізичним напруженням.

Категорія ІІ. Фізичні роботи середньої важкості – види фізичної діяльності людини з витратами енергії у межах 151...250 ккал/год (175...290 Вт).

Категорія ІІа. Роботи, що супроводжуються енерговитратами організму людини в межах 151...200 ккал/год (175...232 Вт). Це роботи, пов’язані з постійним ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів, у положенні стоячи або сидячи і які вимагають певного фізичного напруження.

Категорія ІІб. Роботи з енерговитратами 201...250 ккал/год (233...290 Вт). Такі роботи пов’язані з ходьбою, переміщенням чи перенесенням виробів (предметів) масою до 10 кг і супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Категорія ІІІ. Важкі фізичні роботи – це роботи, пов’язані з постійними пересуваннями, переміщеннями і перенесенням значних (масою більше 10 кг) вантажів і які потребують великих фізичних зусиль. Енерговитрати організму людини при цьому становлять вище 250 ккал/год (290 Вт). Ця категорія фізичних робіт не поділяється на підкатегорії.

Виходячи з такого розподілення фізичних робіт, в основі якого лежить інтенсивність енерговитрат організму людини, впливає, що, в принципі, для нормальної роботи механізму терморегуляції при виконанні легкої роботи необхідна більш висока температура навколишнього середовища, ніж при середніх і важких фізичних роботах.

Пора року в охороні праці умовно розділяється на холодний і теплий періоди. Вони розмежовуються середньодобовою температурою $t_{с.д.} = 10^{\circ}\text{C}$. Відповідно до такого розподілу, параметри мікроклімату в теплий період року характеризуються трохи більшими значеннями.

За кількістю надлишкового тепла, що надходить у робочу зону від устаткування і впливає на зміну температури в робочій зоні, виробничі

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	63

приміщення підрозділяються на холодні (рівень надлишкового тепла до 20 ккал/год на 1 м³ приміщення) і гарячі – рівень надлишкового тепла вище 20 ккал/год на 1 м³. У цих випадках виконується нормування параметрів мікроклімату з урахуванням і температури тепловипромінюючих поверхонь.

У принципі, теплове опромінення працюючих не повинне перевищувати 35 Вт/м³. При більш високих рівнях опромінення повинні застосовуватися відповідні засоби захисту працюючих.

Контроль параметрів мікроклімату здійснюється рядом вимірювальних засобів: температура повітря – термометром; відносна вологість повітря – психрометром (наприклад, аспіраційним психрометром Ассмана); швидкість руху повітря – анемометрами (наприклад, крильчатим чи чашковим), інтенсивність теплового випромінювання – актинометром або через температуру поверхні обладнання, що вимірюють дистанційно, барометричний тиск – барометром, наприклад анероїдним.

Відповідно до СН 4088-86, вимірювальні прилади, використовувані для контролю параметрів мікроклімату, повинні характеризуватися такою величиною похибки виміру (не нижче зазначених).

Принцип виміру температури повітря – метод непрямих вимірів, що полягає в перетворенні градієнта температур у градієнт об'ємного розширення речовини, наприклад ртуті, що знаходиться в термометрі.

Принцип виміру відносної вологості повітря (при використанні психрометра) – метод непрямих вимірів, що полягає в перетворенні градієнта енергетичного уносу при випарі води з «вологого» термометра в градієнт температур «сухого» й «вологого» термометрів, що входять до складу психрометра.

Принцип виміру барометричного тиску – метод непрямих вимірів, що полягає в перетворенні градієнта тиску стовпчика атмосферного повітря в градієнт зміни геометричних розмірів датчика барометра.

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	64

Принцип виміру швидкості повітря (при використанні анемометрів) – метод непрямих вимірів, що полягає в перетворенні швидкості обертання датчика анемометра у швидкість прямування повітряного потоку.

Принцип виміру інтенсивності теплового випромінювання (при використанні актинометрів) – метод непрямих вимірів, що полягає в перетворенні градієнта теплового випромінювання від виробничого обладнання у градієнт температур «зачорненого» і стандартного термометрів.

Заходи й засоби захисту працюючих від недопустимих параметрів мікроклімату

Заходи й засоби захисту працюючих при недопустимих параметрах мікроклімату поділяються на організаційні заходи та технічні колективні та індивідуальні засоби.

До організаційних заходів відносяться автоматизація, дистанційне керування технологічними процесами; кімнати реабілітації; чергування часу роботи й відпочинку, надбавки за роботу в умовах з недопустимими параметрами мікроклімату.

Як технічні колективні засоби захисту застосовують екрани, засновані на принципах відбиття, поглинання, тепловідведення; повітряні, водяні душі, завіси.

До індивідуальних засобів захисту відносяться спецодяг; окуляри з світлофільтрами, що відповідають спектрові ІЧ-випромінювань, який орієнтовно визначається за температурою випромінюючої поверхні.

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

4. АСПЕКТИ ПЛАНОВАНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЩОДО РЕКОНСТРУКЦІЇ КОТЕЛЬНІ

4.1. Опис і оцінка можливого впливу на довкілля планованої діяльності

Характеристика видів і джерел потенційних впливів планованої діяльності на навколишнє середовище. При реконструкції і експлуатації запроектованого об'єкту планується певний вплив на компоненти навколишнього середовища. До переліку видів впливу на навколишнє середовище в період експлуатації входять:

- клімат и мікроклімат не передбачається
- повітряне середовище викиди в атмосферу продуктів згорання з димових труб
- водне середовище не передбачається
- ґрунти не передбачається.

Забороняється введення в дію підприємств, споруд та інших об'єктів, на яких не забезпечено в повному обсязі додержання всіх екологічних вимог і виконання заходів, передбачених в проектах на будівництво та реконструкцію (розширення та технічне переоснащення). (Витяг із ст. 51 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища»).

2. При проектуванні і експлуатації господарських та інших об'єктів, діяльність яких може шкідливо впливати на навколишнє середовище, розробляються й здійснюються заходи щодо запобігання аваріям, а також ліквідації їх шкідливих екологічних наслідків. (Витяг із ст. 66 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища»).

3. Для будівництва промислових підприємств надаються землі сільськогосподарського призначення, не придатні для ведення сільського господарства, або сільськогосподарські угіддя гіршої якості. (Витяг із ст. 21 Земельного Кодексу України).

					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Дудка В.В.			Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в місті Хмельницький	Літ.	Арк.
Перевірів		Недбайло О.М.					Аркушів
Реценз.							66 95
Н. Контр.						НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ТЕ-4-5	
Затверд.		Петренко В.П.					

4. Землекористувачі здійснюють рекультивацію порушених земель, заходи щодо підвищення їх родючості та поліпшення інших корисних властивостей землі. (Витяг із ст. 84 «Охорона земель» Земельного Кодексу України).

5. Забороняється скидання у водні об'єкти виробничих, побутових, радіоактивних та ін. відходів і сміття. (Ст. 99 Водного Кодексу України)
Санітарно-гігієнічні обмеження 1. Відповідно до п.5.4 ДСП-173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів санітарно-захисна зона встановлюється від джерел шкідливості до межі житлової забудови.

2. В атмосферному повітрі населених місць разові концентрації шкідливих домішок не повинні перевищувати: - азоту оксиди (в перерахунку на діоксид азоту) - $0,2 \text{ мг/м}^3$ - вуглецю оксид - $5,0 \text{ мг/м}^3$ («Предельно допустимые концентрации ПДК и ориентировочно безопасные уровни воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», К. - 1992 г.)

3. На територіях, що безпосередньо прилягають до житлових будинків рівні звуку не повинні перевищувати 55 дБА (вдень), або 45 дБА (вночі). (Витяг з додатку 16, Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів). Містобудівні умови і обмеження Містобудівні умови і обмеження забудови земельної ділянки надані – згідно з Наказом Міністерства регіонального розвитку та житловокомунального господарства України 06.11.2017 п. 5, № 289, «будівництва Реконструкція виробничих споруд та інженерних мереж, в тому числі допоміжних виробництв, що належать підприємствам, без перепрофілювання та зміни зовнішніх геометричних параметрів».

Дані щодо ставлення громадськості до запланованої діяльності Згідно ДБН А.2.2-1-2003 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС), надрукувати в газеті «Заяву про екологічні наміри». Нормативно-методичні документи

- Закон України про охорону навколишнього природного середовища від 25 червня 1991 р. № 1264-XII, зі змінами та доповненнями;

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	67

- Закон України про охорону атмосферного повітря від 21 червня 2001 року № 2556-III; - Закон України про відходи, Постанова ВР України № 187/98-ВР від 5 березня 1998 року;

- Постанова КМ України “Про затвердження порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища та стягнення цього збору” від 1.03.1999 р. №303 з доповненнями та змінами № 402 від 28.03.2003 р.

- Податковий кодекс України 2755-VI із змінами та доповненнями.

- Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів (№173 1996 р.) зі змінами № 65331.08.2009 р.;

- ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Л: Гидрометеиздат, 1987 р.;

- ДБН А.2.2-1-03. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Основні положення проектування;

- Сборник законодательных, нормативных и методических документов для экспертизы воздухоохраных мероприятий. Л: Гидрометеиздат, 1986 р.;

- СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. Госстрой СССР, 1971 р.;

- Посібник до розроблення матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище. Х: ХДВ КДІОВНС, 2002 р.

- Санітарна класифікація підприємств, виробництв та споруд і розміри санітарно-захисних зон для них. (Наказ Мінохорони здоров'я України №173 від 19.06.96 р.).

- "Рекомендації щодо змісту матеріалів оцінки впливів діючих об'єктів на навколишнє середовище (ОВНС)", УкрНДІЕП, м. Харків, 2004 р.

- Земельний кодекс України, 2002 р.

- Водний кодекс України, 2002 р.

Робочим проектом передбачена реконструкція існуючої ТЕЦ з встановленням опалювальних котлів та іншого тепломеханічного обладнання.

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Будівля ТЕЦ побудована окремим приміщенням, на території із звичайними географічними і інженерно-геологічними умовами. Рельєф ділянки рівний загальний уклон ділянки не перевищує 50 м. Район розміщення об'єкту, згідно з даними ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 “Строительная климатология” відноситься до II-В кліматичного району. Відповідно до п.5.4 ДСП-173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів санітарно-захисна зона встановлюється від джерел шкідливості до межі житлової забудови.

Кліматична характеристика.

Фонові концентрації визначені згідно довідки Хмельницького обласного центру з гідрометеорології, Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Дані про наявність об'єктів природно-заповідного фонду.

При обстеженні району розміщення об'єкту будь-яких рекреаційних територій, земель природно-заповідного фонду та іншого природоохоронного призначення, пам'яток архітектури, культури та мистецтва виявлено не було.

Характеристика вихідного стану флори і фауни.

Проектований об'єкт знаходиться на території підприємства. Паркові зони, зони відпочинку, алеї в районі розташування об'єкту відсутні.

Соціально-економічна характеристика району.

Виробнича котельні, знаходиться в центральній частині міста. Мережі доріг та повітряних ліній електропостачання в районі робіт розвинуті добре.

Проектом передбачається встановлення в приміщенні котельні двох котлів КВГМ-20 (23,2 МВт). Загальна встановлена потужність котельні після реконструкції становить 46,4 МВт. Проектом передбачається будівництво та облаштування приміщень для встановлення теплотехнічного обладнання котельні, що проектується з дотриманням вимог діючих норм та правил, а саме: облаштування котельного залу, місць побутового обслуговування персоналу, влаштування фундаментів під проектуєме обладнання, відновлення вимощень навколо будівлі, влаштування твердого покриття та можливості під'їзду до об'єкту.

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	69

Технологічна частина проекту виконана відповідно до нормативних документів, що діють на території України. Теплоносій для потреб опалення - гаряча вода з параметрами 80-6СГС. Відведення продуктів згорання від котлів передбачається спільним димоходом, в окремо стоячу, утеплену димову трубу Д500 мм висотою 23,00 м від рівня ґрунту.

Санітарно-побутове обслуговування працівників забезпечуватиметься в побутових приміщеннях котельні та на території підприємства. Організація рельєфу ділянки існуюча та виконана в ув'язці з прилеглою територією враховуючи оптимальну висотну прив'язку споруд і забезпечення відводу дощових вод від них.

За ступенем надійності електропостачання електроприймачі котельні відносяться до III (третьої) категорії (КНЕ). Розрахункова потужність електроприймачів складає 35 кВт. Прогнозоване річне споживання електроенергії складає 49 тис. кВт·год. Напруга в точці приєднання до електричних мереж: 0,38 кВ. Електропостачання котельні здійснюється за рахунок наявного резерву потужності електроустановок споживача. При будівництві застосовується електричне обладнання перемінного струму з частотою 50 Гц і напругою 220 В, необхідності захисту персоналу від впливу електричного поля немає. Вплив на водне середовище пов'язаний з використанням води на господарсько-побутові потреби та потреби пожежогасіння. Водопостачання здійснюється у відповідності із технічними умовами на приєднання до мереж централізованого водопостачання та каналізації. Розрахункова витрата води становить - 4165,0 м³/рік.

Санітарно-захисна зона до житлової забудови становить 30м, на північний захід від об'єкту. Згідно з розрахунками розсіювання шкідливих речовин від проектного об'єкту перевищення гранично-допустимих концентрацій на межі СЗЗ не відбуватиметься. Генеральний план розроблений із забезпеченням функціонального призначення, технологічної схеми проведення робочого процесу з дотриманням принципів раціонального використання території. Розміщення запроектованих технологічних та допоміжних споруд в межах

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	70

площадки виконане з дотриманням нормативних протипожежних розривів між спорудами різної категорії і призначення. Відстані між будівлями та спорудами прийняті з урахуванням санітарних та протипожежних вимог згідно ДБН Б.2.2-12:2019 «Генеральные планы промышленных предприятий», ПУЕ-2009 «Правила улаштування електроустановок». Для трубопроводів, кабельних трас електропостачання, зв'язку будуть передбачені заходи з раціонального використання земельних ресурсів, відновлення порушених земель після будівництва. Повна характеристика технологічних рішень, технологічна схема, послідовність операцій, функціональні параметри їх виконання, відомості про технічні засоби приводяться в "Технологічній частині" загальної пояснювальної записки даного проекту.

Проектом передбачені конкретні технологічні та інженерні рішення для підвищення виробничої ефективності та раціонального використання природних ресурсів, передбачені енергозберігаючі заходи та зниження енергоємності виробництва, зокрема: 1. Компактне, раціональне розташування проектного об'єкту на відведених землях, що дає змогу повною мірою економно використовувати земельні ресурси; 2. Передбачені заходи захисту від корозії дозволяють продовжити термін експлуатації обладнання, арматури та трубопроводів; 3. Обладнання, закладене проектом, оптимальної потужності і продуктивності; 4. Введення в експлуатацію котельні для теплопостачання дасть можливість зменшити кількість використаного природного газу. Проектом передбачаються організаційно-технічні, технологічні, електротехнічні, архітектурно-будівельні, планувальні рішення і рішення з контролю і автоматизації виробничого процесу, що мінімізують дію небезпечних та шкідливих факторів виробництва на персонал та довкілля, сприяють підвищенню рівня техногенної безпеки і є складовою частиною системи цивільного захисту.

Перш ніж перейти до оцінки впливу проектного об'єкту на навколишнє природне середовище, слід відмітити, що цей об'єкт є невід'ємною складовою комплексного процесу теплопостачання, вироблення тепла та його транспортування.

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	71

Можна відмітити, що на об'єкті запроектовано новітнє сучасне обладнання та засоби виявлення та попередження виникнення надзвичайних ситуацій. Це суттєво збільшило витрати на його будівництво, проте це виправдані витрати, оскільки вони зумовлюють значно менший, в порівнянні з іншими подібними об'єктами, ризик аварійного впливу на довкілля.

Безпосередньо на території проектного об'єкту та поблизу нього великих відкритих водоймищ, річок, озер немає. Загальна оцінка впливу проектного об'єкту на навколишнє середовище наведена нижче. Вона свідчить про те, що будівництво та експлуатація об'єкту не погіршить екологічні показники в районі розміщення об'єкта, при дотриманні рішень, що прийняті в робочому проекті та технологічному регламенті, норм і правил, протипожежних вимог та вимог з охорони праці. Експлуатація проектного об'єкту не призведе до порушення екологічної рівноваги цього району. Реально визначити техногенний вплив та оцінити його наслідки можна буде лише завдяки довгостроковим моніторинговим дослідженням, які повинні проводитись починаючи з введення в дію об'єкту, на протязі його роботи. Це обов'язкова умова контролю за діяльністю даного промислового об'єкту.

Основні кліматичні характеристики наведені в додатках даного проекту. На період експлуатації об'єкта вплив на клімат відсутній.

Розрахунок концентрацій, що містяться в викидах джерел забруднюючих речовин у атмосферному повітрі здійснено на ЕОМ за програмою "ЕОЛ 2000", що рекомендується до використання Міністерством охорони навколишнього природного середовища України (вих. № 5/3-13- 6-359 від 9.11. 2002 року) з урахуванням фонових концентрацій. Алгоритм програми побудований та використовує "Методику расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий", ОНД-90. Нормативний розмір СЗЗ перевірявся розрахунками відповідно до вимог "Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий", затвердженої Головою Державного комітету СРСР по гідрометеорології та контролю природного середовища 04.08.86 (далі - ОНД-86).

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Визначення доцільності проведення розрахунку розсіювання забруднюючих речовин у атмосферному повітрі виконується згідно з вимогами ОНД-86, п. 5.21.

Програма "ЕОЛ 2000" проводить розрахунок концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери і дозволяє вирішити завдання нормування розміру викидів шкідливих речовин з промислових джерел, та встановлення гранично допустимих викидів. Ступінь небезпеки забруднення атмосферного повітря при цьому характеризується найбільшим значенням концентрацій, що відповідають несприятливим умовам розсіювання, враховуючи і небезпечну швидкість вітру. Розрахунок розсіювання викидів забруднюючих речовин виконується для: азоту діоксид, з урахуванням фонових концентрацій. Розрахунок і аналіз величин приземних концентрацій парникових газів не виконується, оскільки вони не мають величин гранично-допустимих концентрацій.

Санітарно-захисна зона (СЗЗ) – територія, призначена для зменшення впливу промислових, виробничих, складських, транспортних об'єктів на населення. СЗЗ встановлюється з метою зниження рівня забруднення атмосферного повітря до встановлених значень в районі житлової забудови. За межами СЗЗ не повинне виявлятися забруднення атмосфери вище граничнодопустимих концентрацій (ГДК), рівня шуму та інших шкідливих факторів.

Зважаючи на те, що санітарно-захисна зона для котелень нормативно не встановлена, даним ОВНС передбачається встановлення СЗЗ на підставі розрахунків. Відповідно до п.5.4 ДСП-173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів санітарно-захисна зона встановлюється від джерел шкідливості до межі житлової забудови. У нашому випадку СЗЗ повинна встановлюватись від димових труб до межі житлової забудови на підставі розрахунків розсіювання шкідливих викидів з димових труб і від стін будівлі котельні (або обладнання, що встановлене зовні котельні) по розрахунку шуму, на межі житлової забудови. Розрахунки приземних концентрацій забруднюючих речовин, які виділяються через димову трубу, що

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	73

були виконані в даному ОВНС (див. Додаток), і величина еквівалентного шуму від роботи обладнання, розташованого у будівлі котельні показують, що їх значення значно нижче нормативних і, як наслідок, санітарно-захисна зона може не встановлюватись. Але, враховуючи те, що котельня є виробничим об'єктом з можливими процесами, які можуть кваліфікуватись як шкідливі (наприклад, при ремонті обладнання).

В окремі періоди, коли метеорологічні умови сприяють накопиченню шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери, концентрації домішок у повітрі можуть різко зростати. Під регулюванням викидів шкідливих речовин в атмосферу розуміється їх короткочасне скорочення в періоди несприятливих метеорологічних умов (НМУ), що приводять до формування високого рівня забруднення повітря.

У період особливо несприятливих метеорологічних умов на проектованому об'єкті необхідно проводити організаційно-технічні заходи:

- заборонити проведення робіт по ремонту і обслуговуванню, пов'язаних з виділенням забруднюючих речовин до атмосфери;

- посилити контроль за точним дотриманням технологічного регламенту.

Результати розрахунків вказують, що викид забруднюючих речовин від запроектованого об'єкту не призведе до значного погіршення стану повітряного середовища і не потребує додаткових заходів для його зменшення.

Утворення, збір, накопичення, збереження і первинне опрацювання відходів є невід'ємною складовою частиною технологічних процесів, у ході яких вони утворюються. Розміщення відходів допускається при наявності дозволу від територіальних органів охорони навколишнього природного середовища й інших наглядових організацій, при необхідності. Дозвіл на розміщення відходів видається тільки при обґрунтуванні неможливості їхньої переробки (відсутності технології або устаткування для переробки). Відходи 3 і 4 класів небезпеки, з проектованого об'єкту, відвозитимуться на міське звалище. Номенклатура промислових відходів включає: відходи комунальні, змішані у т.ч. сміття з урн (IV клас небезпеки).

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	74

Експлуатація проектного об'єкту виключає скиди відходів та забруднюючих речовин у водне середовище. До основних заходів по попередженню забруднення та виснаження підземних вод відносяться наступні: - забезпечення герметичності трубопроводів та обладнання, суворий контроль за нею; - визначення та дотримання зон санітарної охорони; - регулювання двигунів внутрішнього згорання будівельної техніки, автотранспорту для запобігання просочувань пального та мастил; - контроль за якістю монтажних-зварювальних робіт при будівництві об'єкту та на період ремонтних робіт (при експлуатації об'єкту), що потребують зварювання. Система каналізації приймає виробничі стічні води від зливних трубопроводів системи теплопостачання. Відведення стічних вод передбачається в існуючу каналізаційну мережу. Каналізаційні трубопроводи виконуються з ПВХ труб діаметром 100 мм ГОСТ 22689.3-77. Відвід дощових і талих вод передбачається на прилеглі території використовуючи природний уклін. При проведенні будівництва котельної змін, які чинять шкідливий вплив на ґрунтовий шарі не передбачається.

Охорона земельних надр включає у себе розробку та здійснення заходів, які направлені на зниження площ та кількості ділянок землі, у межах яких буде порушений ґрунтово-рослинний шар. При виконанні всіх будівельно-монтажних робіт необхідною умовою є суворе дотримання вимог охорони навколишнього середовища, збереження його стійкої екологічної рівноваги та виконання умов землекористування, встановлених законодавством України по охороні природи. Проектований об'єкт розміщується на землях, що знаходиться у комунальній власності. Будівництво проектного об'єкту дещо вплине на природний стан ґрунту, але не змінить його структуру. Згідно Земельного кодексу України для будівництва об'єктів не сільськогосподарських потреб надаються землі несільськогосподарського призначення або не придатні для сільського господарства, а також сільськогосподарські угіддя найгіршої якості. Ця вимога витримана даним проектом. Головним заходом по зниженню впливу на ґрунт і земельний фонд є раціональний підхід до вирішення питання генерального

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	75

плану, вибору і розміщенню проектованого майданчика та його складових: технологічних установок, будівель, споруд.

Крім того, до заходів по охороні земель необхідно віднести обов'язкове проведення рекультивації земель. Об'єктом рекультивації є землі, порушені при будівництві. Порушені землі – це землі, що втратили першопочаткову цінність і є джерелом негативної дії на навколишнє середовище. Виконання будівельно-монтажних робіт, рух механізмів та машин, складування будматеріалів у місцях не передбачених проектом виробництва робіт (ПВР), забороняється. Для запобігання забруднення ґрунту нафтопродуктами працюючих механізмів приймаються міри, що виключають можливість потрапляння паливно-мастильних матеріалів (ПММ) у ґрунт.

Вплив на рослинний і тваринний світ, заповідні об'єкти.

Будівництво і експлуатація проектованого об'єкта буде супроводжуватись незначним впливом на флору та фауну. Основний вплив припадає на трав'яний покрив та приземний шар рослинності при прокладанні трубопроводів та комунікацій. Рослинність не має промислового або заповідного значення, особливій охороні не підлягає. Заповідні об'єкти, заказники, природні пам'ятки в районі будівництва об'єкту відсутні. Запланована діяльність не суперечить Законам України «Про флору», «Про фауну», «Про природно-заповідний фонд».

Оцінка можливого шумового впливу.

Одним із видів впливу на навколишнє середовище в процесі роботи ТЕЦ є шум від обладнання і транспортних засобів. Для захисту людей від шкідливого впливу шуму, необхідно регламентувати його інтенсивність та інші характеристики, які визначають міру шкоди, що заподіюється ним на організм людини. Саме для цієї цілі здійснюється гігієнічне або санітарне нормування шуму.

Гігієнічне нормування шуму базується на критеріях здоров'я і працездатності людей з оцінкою його впливу на увесь організм у процесі трудової діяльності. Рівень шум об'єкту потрібно визначати за даними ДСТУ- Н

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Б В.1.1- 35:2013. Зниження рівня звуку при розрахунку не враховуємо згідно п 6.1.5 ДСТУ -Н Б В. 1.1 -35.

Враховуючи, що в процесі роботи обладнання працівники піддаються дії підвищених рівнів шуму і вібрації та у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.012-78 (ст. СЗВ 1932-79 і СЗВ 2602-80) по обмеженню діючих рівнів шуму і вібрації, насоси повинні бути обладнані засобами зниження рівня шуму і вібрації. Серед таких засобів слід відмітити вібропоглинаючі підставки під обладнання. Крім того, заходами з промислової санітарії та гігієни праці передбачені засоби індивідуального захисту від шуму і вібрації, спец, робоче взуття, навушники. Таким чином, запроектований об'єкт не спричинить шкідливого шумового впливу в районі найближчих житлових будівель, що задовольняє нормативні санітарні вимоги ДСТУ - НБВ.1.1-35:2013й додаткові заходи з шумопоглинання не проводяться.

Як уже зазначалося, тепловий, ультразвуковий, іонізуючий, радіаційний та електромагнітний впливи не передбачаються.

У проекті передбачені усі заходи, що забезпечують безпечні умови праці та охорони здоров'я працюючого персоналу при будівництві та експлуатації об'єкту, витримані всі санітарні норми і правила. При дотриманні вимог техніки безпеки, технологічного регламенту ризик захворюваності обслуговуючого персоналу проектованого об'єкту мінімальний. Виходячи з проведених оцінок впливу на стан здоров'я населення від будівництва та експлуатації об'єкту не буде. Також, будівництво проектованого об'єкту буде мати позитивний вплив: застосування сучасних прогресивних технологій, та обладнання, дозволить значно зменшити собівартість виробленої теплової енергії, забезпечить оптимальний ККД котлів і екологічну безпеку в районі роботи котельні.

На техногенне середовище будуть чинити вплив будівельно-монтажні роботи зі спорудження проектованих технологічних ліній. Будівництво на майданчику повинно вестись з обов'язковим дотриманням нормативних відстаней до діючих споруд, з урахуванняміснуючих інженерних комунікацій при проведенні земляних та зварювальномонтажних робіт. Вогневі роботи

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	77

повинні виконуватись з оформленням відповідних нарядів-допусків; з періодичним контролем стану повітря переносними газоаналізаторами; дотриманням нормативних вимог техніки безпеки і протипожежної безпеки. Будівництво технологічних трубопроводів на опорах, з можливістю постійного контролю їх технічного стану дозволить виключити неконтрольовані пошкодження труб (внаслідок корозії, динамічних навантажень, будівельного браку, ін.). Для обмеження потенційного впливу від пошкодження трубопроводів в процесі подальшої експлуатації в обсязі будівельно-монтажних робіт для них виконується контроль зварних швів, гідравлічне випробування на міцність і герметичність після монтажу. Для захисту від корозії і попередження руйнування труб передбачається ізоляція поверхні, електрохімічний захист. Зважаючи на передбачені заходи, вплив на техногенне середовище під час виконання будівельно-монтажних робіт буде незначним. При експлуатації вплив відсутній.

Цілеспрямованих досліджень причин, параметрів і наслідків аварійних ситуацій на котельнях в Україні не проводилося. Статистична інформація про аварії не систематизована. Тому, у визначенні потенційної аварійної небезпечності запроектованих споруд використані загальнотеоретичні підходи розв'язання таких задач. Процеси будівництва та експлуатації об'єкту пов'язані з можливим ризиком, так як деякі ситуації пов'язані з непрогнозованими особливостями геологічної будови, сейсмікою та динамікою. Це можуть бути, як зовнішні причини (стихійні лиха, корозія металу під впливом атмосфери та водного середовища), так і внутрішні причини (відмови якісної роботи обладнання). Визначені наступні основні небезпеки при експлуатації проектного об'єкту: - екстремальні природні умови; - аварії на трубопроводах та обладнанні. Забруднення приземного шару атмосфери, яке утворюється викидами від стаціонарних джерел у значній мірі залежить від метеорологічних умов. У окремі періоди, коли метеорологічні умови сприяють накопиченню шкідливих речовин у приземному шарі атмосфери, концентрації домішок у повітрі можуть різко підвищуватись. Щоб у ці періоди не допускати виникнення

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	78

високого рівня забруднення, необхідне попереднє прогнозування таких умов та своєчасне скорочення викидів забруднюючої речовини до атмосфери. Відповідно, прогнози високих рівнів забруднення повітря є основою для регулювання викидів, тобто їх короточасного скорочення в періоди несприятливих метеорологічних умов. Аналіз можливих аварійних ситуацій, механізмів їх виникнення, взаємодії природного, технічного та людського фактору дозволяють звести до мінімуму ризик негативного впливу на навколишнє середовище та заздалегідь спланувати багатоваріантні заходи для запобігання аварійних ситуацій.

4.2. Заходи по зниженню рівня небезпеки запроектованого об'єкту

1. Розміщення технологічних споруд на відкритих площадках, на безпечній відстані одна від іншої, з дотриманням нормативних протипожежних розривів.

2. У вибухонебезпечних зонах передбачається встановлення сигналізаторів довибухонебезпечних концентрацій (ДВК). Стационарні газоаналізатори налаштовуються на видачу в операторну світлових і звукових сигналів при створенні в повітрі вибухонебезпечної концентрації газів або парів:

- попереджувальна сигналізація - при концентрації вуглеводневих газів, парів 20% від нижньої концентраційної межі загоряння;

- аварійна сигналізація - при концентрації вуглеводневих газів, парів 50% від нижньої концентраційної межі загоряння.

3. Для всіх технологічних споруд передбачаються контури заземлення для захисту від статичної електрики. Захист від блискавки.

4. Запобігання можливого перевищення тиску на мережі здійснюється запобіжним клапаном.

5. Влаштування провітрюваної огорожі з негорючих матеріалів.

6. Обладнання основних технологічних установок системами автоматичного контролю, сигналізації, блокування аварійних ситуацій, що в разі виникнення

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

можуть призводити до вибуху або пожежі. Регулювання технологічного процесу виконується автоматично з дистанційним контролем з операторної.

7. Електрообладнання, прилади, датчики, перетворювачі систем К і А, які використовуються на обладнанні, мають вибухозахищене виконання.

8. Для контрольних періодичних замірів вибухонебезпечних (ДВК) і санітарних (ГДК) концентрацій на території передбачається використання переносних газоаналізаторів. Таким чином, ризик виникнення аварійних ситуацій техногенного характеру зменшується за рахунок надійності прийнятих у проекті технічних рішень та конструктивних характеристик обладнання, наявності системи автоматизованого керування технологічним процесом, контролю, сигналізації (при зміні технологічних параметрів обладнання, підвищеній загазованості загрозі пожежної небезпеки), комплексу протипожежних рішень, наявності запірної апаратури та апаратури, яка відключає роботу технологічного обладнання.

Комплексні заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. Для забезпечення екологічної безпеки природного середовища при будівництві та експлуатації запроектованого об'єкту, відповідно до положень ДБН А.2.2-1-2003 та з урахуванням Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», а також положень Земельного та Водного Кодексів України, даним проектом передбачений комплекс ресурсозберігаючих, захисних, охоронних та компенсаційних заходів.

Розробка ресурсозберігаючих заходів призначена для забезпечення збереження і раціонального використання природних ресурсів. Комплекс заходів включає рішення щодо попередження й усунення процесів, які погіршують стан навколишнього середовища.

Даним розділом передбачаються наступні заходи, які дозволяють зберегти екологічну рівновагу у районі будівництва, знизити до мінімуму вплив негативних факторів, що діють на навколишнє середовище:

- дотримання проектних рішень при облаштуванні об'єкту;

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	80

- забезпечення безаварійної експлуатації обладнання та трубопроводів, що полягає у суворому дотриманні технологічного регламенту, правил техніки безпеки та протипожежної безпеки, діючих норм і правил;

- найсуворіший контроль за станом обладнання, з метою своєчасного виявлення такого, що стало непридатним або зношеним.

Українським природоохоронним законодавством передбачені принципи охорони навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів. Згідно Конституції України і Закону “Про охорону навколишнього природного середовища” природокористувач зобов’язаний здійснювати природоохоронні заходи, відшкодування збитків, які були заподіяні його діяльністю і екологічними правопорушеннями, а також вносити плату за використання природних ресурсів та забруднення навколишнього природного середовища. Збір, що знімається за забруднення навколишнього природного середовища – це форма часткового відшкодування економічних збитків, що виникають при здійсненні природокористувачами господарської, управлінської чи іншої діяльності у межах встановлених нормативів (лімітів) негативного впливу на стан навколишнього природного середовища.

У відповідності до «Нормативів порогових мас небезпечних речовин для ідентифікації об’єктів підвищеної небезпеки» (затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 11.07.2002р. №956 (зі змінами)) проєктований об’єкт не відноситься до об’єктів підвищеної небезпеки.

Канцерогенний ризик за комбінованої дії декількох хімічних сполук розглядають як адитивний. При аналізі доцільно групувати досліджувані канцерогени з урахуванням виду та/або локалізації пухлин. У цьому випадку розрахунок сумарних канцерогенних ризиків здійснюють окремо для кожної групи (наприклад, для раку легень, пухлин печінки тощо).

При розробці технологічних рішень, прийнятих у даному проєкті, використані новітні досягнення в області технологічного проєктування, враховані усі вимоги замовника, спрямовані на підвищення надійності роботи об’єкта та його екологічної безпеки, а також передбачені заходи, що

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	81

забезпечують нормальні умови роботи обслуговуючого персоналу. Розроблені заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища дозволяють зберегти екологічну рівновагу в районі будівництва, за рахунок максимальної мінімізації можливих негативних впливів, як під час будівництва, так і під час експлуатації запроектованих технологічних об'єктів. Оцінка впливу на навколишнє середовище об'єкта, що проектується, розглянута для умов проведення будівельних робіт, експлуатації споруд та потенційних аварійних ситуацій. Аналіз показує, що при виконанні будівельних робіт і під час експлуатації об'єкта окремі компоненти навколишнього середовища зазнають впливу.

Наслідки усіх видів впливу на навколишнє середовище, що мають місце під час будівництва запроектованого об'єкта та при його безаварійній експлуатації і яких неможливо уникнути з технічної точки зору, зведені до можливого мінімуму в процесі проектування. Але при дотриманні усіх проектних рішень, технологічного регламенту роботи по об'єкту, діючих норм і правил, експлуатація об'єкта не призведе до порушення екологічної рівноваги району будівництва. При виконанні передбачених проектом технічних рішень та природоохоронних заходів, прийнятих при будівництві та експлуатації об'єкта вплив на навколишнє середовище мінімальний і не становить небезпеки для умов існування природних комплексів та умов життєдіяльності людини.

При проведенні будівельно-монтажних робіт певне забруднення атмосфери буде пов'язане зі зварювальними операціями (викиди зварювального аерозолі і ін.), проведенням фарбувальних робіт (пари розчинників лакофарбових матеріалів) та експлуатацією будівельної техніки (викиди відпрацьованих газів від двигунів). Для зварювання труб потреби складають: електроди Є-42 загальною масою 50 кг. Показники розрахунку викидів в атмосферу забруднюючих речовин при проведенні зварювальних операцій. Для проведення фарбувальних робіт потреби складають:

- ґрунтовка ХС-010 – 12,8 кг;
- емаль ХВ-124 – 16 кг.

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	82

Потреби в будівельній техніці складають:

- екскаватор - 1 шт;
- бульдозер - 1 шт.;
- автомобіль бортовий - 1 шт.; -
- автокран - 1 шт.

Для тимчасових джерел забруднення атмосфери, діючих тільки на момент будівництва (будівельна техніка з двигунами внутрішнього згорання, ділянки фарбування і т.д.), розрахунки розсіювання не виконувалися у зв'язку з відсутністю відповідної методичної мотивації та неорганізованим, періодичним і відносно короткочасним характером дії таких джерел.

Екологічний податок, який справляється за викиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення (будівельна техніка) у разі використання палива, утримується і сплачується до бюджету України податковими агентами (суб'єкти господарювання, які здійснюють оптову та роздрібну торгівлю паливом) під час реалізації такого палива.

Шумовий вплив.

Основними джерелами шуму на будівельному майданчику є будівельна техніка. Інтенсивність і періодичність шуму працюючої техніки залежить від характеру і виду виконуваних робіт та графіку їх проведення.

Згідно ДСТУ - НБВ.1.1-35:2013 допустимий еквівалентний рівень звуку в дБА для території безпосередньо прилягаючої до житлових забудов не повинні перевищувати 55 дБА (вдень) або 45 дБА (вночі). Вся будівельна техніка, що використовується при будівництві, повинна бути сертифікована і шум не буде перевищувати допустимих рівнів. Тому розрахунок шуму при будівництві не проводиться.

На період будівництва, терміном 4 місяці, використовується вода для господарсько-побутових потреб 30 працюючих об'ємом $Q = 48 \text{ м}^3$.

Згідно з ДБН В.2.5-64-2012, норма водоспоживання становить 25 л/зміну на одного працюючого. Для забезпечення санітарно-гігієнічних потреб працівників, на майданчику будівництва передбачається влаштування надвірних уборних (або

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	83

біотуалетів) з вивозом стоків асенізаційним транспортом на каналізаційні очисні споруди місцевого комунального підприємства.

Під час будівництва можливий вплив планованої діяльності на ґрунт полягатиме у наступному: - тимчасовому порушенні природного мікрорельєфу при виконанні земляних робіт; - можливому локальному забрудненні відведеної території відходами будівництва, побутовим сміттям.

В зоні будівництва заповідники, заказники, мисливсько-рибальські господарства та інші об'єкти з особливим режимом природокористування відсутні. Запланована діяльність не суперечить Законам України „Про флору”, „Про фауну”, „Про природно-заповідний фонд”. Додаткового впливу запроектованого об'єкту на рослинний і тваринний світ не буде оскільки він знаходиться в зоні житлової забудови.

Будівництво проектного об'єкту буде мати ряд позитивних соціальних моментів: застосування сучасних прогресивних технологій, та обладнання, дозволить значно зменшити собівартість виробленої теплової енергії, забезпечить оптимальний ККД котлів і екологічну безпеку в районі роботи об'єкту.

Місця тимчасового розміщення відходів будівництва та порядок їх подальшої утилізації вирішуються проектом виконання будівельних робіт. Місце і спосіб зберігання відходів повинні гарантувати наступне: - відсутність або мінімізацію впливу розміщення відходів на навколишнє природне середовище; - запобігання втрати відходами властивостей вторинної сировини при неправильному зборі і зберіганні; - зведення до мінімуму ризику займання відходів; - недопущення засмічення території; - зручність вивозу відходів. Тимчасове накопичення відходів на території будмайданчика обумовлено необхідністю накопичення певної партії відходів для їх розміщення на полігоні ТПВ, передачі іншим підприємствам для використання, переробки і знешкодження. Умови зберігання відходів визначаються класом їх небезпеки, а саме:

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	84

- тверді відходи 1-го класу небезпеки зберігаються в герметичній тарі (металічні контейнери з кришкою, заводська упаковка);

- рідкі відходи 2-го класу небезпеки зберігаються під навісом у закритій тарі (бочки з кришками, каністри) з хімічно стійкого до даного виду відходів матеріалу на металічних піддонах, що виключають попадання забруднювачів у ґрунт;

- тверді відходи 3-4 класу небезпеки можуть зберігатися на відкритій площадці, в металічних контейнерах з кришкою, а також у приміщенні в дерев'яних або металевих ящиках.

Відходи гумових виробів (шини і камери), відпрацьовані мастила від техніки, яка працює на будівництві, не фіксуються, тому що ці відходи рахуються та утилізуються в організації, яка виконує вказані роботи, на балансі якої знаходиться техніка.

В проекті прийняті санітарно-гігієнічні, екологічні, протипожежні, містобудівні й територіальні обмеження згідно діючих нормативних документів. Відповідно до ДБН В.2.2-12:2019: – п. 14.1.1. При плануванні та забудові населених пунктів та інших територій здійснюється їх комплексна оцінка, що включає характеристику природної ситуації, виявлення спрямованості природних та антропогенних процесів, які необхідно враховувати при визначенні екологічної безпеки життєдіяльності людини. – п. 14.1.2. Комплексна оцінка розробляється за такими оглядовими характеристиками: місцем розташування, кліматичною, геологічною, гідрогеологічною, гідрологічною, природними-лікувальними ресурсами, ґрунтовим покривом, лісовими ресурсами, корисними копалинами, ландшафтом, та короткою інженерно-будівельною оцінкою території. – п. 14.1.3. Характеристика місця розташування складається з урахуванням фізикогеографічного районування України, особливостей рельєфу та гідрологічних властивостей території. – п. 14.1.4. Кліматична характеристика виконується відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 „Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

пожежі. Будівельна кліматологія” з визначенням основних метеорологічних ризиків щодо планування та забудови території. – п. 14.2.1. Планування та забудова населених пунктів здійснюється виключно з дотриманням вимог комплексної оцінки території. Території для будівництва нових і розвитку існуючих населених пунктів слід передбачати на землях, непридатних для сільськогосподарського використання, або на малоцінних землях, а також поза межами лісових, рекреаційних і курортнооздоровчих територій і територій природно-заповідного фонду. – п. 14.2.5. Розміщення будинків, споруд і комунікацій не допускається:

- на землях заповідників, заказників, ботанічних садів, дендрологічних парків; пам'яток природи, заповідних зон і зон регульованої рекреації національних природних парків (НПП) і регіональних ландшафтних парків (РЛП);
- у межах прибережних захисних смуг і визначених зон охоронюваного ландшафту;
- на землях озеленених територій загального користування населених пунктів, включаючи землі міських лісів, лісопарків, лугів, лугопарків, гідропарків, зон стаціонарної рекреації НПП і РЛП, якщо об'єкти, які проектуються, не призначені для відпочинку та спорту;
- у зонах охорони гідрометеорологічних станцій;
- в межах санітарно-захисних зон;
- у першій зоні санітарної охорони джерела питного водопостачання і майданчиків водопровідних споруд, якщо об'єкти, що проектуються, не пов'язані з експлуатацією джерел (зона встановлюється від межі ділянки споруди або від локальної свердловини);
- у першій зоні округу санітарної охорони курортів, якщо об'єкти які проектуються, не пов'язані з експлуатацією природних лікувальних ресурсів курорту;
- на територіях закритих кладовищ, звалищ, полігонів твердих побутових відходів;
- у зонах активних геологічних розломів, які ускладнені сейсмічністю території на підставі висновків окремого проекту щодо гірничо-геологічного обґрунтування;
- у охоронних зонах магістральних газо-, нафто-, продуктопроводів, складів паливно-мастильних матеріалів, повітряних ліній електропередач без наявності відповідних погоджень;
- у визначених охоронних зонах об'єктів і територій природно-заповідного фонду,

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	86

крім об'єктів для відпочинку і спорту, що не мають негативного впливу на навколишнє природне середовище; - на земельних ділянках, забруднених органічними і радіоактивними відходами; - у санітарно-захисних зонах породних відвалів вугільних, сланцевих шахт і збагачувальних фабрик. – п. 14.11.1. До планувальних обмежень відноситься система визначених чи нормативних санітарно-захисних зон, санітарних розривів, охоронних зон, зон санітарної охорони від промислових, сільськогосподарських, комунальних, транспортних, курортних та інженерних об'єктів, що встановлені ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів». Відповідно до ДСП 173-96: – п. 5.4. Промислові, сільськогосподарські та інші об'єкти, що є джерелами забруднення навколишнього середовища хімічними, фізичними та біологічними факторами, при неможливості створення безвідходних технологій повинні відокремлюватись від житлової забудови санітарно-захисними зонами. Санітарно-захисну зону слід встановлювати від джерел шкідливості до межі житлової забудови, ділянок громадських установ, будинків і споруд, в тому числі дитячих, навчальних, лікувально-профілактичних установ, закладів соціального забезпечення, спортивних споруд та ін., а також територій парків, садів скверів та інших об'єктів зеленого будівництва загального користування, ділянок оздоровчих та фізкультурно-спортивних установ, місць відпочинку, садівницьких товариств та інших, прирівняних до них об'єктів; – п. 5.5. Розміри санітарно-захисних зон для промислових підприємств та інших об'єктів, що є джерелами виробничих шкідливостей, слід встановлювати відповідно до діючих санітарних норм їх розміщення при підтвердженні достатності розмірів цих зон за "Методикой расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий" ОНД-86, розрахунками рівнів шуму та електромагнітних випромінювань з урахуванням реальної санітарної ситуації (фонового забруднення, особливостей рельєфу, метеоумов, рози вітрів та ін.), а також даних лабораторних досліджень щодо аналогічних діючих підприємств та об'єктів.

8.10. План повітроохоронних заходів, що забезпечують досягнення нормативного стану якості повітряного середовища в районі розміщення

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	87

промислових підприємств та інших об'єктів, які забруднюють атмосферне повітря, а також населеного пункту в цілому, розробляється у складі зведеного проекту "Охорона атмосферного повітря і гранично допустимі викиди" відповідно до вимог ГОСТ 17.2.3.02-78 "Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями" або аналогічного документа, що діє на даний період. Проект підлягає погодженню з органами і установами санепідслужби Міністерства охорони здоров'я та Мінекобезпеки України.

Відповідно до ДБН В.1.1.7-2016:

- п. 6.1. Обмеження поширення пожежі в будинках досягається:
 - застосуванням конструктивних та об'ємно-планувальних рішень, спрямованих на створення перешкод поширенню небезпечних чинників пожежі приміщеннями, між приміщеннями, поверхами, протипожежними відсіками та секціями;
 - зменшенням пожежної небезпеки будівельних матеріалів (у тому числі облицювань), конструкцій, елементів систем електропроводки, що застосовуються у приміщеннях і на шляхах евакуації;
 - зменшенням вибухопожежної та пожежної небезпеки технологічного процесу, використанням засобів, що перешкоджають розливанню та розтіканню горючих рідин під час пожежі;
 - застосуванням систем протипожежного захисту (автоматичних систем пожежогасіння, систем протидимного захисту), а також інших інженерно-технічних рішень, спрямованих на обмеження поширення небезпечних чинників пожежі.
- п. 7.11. Для забезпечення безпечної евакуації людей повинні передбачатися заходи, спрямовані на: - створення умов для своєчасної та безперешкодної евакуації людей у разі виникнення пожежі; - захист людей на шляхах евакуації від дії небезпечних факторів пожежі.
- п. 7.1.2. Зазначені у п. 7.1.1 заходи забезпечуються комплексом об'ємно-планувальних, конструктивних, інженерно-технічних рішень, які слід приймати з

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	88

урахуванням призначення, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою, ступеня вогнестійкості та висоти (поверховості) будинку, кількості людей, що евакуюються.

– п. 7.1.3. Евакуація людей на випадок пожежі повинна передбачатися по шляхах евакуації через евакуаційні виходи.

Відповідно до ДБН В.2.5-77:2014:

– п. 4.5. Розміщення котелень, що безпосередньо примикають зверху або збоку до житлових приміщень квартир не допускається;

– п. 5.1.6. Огорожу майданчика котельні проектують відповідно до СН 441. Висоту огорожі слід приймати не менше 2,0 м. Відповідно до ДБН В.1.1-31:2013:

– п. 6.3. Допустимі рівні шуму в приміщеннях і на територіях повинні бути відповідно до таблиці 1 ДБН.

На момент розроблення проектної документації звернень та пропозицій від громадськості не надходило. В разі прийняття рішення про проведення публічних слухань або відкритих засідань Замовник та Генпроектувальник готові надати організаторам цих заходів вичерпну інформацію по проекту будівництва. Власниками суміжних ділянок на момент розробки проектної документації не надано заперечень щодо будівництва даного об'єкту.

Відповідно до технічного завдання на проектування передбачається переведення одного котлоагрегату у стан резерву. Таким чином, можлива одночасна робота двох котлів: перший, що працював раніше, другий – вводиться в експлуатацію даним проектом. В якості палива прийнятий природний газ, резервне паливо не передбачається. Технічне обслуговування та контроль за роботою котельні повинен здійснювати персонал, який пройшов навчання за спеціально розробленою програмою і здав іспит в установленому порядку. Межею проектування являються будівельні осі котельні. Проектним рішенням передбачається використання будівель існуючої газової котельні. В котельній запроектовано системи: - господарчий водопровід на потреби котельні та ГВП; - протипожежний водопровід; - виробнича каналізація. По системі водоканалізації

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					89
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

котельня підключена до загальної системи мереж ВК об'єкту. Стоки котельні будуть складатися з дренажів котлів та обладнання, аварійних розливів та стоків вологого прибирання. Протипожежний водопровід передбачає подачу води до пожежних кранів. Для приймання аварійних розливів в приміщенні котельні та відводу стоків в підлозі передбачено улаштування трапів.

Відповідно до п. 5.4. «Державних санітарних правил планування і забудови населених пунктів» № 173 від 19.06.1996 р. для теплових електростанцій, промислових та опалювальних котелень нормативна санітарно-захисна зона встановлюється від димарів та місць зберігання і підготовки палива, джерел шуму. На зовнішній межі санітарно-захисної зони, зверненої до житлової забудови, концентрації та рівні шкідливих факторів не повинні перевищувати їх гігієнічні нормативи (ГДК, ГДР), на межі курортно-рекреаційної зони – 0,8 від значення нормативу. Відповідно до п. 5.6. «Державних санітарних правил планування і забудови населених пунктів» № 173 від 19.06.1996 р. основою для встановлення санітарно-захисних зон є санітарна класифікація підприємств, виробництв та об'єктів, що наведена у додатку №4. Оскільки у додатку №4 «Державних санітарних правил планування і забудови населених пунктів» № 173 від 19.06.1996 р. відсутні відомості про розмір санітарно-захисної зони для котелень, санітарно-захисна зона встановлюється розрахунковим методом шляхом проведення розрахунків розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. При цьому має бути забезпечена наступна умова: на зовнішній межі санітарно-захисної зони, зверненої до житлової забудови, концентрації та рівні шкідливих факторів не повинні перевищувати їх гігієнічні нормативи (ГДК, ГДР), на межі курортно-рекреаційної зони – 0,8 від значення нормативу. Оскільки в результаті проведення розрахунків розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі концентрації забруднюючих речовин не перевищують їх гігієнічні нормативи (ГДК) санітарно-захисна зона для дахової котельні, що проектується, не встановлюється. Відомості про уточнення санітарно-захисної зони з врахуванням рози вітрів У зв'язку з тим, що перевищення ГДК забруднюючих речовин за санітарно-захисною зоною не

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	90

спостерігається, коригування розміру СЗЗ з врахуванням рози вітрів по формулах, наведених у ОНД-86, не вимагається.

Проект розробляється з урахуванням застосування сучасних високоякісних матеріалів, у тому числі теплозберігаючі та енергозберігаючі технології та інженерні рішення. Енергозбереження визначене одним із пріоритетних напрямків державної політики України і має реалізовуватися як чітко спланована програма дій. В об'ємі даного проекту вирішено та передбачено: - Вимоги п. 17.5.5 «б» ДБН В.2.5-77:2014 "Котельні" по виміру температур систем Т1 і Т2, Т3 і Т4 п.17.5.5 «ж» щодо обліку витрат холодної води на котельню в цілому та на підживлення мережі. - Теплоу ізоляцію трубопроводів, арматури, обладнання та газоходів. - Водопідготовку підживлючої води для котлів і тепломережі. - Автоматичне підтримання тиску в тепломережі підживлюючими насосами, з яких один резервний. - Регулювання температури теплоносія в залежності від необхідної теплової потужності. Автоматикою котлів передбачено автоматичне регулювання горіння газу в необхідних режимах. Для технологічного контролю котельня обладнана всіма необхідними приладами у відповідності з вимогами нормативів. Проектні об'єми теплоізоляції гарячих поверхонь обладнання та трубопроводів забезпечують втрати тепла через них не більше нормативних – $1,5 \div 2,5$ % від потужності котельні. При цьому вони використовуються для опалення самої котельні.

Керівництво підприємства несе відповідальність за дотримання необхідних заходів техніки безпеки як при підготовці, так і при проведенні вимірювань. Заміри кількості відхідних забруднюючих речовин з окремих технологічних агрегатів виконуються в газових потоках до очищення, а промислових викидів в атмосферу – після газоочисних і пиловловлюючих установок (при їх наявності) у точках на газоходах (трубах), зазначених у програмі проведення замірів. На підставі виконаних вимірювань параметрів пилогазових потоків визначаються: – обсяги газових потоків (куб. м/с) і швидкість на виході (м/с); – кількість відхідних шкідливих речовин (т/рік); – ступінь уловлювання шкідливих речовин

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	91

в газоочисних і пилоуловлювальних установках (%); – кількість шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу – максимальне (г/с) і середнє значення (т/рік). Річний викид не повинен перевищувати встановленого для даного джерела річного значення ГДВ (т/рік). Максимальний викид не повинен перевищувати встановленого для даного джерела контрольного значення ГДВ (г/с). На випадок несприятливих метеорологічних умов, в результаті яких концентрації шкідливих речовин у приземному шарі можуть збільшуватися до небезпечних рівнів, службою контролю за викидами повинні бути розроблені плани спеціальних заходів контролю за викидами на підприємстві в ці періоди і плани по зниженню шкідливих викидів. При перевищенні нормативів ГДВ в результаті аварії підприємство зобов'язане в установленому порядку повідомити про це органам, що здійснюють державний контроль за охороною атмосферного повітря, і вжити заходів по ліквідації аварії.

Робочу документацію водогрійної котельні виконано згідно протипожежних вимог ДБН В.1.1-7-2016. Проектним рішенням передбачається використання будівель існуючої газової котельні. Котельня окреморозташована. На будівлі розміщується пожежний щит укомплектований засобами пожежогасіння. Будівля обладнана пожеже-охоронною сигналізацією, аварійним освітленням, та наглядною інформацією про шляхи евакуації на випадок пожежі. Пожежна безпека даної котельні забезпечена наступними заходами: - під час будівельних робіт забороняються до застосування матеріали і речовини, на які відсутні дані щодо їхньої пожежної безпеки; - розміщення обладнання забезпечує безперешкодну евакуацію з приміщення котельні; - автоматичною зупинкою при пожежі нагрівачів і перекриттям подачі природного газу на ввідному газопроводі котельні, шляхом спрацювання швидкодіючого відсічного клапану; - системою контролю загазованості приміщення котельні з автоматичною зупинкою котлоагрегатів і перекриттям подачі природного газу на ввідному газопроводі котельні, шляхом спрацювання швидкодіючого відсічного клапану по сигналу про вибухонебезпечну концентрацію метану в повітрі котельні, що становить 20% НКГР (нижньої концентраційної границі розповсюдження полум'я); - у

Розробив				00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	92

перекритті стелі котельні присутні витяжні дефлектори природної вентиляції; - котельня забезпечується необхідними засобами пожежегасіння: - приміщення котельні обладнано первинними засобами пожежегасіння; - в приміщенні котельні встановлено пожежні шафи з 4-ма пожежними кранами продуктивністю не менше 2,6 л/с кожен; - періодичний контроль за роботою котельні, яка працює в автоматичному режимі без постійної присутності обслуговуючого персоналу, виконується відповідно підготовленим персоналом Замовника або найнятою спеціалізованою експлуатуючою організацією. Ремонт обладнання, арматури, приладів контролю та регулювання виконується спеціалізованими організаціями, що мають відповідні ліцензії і дозволи; - як аварійне джерело освітлення передбачені електричні ліхтарі. Заборонені до застосування ліхтарі на рідкому паливі. Відповідно до Закону України «Про пожежну безпеку» власники котельні чи уповноважені особи зобов'язані забезпечити її пожежну безпеку, якщо інше не передбачено відповідним договором.

Розробив					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ	Арк.
Перевірив						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. 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 “Теплоенергетика” для студентів денної та заочної форм навчання. Частина 1. – К.: НУХТ, 2011. – 57 с.
2. Прядко М.О., Філоненко В.М. Метод. вказівки до викон. кваліфікаційного проекту “Система теплопостачання житлово-промислового району міста” рівня підготовки бакалавра для студентів напряму 6.050601 “Теплоенергетика” ден. та заоч. форм навч. Частина 2. – К.: НУХТ, 2011. – 110 с.
3. Бузников Е.Ф. и др. Производственные и отопительные котельные. – М.: – Энергоатомиздат. – 1984. – 248 с.
4. 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.
5. Філоненко В.Н., Масліков М.М. Джерела енергопостачання промислових підприємств. – Мет. вказ. до вивчення дисципліни для студентів спеціальності “Промислова теплоенергетики” ден. та заочн. форм навчання. – К.: НУХТ. – 2002. – 34с.
6. Кострюков В.А. Основы гидравлики и аэродинамики. – М.: – Высшая школа. – 1975. – 220 с.
7. Торчинский Я.М. Нормирование расхода газа для отопительных котельных. – Л.: Недра. – 1991. – 163 с.
8. Ковалько М.П., Денисюк С.П. Енергозбереження. Пріоритетний напрямок державної політики України. – Київ: УЕЗ. – 1998. – 306 с.
9. Правила безпечної експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій і теплових мереж. – К.: - 2001.
10. Правила будови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів. – К.: - 1998.

					00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розробив	Дудка В.В.				Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в місті Хмельницький				Літ.	Арк.	Аркушів		
Перевірив	Недбайло О.М.										94	95	
Реценз.									НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ТЕ-4-5				
Н. Контр.													
Затверд.	Петренко В.П.												

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка						
1	Водогрійний котел 23,2 МВт; 150/70°С	2	КВ-ГМ-20						
2	Мережний насос Q=140 т/год, H=32 м вод. ст.	3	GRUNDFOS NKG 125-80-						
3	Мережний насос (літо) Q=50 т/год, H=21,8 м вод. ст.	2	GRUNDFOS NKG 65-50-						
4	Насос рециркуляції Q=50 т/год, H=21,8 м вод. ст.	4	GRUNDFOS NKG 80-50-						
5	Насос рецикул. (літо) Q=24 т/год, H=25 м вод. ст.	2	GRUNDFOS NKGE 50-32-						
6	Насос сирої води Q=16 т/год, H=35 м вод. ст.	2	GRUNDFOS CR 15-3						
7	Насос сирої води (літо) Q=5 т/год, H=27 м вод. ст.	2	GRUNDFOS CRN 5-5						
8	Насос хімоочищеної води Q = 16 т/год, H = 35 м вод. ст.	2	GRUNDFOS CR 15-3						
9	Насос хім. води (літо) Q = 5 т/год, H = 27 м вод. ст.	2	GRUNDFOS CRN 5-5						
10	Насос технолог. води Q=120 т/год, H=47,8 м вод. ст.	2	GRUNDFOS TP 80-						
11	Насос підживлення ТМ Q=23,7 т/год,	2	GRUNDFOS TP 32-						
12	Насос підж. ТМ (літо) Q=5 т/год, H=27 м вод. ст.	2	GRUNDFOS CRN 5-5						
13	Деаератор Q=10 т/год	2	ДВ-10						
14	Підігрівник сирої води Q=0,29 МВт	1	НН-07-16/1						
15	Підігрівник хімоочищеної води Q=0,62 МВт	1	НН-07-16/1						
16	Підігрівник технологічної води Q=11,4 МВт	1	НН-41-16/2						
17	Вентилятор Q=26600 м³/год, H=2430 Па	2	ВДН-12,5-1000						
18	Димосос Q=30800 м³/год, H=744 Па	2	ДН-17Х-750						
19	На-катіонітний фільтр	3							
20	Насос солевого розчину	1							
21	Бак відмивочної води	1							
22	Охолоджувач випару	1							
23	Ежектор	1							
24	Бак технічної води	1							
25	Бак мірник	1							
26	Солерозчинник	1							
27	Насос взривлення фільтрів	1							
28	Ежекційні насоси	2							
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ 144 ОПТЕЕТ00.005.200329.2024.СП				
Виконав	Дудка В.В.				Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в місті Хмельницький		Літера	Аркуш	Аркуші
Перевірів	Недбайло О.М.							1	1
Н. Контр.							НУХТ. Каф. ТЕХТ, гр. ТЕ-4-5		
Затвердив	Петренко В.П.								