

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)

« ____ » _____ 2023 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
Валентин ПЕТРЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності **144 Теплоенергетика**
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми **Теплоенергетика та енергоефективні технології**

на тему: **Проект системи тепlopостачання житлово-промислового району № 3 в місті Житомир**

Виконала: здобувачка 5 курсу, групи ЗТЕ-5-9ск

Токменко Таїсія В'ячеславівна

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник **доц. Філоненко Віталій Миколайович**

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Рецензент _____

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

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

Здобувачка _____

(підпис)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 144 Теплоенергетика
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Теплоенергетика та енергоефективні технології
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕХТ

проф.Валентин ПЕТРЕНКО

“11” листопада 2022року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Токменко Таїсії В'ячеславівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект системи тепlopостачання житлово-промислового району № 3 в місті Житомир

керівник роботи к.т.н.,доц. Філоненко Віталій Миколайович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “11”11.2022 року № 809-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 04.02.2023 року

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

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

1. Розрахунок теплових навантажень житлово–промислового району міста

2. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами

3. Охорона праці

4. Інд завдання на тему “Стратегічна техніко-екологічна оцінка проекту”

5. Перелік графічного матеріалу

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

2. Теплова схема котельні.

3. Компановка обладнання.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 11.11.2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломний проект	11.11-13.11.2022	Виконано
2	Аналіз літературних джерел	14.11-24.11.2022	Виконано
3	Виконання розділу №1 КР	25.11-09.12.2022	Виконано
4	Виконання розділу №2 КР	10.12-29.12.2022	Виконано
5	Виконання розділу №3 КР	01.01-12.01.2023	Виконано
6	Виконання розділу №4 КР	13.01-20.01.2023	Виконано
7	Оформлення ПЗ, креслень	21.01-01.02.2023	Виконано

Здобувач _____

(підпис)

Таїсія ТОКМЕНКО

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____

(підпис)

Віталій ФІЛОНЕНКО

(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

В складі бакалаврського дипломного проекту містяться розрахунки теплових навантажень системи теплопостачання житлово-промислового району. Розраховані графіки теплових навантажень опалення 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 позначці).

Опрацьовані нормативи з охорони праці.

Пояснювальна записка до проекту складається з: 84 сторінок тексту, 50 таблиць, 5 рисунків.

Графічна частина складає 4 аркуші (формату А1).

Така тепла система повністю задовольняє потреби житлово-комунального господарства та промислового підприємства обраного району в опаленні.

Ключові слова: теплові параметри, котельня водогрійна, енергетичне обладнання, система теплопостачання, графіки теплових навантажень.

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №3 в місті Житомир</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Токменко Т.В.</i>					2	84
<i>Перевірив</i>		<i>Філоненко В.М.</i>				<i>НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ЗТЕ-5-9ск</i>		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>						

ANNOTATION

The bachelor diploma project contains calculations of heat loads of the heating system of the residential and industrial district. Calculated graphs of heating heat loads depending on the values of the outside air temperature, as well as graphs of the dependence of the temperature and consumption of mains water on the outside air temperature, the graph of the 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 mark).

Elaborated regulations on labor protection.

The explanatory note to the project consists of: 84 pages of text, 50 tables, 5 figures.

The graphic part consists of 4 sheets (A1 format).

Such a thermal system fully meets the heating needs of housing and communal services and industrial enterprises of the selected district.

Keywords: thermal parameters, water-heating boiler house, energy equipment, heat supply system, heat load schedules.

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ							
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №3 в місті Житомир			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>		
<i>Розробив</i>	<i>Токменко Т.В.</i>									3	84	
<i>Перевірив</i>	<i>Філоненко В.М.</i>							НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ЗТЕ-5-9ск				
<i>Реценз.</i>												
<i>Н. Контр.</i>												
<i>Затверд.</i>	<i>Петренко В.П.</i>											

ЗМІСТ

Анотація

Вступ . . . . .	.6
1. Розрахунок теплових навантажень житлово-промислового району міста .7	.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. . . . .	.11
1.4. Визначення розрахункових витрат теплоносія . . . . .	.23
1.5. Вихідні дані до частини 2 проекту . . . . .	.25
2. Розрахунок теплової схеми котельні . . . . .	.29
2.1. Формування вихідних даних для теплового розрахунку котельні з водогрійними котлами . . . . .	.29
2.2. Формування принципової схеми водогрійної котельні . . . . .	.30
2.3. Розрахунок параметрів теплової схеми котельні з водогрійними котлами .31	.31
2.4. Вибір обладнання котельні . . . . .	.46
2.5. Визначення енергетичних показників роботи водогрійної котельні . . . . .	.47
3. Охорона праці . . . . .	.54
3.1. Загальні вимоги безпеки до виробничого обладнання та технологічних процесів . . . . .	.60
3.2. Вимоги до виробничих приміщень . . . . .	.63
3.3. Вимоги безпеки праці під час експлуатації систем вентиляції, опалення і кондиціонування повітря . . . . .	.66
3.4. Загальні заходи та засоби нормалізації мікроклімату та теплозахисту .68	.68
4. Стратегічна техніко-екологічна оцінка проекту . . . . .	.72
4.1. Зміст та основні цілі документа планування діяльності . . . . .	.73

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розробив		Токменко Т.В.			Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №3 в місті Житомир			Літ.	Арк.	Аркушів		
Перевірів		Філоненко В.М.							4	84		
Реценз.								НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ЗТЕ-5-9ск				
Н. Контр.												
Затверд.		Петренко В.П.										

4.2. Система теплопостачання міста Житомира в цілому	. . .	.75
Література	. . . . .	.83
Специфікація обладнання	. . . . .	.84

Розробив					<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Метою дипломного проекту є розроблення тепло технологічної частини проекту водогрійної котельні для забезпечення потреб опалення, вентиляції та гарячого водопостачання житлового району міста та технологічного навантаження підприємства.

Актуальність роботи полягає в тому, що на сьогодні більша частина будинків житлових районів мають застаріле обладнання, яке не відповідає сучасним вимогам і потребам населення нашої держави. Через те виникає потреба у створенні сучасного обладнання, яке відповідає європейським стандартам і зможе повністю забезпечувати зростаючі потреби населення у тепло – та водопостачанні.

В основу даного проекту покладено створення водогрійної котельні, яка зможе при економії електроенергії та палива, працюючи максимально ефективно, забезпечити житловий район опаленням та гарячим водопостачанням.

В процесі реалізації проекту вирішенні такі задачі:

- розраховані теплові навантаження в системі теплопостачання житлового району;
- знайдені витрата і значення температури мережної води в прямій та зворотній магістралях;
- розрахована теплова схема котельні з водогрійними котлами;
- визначена собівартість теплоти, що відпущена від котельні;
- обґрунтоване техніко – економічне проектування котельні;
- виконані компоновочні креслення котельні.

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розробив</i>		<i>Токменко Т.В.</i>			<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №3 в місті Житомир</i>					
<i>Перевірив</i>		<i>Філоненко В.М.</i>						<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Реценз.</i>									2	84
<i>Н. Контр.</i>								<i>НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ЗТЕ-5-9ск</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>								

1. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЖИТЛОВО-ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ МІСТА

1.1. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРОЕКТУ

1. Географічний пункт розміщення житлово-промислового району – м. Житомир.
2. Генплан мікрорайону з розміщенням джерела теплоти – варіант № 3.
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 підприємства 12,0 МВт
(Теплоносій – гаряча вода $t_2'' = 95$ °С, степінь повернення води 1,0)
4. Розрахункова температура (максимально зимова) для проектування системи опалення – -22 °С.
5. Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період – -0,8 °С.
6. Розрахункова температура для проектування системи вентиляції – -10 °С.
7. Температура початку опалювального періоду, $t_{зпк} = +8$ °С
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 – 192 діб.
12. Тривалість періоду стояння температур зовнішнього періоду, діб

Температура	Інтервали середньодобових температур зовнішнього повітря, °С							
	-30... ...-25	-25... ...-20	-20... ...-15	-15... ...-10	-10... ...-5	-5... ...0	0... ...+5	+5... ...+8
У вказаному інтервалі	0,1	0,9	4,9	13,4	27,9	52,3	60,4	32,1
Нижче даної	0,0	1	5,9	19,3	47,2	99,5	159,9	192

13. Розрахункові температури мережної води $\tau'_{01} / \tau'_{02} : 140^{\circ} \text{C} / 70^{\circ} \text{C}$.
14. Система теплопостачання – закрыта.

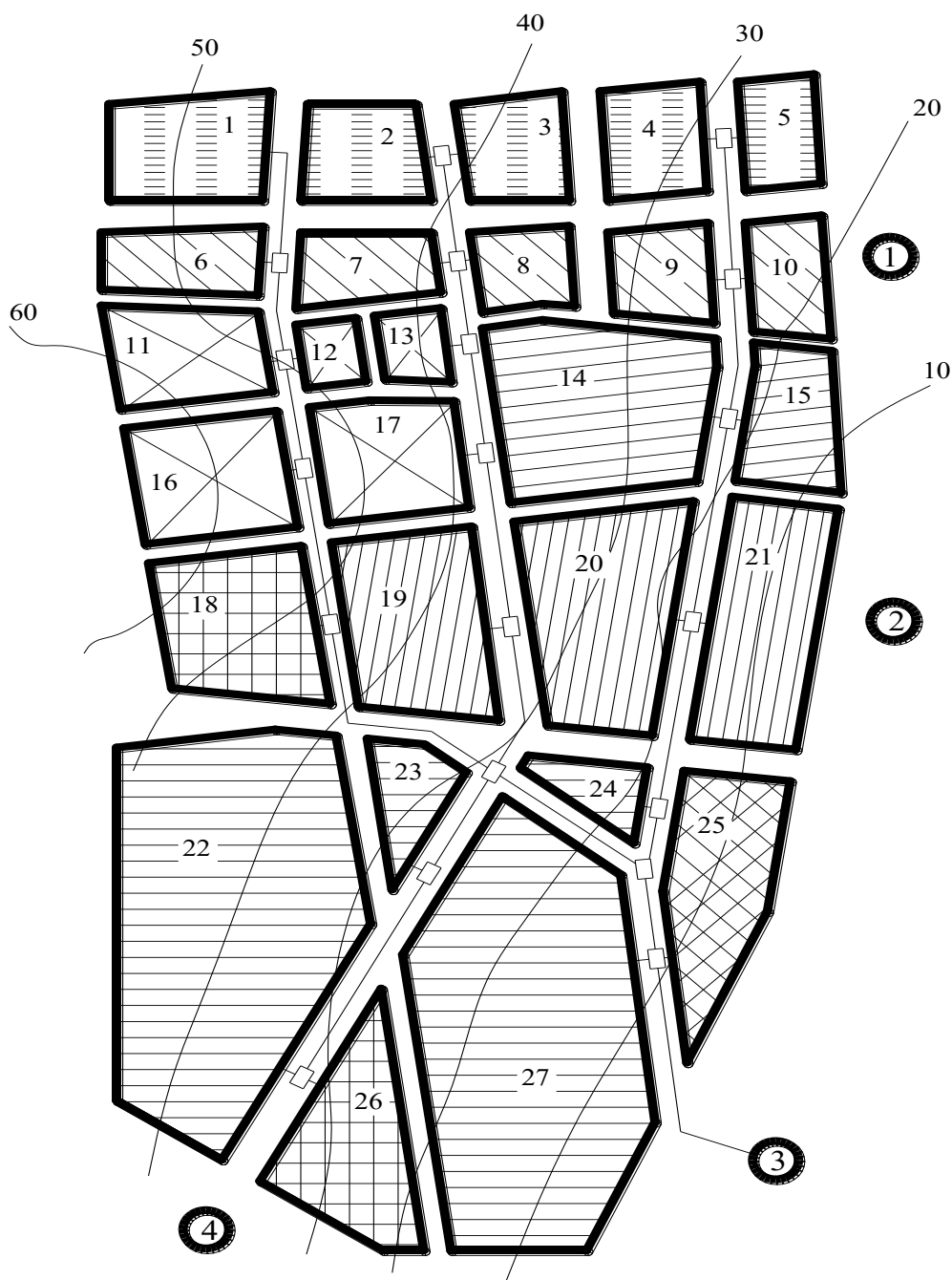
					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Токменко Т.В.			Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №3 в місті Житомир	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Філоненко В.М.					7	84
Реценз.						НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ЗТЕ-5-9ск		
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко В.П.						

15. Метод регулювання теплового навантаження на опалення - центральне якісне регулювання спільно з місцевим кількісним регулюванням.

16. Схема підключення підігрівників гарячого водопостачання до системи опалення - двоступенева змішана.

1.2. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ В СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО РАЙОНУ

1.2.1. Викреслюю план району, у відповідності із завданням у масштабі 1:5500.



Розробив				
Перевірив				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ

Арк.

8

1.2.2. Нумерую на плані району квартали району тепlopостачання.

1.2.3. Визначаю загальну площу житлових споруд району, за формулою (3.1) [1]:

$$F_{ж} = F_i \cdot f_i = 1 \cdot 8500 = 8500 \text{ м}^2$$

де 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 (3.3):

$$Q'_{o \max} = q_o F_{ж} (1 + K_{зр}) 10^{-6} = 74 \cdot 8500 \cdot (1 + 0,25) \cdot 10^{-6} = 0,79 \text{ МВт}$$

де q_o - укрупнений показник максимального теплового потоку на опалення 1м² загальної площі житлових споруд, Вт/м² /додаток 9/ [1]; $K_{зр}$ - коефіцієнт, що враховує тепловий потік на опалення громадських споруд, $K_{зр} = 0,25$.

1.2.5. Визначаю максимальне теплове навантаження системи вентиляції громадських споруд, за формулою (3.4) [1]:

$$Q'_{в \max} = K_{зр} K_{в} q_o F_{ж} 10^{-6} = 0,25 \cdot 0,6 \cdot 74 \cdot 8500 \cdot 10^{-6} = 0,09 \text{ МВт}$$

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

1.2.6. Визначаю чисельність /кількість мешканців/ людей, що проживають у районі за формулою (3.2) [1]:

$$m = \frac{F_{ж}}{f_3} = \frac{8500}{20} = 425$$

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

1.2.7. Визначаю середнє теплове навантаження на гаряче водопостачання житлових і громадських споруд, за формулою (3.5) [1]:

$$Q'_{ГВП} = q_2 m 10^{-6} = 9185 \cdot 425 \cdot 10^{-6} = 3,9 \text{ МВт}$$

де q_2 - укрупнений показник середнього теплового потоку на гаряче водопостачання на одну людину, Вт/люд., /дод. 10/ [1]; m - кількість людей.

1.2.8. Звожу результати розрахунку по кожному кварталу в таблицю 1.

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		9

Таблиця 1

Розрахункові теплових навантажень

Номер квартала	Площа квартала, га	Густина (щільність) житлового фонду, м ² /га	Житлова площа кварталу, м ²	Кількість мешканців, 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	1	8500	8500	245	0,81	0,1	0,16	1,07
2	0,47	8500	3995	200	0,38	0,05	0,08	0,50
3	0,59	8500	5015	251	0,48	0,06	0,09	0,63
4	0,63	8500	5355	268	0,51	0,06	0,10	0,67
5	0,45	8500	3825	191	0,36	0,04	0,07	0,48
6	0,53	5900	3127	156	0,37	0,04	0,06	0,47
7	0,51	5900	3009	150	0,35	0,04	0,06	0,45
8	0,4	5900	2360	118	0,28	0,03	0,04	0,35
9	0,5	5900	2950	148	0,34	0,04	0,06	0,44
10	0,47	5900	2773	139	0,32	0,04	0,05	0,41
11	0,82	7500	6150	308	0,59	0,07	0,12	0,77
12	0,22	7500	1650	83	0,16	0,02	0,03	0,21
13	0,27	7500	2025	101	0,19	0,02	0,04	0,25
14	1,87	5800	10846	542	1,03	0,12	0,20	1,36
15	0,72	5800	4176	209	0,4	0,05	0,08	0,52
16	1	7500	7500	375	0,71	0,09	0,14	0,94
17	0,86	7500	6450	323	0,61	0,07	0,12	0,81
18	1,2	6400	7680	384	0,73	0,09	0,14	0,94
19	1,43	6100	8723	322	0,75	0,09	0,12	0,96
20	1,8	6100	10980	405	0,95	0,11	0,15	1,21
21	1,53	6100	9333	344	0,8	0,10	0,13	1,03
22	4,93	6000	29580	1479	2,82	0,34	0,56	3,71
23	0,4	6000	2400	120	0,23	0,03	0,05	0,30
24	0,27	6000	1620	81	0,15	0,02	0,03	0,20
25	1,17	7100	8307	415	0,79	0,09	0,16	1,04
26	1,13	6800	7684	384	0,73	0,09	0,14	0,96
27	4,5	6000	27000	1350	2,57	0,31	0,51	3,39
Всього:	29,67	183700	193013	9113	18,41	2,21	3,49	24,12

1.2.9. Визначаю максимальне теплове навантаження на гаряче водопостачання житлових і громадських споруд, за формулою (3.6) [1]:

$$Q'_{ГВП\max} = 2,4Q'_{ГВП} = 2,4 \cdot 3,49 = 8,38 \text{ МВт}$$

1.2.10. Визначаю середнє теплове навантаження на гаряче водопостачання для неопалювального /літнього/ періоду, за формулою (3.7) [1]:

$$Q_{ГВП\Delta}^{сеп} = Q'_{ГВП} \frac{55 - t_{x.в.л}}{55 - t_{x.в.з}} \beta = 3,49 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 2,23 \text{ МВт}$$

де $t_{x.в.л}$ - температура холодної водопровідної води для літнього періоду, $t_{x.в.л} = 15$ °С; $t_{x.в.з}$ - температура холодної водопровідної води для опалювального (зимового) періоду, $t_{x.в.з} = 5$ °С; β - коефіцієнт, що враховує зміну витрати мережної води на гаряче водопостачання в неопалювальний

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		10

період по відношенню до опалювального; для житлово-комунального сектора $\beta = 0,8$; для курортних і південних міст $\beta = 1,5$; для підприємств $\beta = 1$.

1.2.11. Визначаю максимальне теплове навантаження на гаряче водопостачання для неопалювального /літнього/ періоду, за формулою (3.8):

$$Q_{ГВП \max \text{ Л}}^{сеп} = Q'_{ГВП \max} \frac{55 - t_{x.г.л}}{55 - t_{x.г.з}} \beta = 8,38 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 5,36 \text{ МВт}$$

1.2.12. Визначаю теплові навантаження на опалення Q_o та вентиляцію Q_v для 5-ти характерних температур зовнішнього повітря $t_{3.0}$, t_3 , $t_3^{сеп.опал}$, $t_{3.3}$, $t_{зпк}$, за формулами (3.9) та (3.10):

$$Q_o = Q'_{o \max} \bar{Q}_o = Q'_{o \max} \frac{t_{г.п} - t_3}{t_{г.п} - t_{3.0}} = 18,41 \frac{+18 - (-22)}{+18 - (-22)} = 18,41 \cdot 1 = 18,41 \text{ МВт}$$

$$Q_v = Q'_{v \max} \bar{Q}_v = Q'_{v \max} \frac{t_{г.п} - t_3}{t_{г.п} - t_{3.0}} = 2,21 \frac{+18 - (-22)}{+18 - (-22)} = 2,21 \cdot 1 = 2,21 \text{ МВт}$$

де $t_{г.п}$ - температура повітря всередині приміщення, $+18$ °С; $t_{3.0}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення, °С.

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

1.2.14. Звожу результати розрахунків теплових навантажень в таблицю 2

Таблиця 2

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

№ п/п	Позначення	Одиниця виміру	Тепловий потік при t_3					літо
			$t_{3.0}$ -22 °С	t_3 -10 °С	$t_3^{сеп.опал}$ -0,8 °С	$t_{3.3}$ +3 °С	$t_{зпк}$ +8 °С	
1	\bar{Q}_o		1	0,7	0,47	0,375	0,25	-
2	Q_o	МВт	18,41	12,8	7,9	6,3	4,9	-
3	Q_v	МВт	2,21	1,55	1,04	0,83	0,55	-
4	$Q'_{ГВП}$	МВт	3,49	3,49	3,49	3,49	3,49	2,23
5	$Q'_{ГВП \max}$	МВт	8,38	8,38	8,38	8,38	8,38	5,36
6	Всього: 2+3+4	МВт	26,39	19,54	14,23	12,08	8,94	2,23
7	Всього: 2+3+5	МВт	31,28	24,23	19,02	16,97	13,83	5,36

1.2.15. Визначаю річну витрату теплоти:

- на опалення, за формулою (3.15) [1]:

$$Q_o^{річн} = Q'_{o \max} n_o \frac{t_{г.п} - t_3^{сеп.опал}}{t_{г.п} - t_{3.0}} 3,6 =$$

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		11

$$= 18,41 \cdot 192 \cdot 24 \cdot \frac{+18 - (-0,8)}{+18 - (-22)} \cdot 3,6 = 143537,9 \text{ ГДж/рік}$$

- на вентиляцію, за формулою (3.16):

$$Q_v^{річн} = Q'_{v \max} n_o \frac{z}{24} \frac{t_{в.р} - t_3^{сеп.опал}}{t_{в.р} - t_{з.о}} \cdot 3,6 =$$

$$= 2,21 \cdot 192 \cdot 24 \cdot \frac{16}{24} \cdot \frac{+18 - (-0,8)}{+18 - (-22)} \cdot 3,6 = 11487,2 \text{ ГДж/рік}$$

- на гаряче водопостачання, за формулою (3.17) [1]:

$$Q_{ГВП}^{річн} = (Q'_{ГВП} n_o + Q_{ГВП,л}^{сеп}) \cdot 3,6 =$$

$$= (3,49 \cdot 192 \cdot 24 + 2,21 \cdot (8400 - 192 \cdot 24)) \cdot 3,6 = 88064,1 \text{ ГДж/рік}$$

де n_o - тривалість опалювального періоду, дб; n - тривалість роботи системи гарячого водопостачання (ГВП) протягом року, $n = 8400$ год; z - тривалість роботи вентиляційної системи протягом доби, $z = 16$ год/добу; $t_3^{сеп.опал}$ - середня температура зовнішнього повітря протягом опалювального періоду, °С.

1.2.16. Визначаю сумарну річну витрату теплоти на опалення, на вентиляцію та на ГВП, за формулою (3.18):

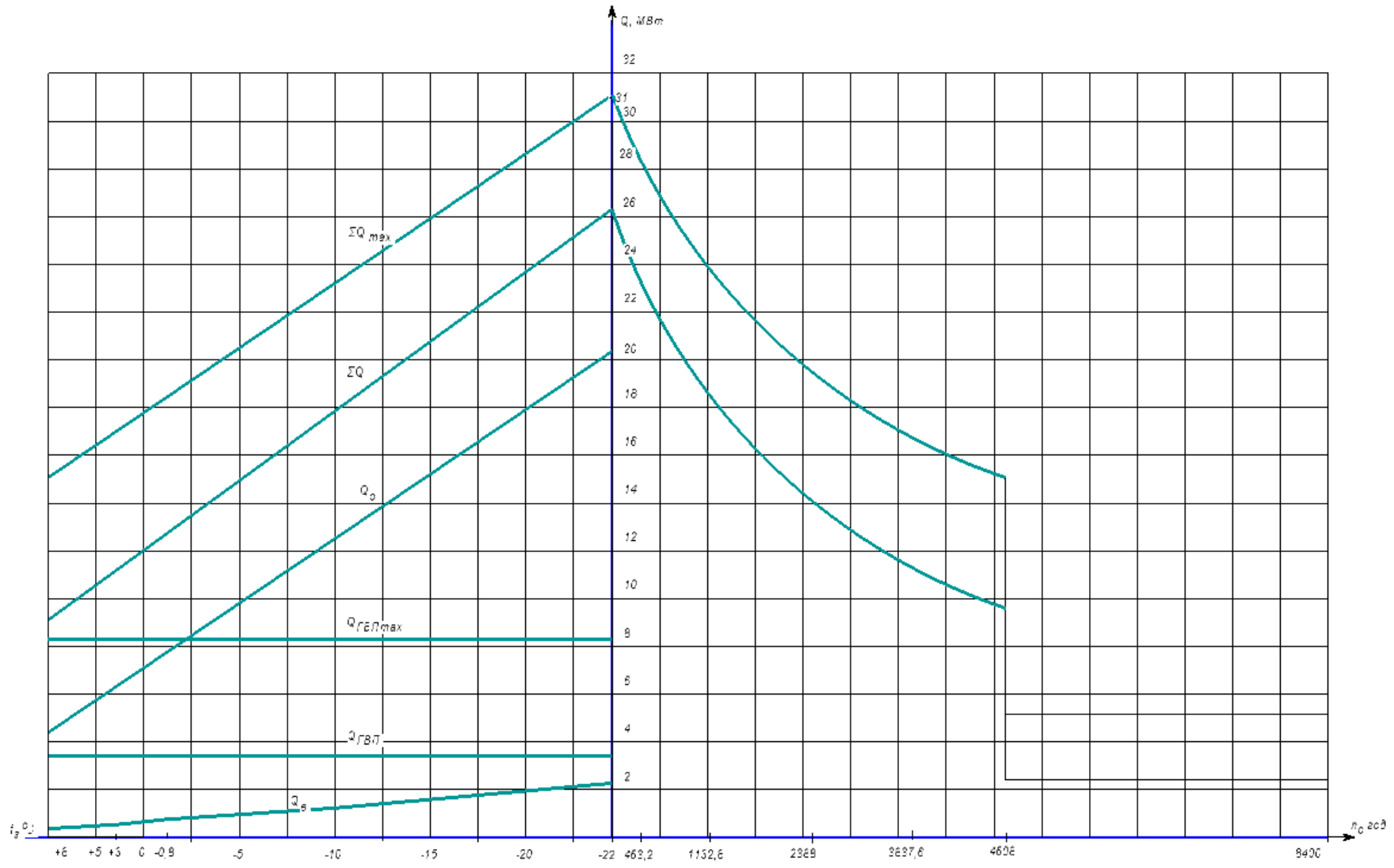
$$\sum Q^{річн} = Q_o^{річн} + Q_v^{річн} + Q_{ГВП}^{річн} = 143537,91 + 11487,2 + 88064,1 = 243079,3 \text{ ГДж/рік}$$

$$\sum Q^{річн} = 675,22 \text{ МВтгод/рік}$$

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

					<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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



3

Архив

№ докум.

Підпис

Дата

00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ

Архив

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 , $t_3^{сеп.опал}$, $t_{3,3}$, $t_{зПК}$:

- в подавальному трубопроводі, за формулою (4.1):

$$\begin{aligned} \tau_{o1} &= t_{в.п} + \Delta t_o' \bar{Q}_o^{0,8} + \bar{Q}_o (\delta \tau_o' - 0,5\theta') = \\ &= 18 + \left(\frac{95 + 70}{2} - 18 \right) \cdot \left(\frac{+18 - (-22)}{+18 - (-22)} \right)^{0,8} + \frac{+18 - (-22)}{+18 - (-22)} (70 - 0,5 \cdot 25) = 140 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

- після вузла змішування, за формулою (4.2):

$$\begin{aligned} \tau_{o3} &= t_{в.п} + \Delta t_o' \bar{Q}_o^{0,8} + 0,5\theta' \bar{Q}_o = \\ &= 18 + 64,5 \cdot \left(\frac{+18 - (-22)}{+18 - (-22)} \right)^{0,8} + 0,5 \cdot 25 \cdot \frac{+18 - (-22)}{+18 - (-22)} = 95 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

після системи опалення (опалювальних приладів), за формулою (4.3):

$$\begin{aligned} \tau_{o2} &= t_{в.п} + \Delta t_o' \bar{Q}_o^{0,8} - 0,5\theta' \bar{Q}_o = \\ &= 18 + 64,5 \cdot \left(\frac{+18 - (-22)}{+18 - (-22)} \right)^{0,8} - 0,5 \cdot 25 \cdot \frac{+18 - (-22)}{+18 - (-22)} = 70 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

де $\Delta t_o' = \tau_{np}' - t_{в.п} = 82,5 - 18 = 64,5 \text{ } ^\circ\text{C}$; $\tau_{np}' = \frac{\tau_{o3}' + \tau_{o2}'}{2} = \frac{95 + 70}{2} = 82,5 \text{ } ^\circ\text{C}$;

$$\bar{Q}_o = \frac{t_{в.п} - t_3}{t_{в.п} - t_{3,0}} = \frac{+18 - (-22)}{+18 - (-22)} = 1; \delta \tau_o' = \tau_{o1}' - \tau_{o2}' = 140 - 70 = 70 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\theta' = \tau_{o3}' - \tau_{o2}' = 95 - 70 = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

1.3.1.2. Визначаю витрату мережної води на опалення у першому діапазоні ($t_{зПК} \dots t_{3,3}$), за формулою (4.4):

$$G_o = \frac{Q_o \cdot 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} = \frac{4,9 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 42,7)} = 42,84 \text{ кг/с}$$

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 (4.5):

$$G_{o\max}' = \frac{Q_{o\max}' \cdot 10^3}{c(\tau_{o1}' - \tau_{o2}')} = \frac{18,41 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 70)} = 63,2 \text{ кг/с}$$

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		14

1.3.1.4 Звожу результати визначення температур і витрат в таблицю 4.

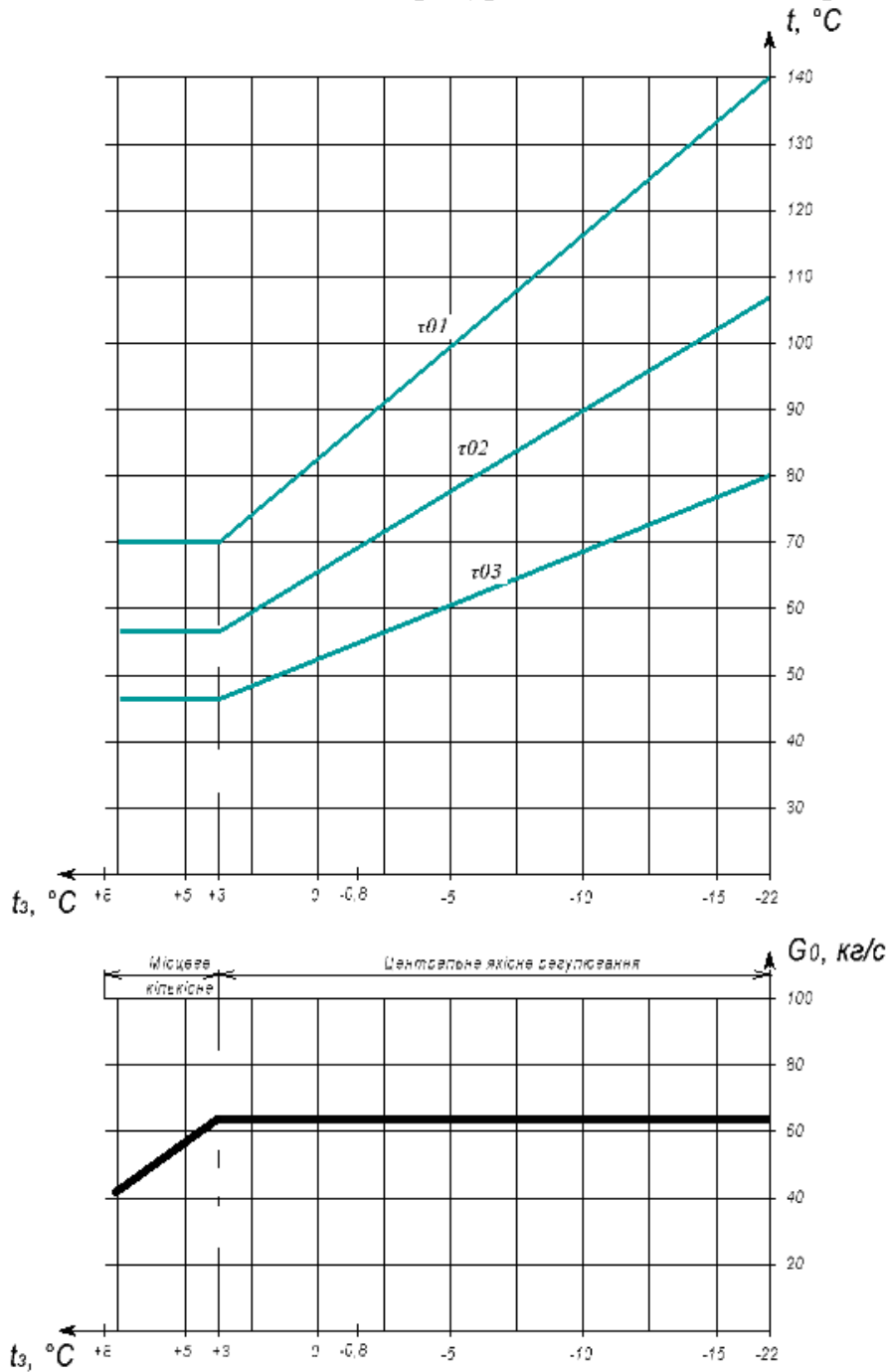
Таблиця 4

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

Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при				
		$t_{z.o}$ -22 °C	t_z -10 °C	$t_z^{сер.опал}$ -0,8 °C	$t_{z.з}$ +3 °C	$t_{зпк}$ +8 °C
τ_{o1}	°C	140,0	117,1	87,7	70	70
τ_{o2}	°C	107,0	90,0	69,8	57,8	57,8
τ_{o3}	°C	80,0	68,3	54,9	47,8	47,8
G_o	кг/с	63,2	63,2	63,2	63,2	42,8

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

Графік 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 (4.6):

$$G_{ГВП\max} = \frac{Q_{ГВП\max} \cdot 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''') t_2 - t_{x.3}} = \frac{8,38 \cdot 10^3}{4,19(70 - 43,7)} \cdot \frac{60 - (43,7 - 5)}{60 - 5} = 19,89 \text{ кг/с}$$

1.3.2.2. Визначити температуру мережної води після підігрівника 1-го ступеню, за формулою (4.7):

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		16

$$\tau_2 = \tau_{o2} - Q_{ГВП} \frac{t_n - t_{x.3}}{t_2 - t_{x.3}} \frac{1}{c(G_{o\max} + G_{ГВП})} =$$

$$= 43,7 - 8,38 \cdot 10^3 \cdot \frac{(43,7 - 5) - 5}{60 - 5} \cdot \frac{1}{4,19(55,1 + 19,89)} = 32,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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 ($t_3 = -0,8 \text{ } ^\circ\text{C}$):

1.3.2.4. Визначаю температурні напори 1-го і 2-го ступенів підігрівників при розрахунковому режимі ($t_3 = t_3'''$), за формулами (4.13) та (4.14):

$$\Delta t_I = \frac{\Delta t_{\delta_I} - \Delta t_{M_I}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta_I}}{\Delta t_{M_I}}} = \frac{(\tau_2 - t_{x.3}) - (\tau_{o2}''' - t_n)}{\ln \frac{\tau_2 - t_{x.3}}{\tau_{o2}''' - t_n}} = \frac{(32,7 - 5) - (43,7 - 38,7)}{\ln \frac{32,7 - 5}{43,7 - 38,7}} = 13,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{II} = \frac{\Delta t_{\delta_{II}} - \Delta t_{M_{II}}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta_{II}}}{\Delta t_{M_{II}}}} = \frac{(\tau_{o1}''' - t_2) - (\tau_{22} - t_n)}{\ln \frac{\tau_{o1}''' - t_2}{\tau_{22} - t_n}} = \frac{(70 - 60) - (43,7 - 38,7)}{\ln \frac{70 - 60}{43,7 - 38,7}} = 7,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.3.2.5. Визначаю витрату водопровідної води на ГВП, за формулою (4.15):

$$q_{cM} = \frac{Q_{ГВП\max} 10^3}{c(t_n - t_{x.3})} = \frac{8,38 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (60 - 5)} = 24,56 \text{ кг/с}$$

1.3.2.6. Визначаю теплопродуктивність підігрівників 1-го і 2-го ступенів, за формулами (4.16) та (4.17):

$$Q_I = \tilde{n} q_{\tilde{q}_i} (t_i - t_{\delta.c}) = 4,19 \cdot 24,56 \cdot (38,7 - 5) = 3,47 \text{ МВт}$$

$$Q_{2I} = \tilde{n} q_{\tilde{q}_i} (t_a - t_i) = 4,19 \cdot 24,56 \cdot (60 - 38,7) = 2,19 \text{ МВт}$$

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

1.3.2.7. Визначаю витрати мережної води, що проходить через підігрівників 1-го і 2-го ступенів, за формулами (4.18) та (4.19):

$$G_I = G_{II} + G'_{o\max} = 28,25 + 55,1 = 83,35 \text{ кг/с}$$

$$G_{II} = \frac{0,55 Q_{\tilde{A}\tilde{A}i\max} 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} = \frac{0,55 \cdot 5,66 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 43,7)} = 28,25 \text{ кг/с}$$

1.3.2.8. Визначаю параметр підігрівників 1-го та 2-го ступенів за формулою (4.12)

$$\hat{O}_2 = \frac{Q_2 10^3}{\Delta t_2 \tilde{n} \sqrt{G_I \cdot G_{\hat{a}_2}}} = \frac{3,47 \cdot 10^3}{13,3 \cdot 4,19 \cdot \sqrt{24,56 \cdot 83,35}} = 1,38$$

									Арку
									17
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ				

$$\hat{O}_{22} = \frac{Q_{22} 10^3}{\Delta t_{22} \tilde{n} \sqrt{G_{I_{22}} G_{\hat{a}_{22}}}} = \frac{2,19 \cdot 10^3}{7,2 \cdot 4,19 \cdot \sqrt{24,56 \cdot 28,25}} = 2,76$$

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 його рівною $G'_{o_{max}}$, температуру нагрівної води на вході в підігрівник 1-го ступеню, рівною $\tau_{cm} = \tau_{o2}$, за формулою (4.20):

$$Q_I = \tilde{n} \varepsilon_2 G_{I_{22}} (\tau_{\tilde{m}} - t_{\hat{o}, \zeta}) = 4,19 \cdot 0,87 \cdot 24,56 \cdot (47,4 - 5) = 3,81 \text{ МВт}$$

де ε_I визначаю за формулою (4.11)

$$\begin{aligned} \varepsilon_I &= \left(0,35 \frac{G_{M_I}}{G_{\hat{o}_I}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \sqrt{\left[\frac{G_{M_I}}{G_{\hat{o}_I}} \right]} \right)^{-1} = \\ &= \left(0,35 \frac{24,56}{83,35} + 0,65 + \frac{1}{1,38} \sqrt{\left[\frac{24,56}{83,35} \right]} \right)^{-1} = 0,87 \end{aligned}$$

1.3.2.10. Визначаю температуру водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню, за формулою (4.21):

$$t_i = t_{\hat{o}, \zeta} + \frac{Q_I 10^3}{\tilde{n} q_{\hat{a}_i}} = 5 + \frac{3,81 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 24,56} = 42 \text{ }^\circ\text{C}$$

1.3.2.11. Визначаю теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню, за формулою (4.22):

$$Q_{II} = Q_{I_{BII max}} - Q_I = 8,38 - 3,81 = 4,57 \text{ МВт}$$

1.3.2.12. Визначити витрату мережної води через підігрівник 2-го ступеню, за формулою (4.23):

$$G_{II} = \frac{Q_{II} 10^3}{c (\tau_{o1} - \tau_{2z})} = \frac{4,57 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (80,3 - 47,4)} = 11,55 \text{ кг/с}$$

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

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

1.3.2.13. Визначаю витрату мережної води через підігрівник 1-го ступеню, за формулою (4.24):

$$G_I = G_{II} + G'_{o_{max}} = 11,55 + 55,1 = 66,65 \text{ кг/с}$$

1.3.2.14. Визначаю температуру мережної води на вході в підігрівник 1-го ступеню, за формулою (4.25):

$$\tau_{\tilde{m}} = \frac{G'_{o_{max}}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2\hat{a}} = \frac{55,1}{66,65} \cdot 47,4 + \frac{11,55}{66,65} \cdot 42 = 46,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

На цьому попередній розрахунок закінчую.

Кінцевий розрахунок.

										Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ					18

3.2.15. Визначаю теплопродуктивність 1-го ступеню за формулою (4.20). В даному випадку витрати нагрівної і водопровідної води приймаються відповідно G_I і q_{2M} .

$$Q_I = \tilde{n}\varepsilon_2 G_I (\tau_{\tilde{m}} - t_{\tilde{o},c}) = 4,19 \cdot 0,82 \cdot 24,56 \cdot (46,5 - 5) = 3,5 \text{ МВт}$$

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

$$= \left(0,35 \frac{24,56}{66,65} + 0,65 + \frac{1}{1,38} \sqrt{\left[\frac{24,56}{66,65} \right]} \right)^{-1} = 0,82$$

1.3.2.16. Визначаю температуру водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню, за формулою (4.21):

$$t_i = t_{\tilde{o},c} + \frac{Q_I 10^3}{\tilde{n}q_{\tilde{o}_i}} = 5 + \frac{3,5 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 24,56} = 39,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

1.3.2.17. Визначаю теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню, за формулою (4.22):

$$Q_{II} = Q_{ГВП\max} - Q_I = 8,38 - 3,5 = 4,88 \text{ МВт}$$

1.3.2.18. Визначаю витрату мережної води через підігрівник 2-го ступеню за формулою (4.26):

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

$$= \frac{1,7 \cdot 2,76^2 \cdot 24,56}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \cdot 2,76^2 \cdot \left(\frac{(80,3 - 39,0) \cdot 4,19 \cdot 24,56}{2,16 \cdot 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 14,11 \text{ кг/с}$$

1.3.2.19. Визначаю температуру мережної води на виході із підігрівника 2-го ступеню, за формулою (4.28):

$$\tau_{2z} = \tau_{01} - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 80,3 - \frac{4,88 \cdot 10^3}{14,11 \cdot 4,19} = 43,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

1.3.2.20. Визначаю витрату мережної води через підігрівник 1-го ступеню, за формулою (4.24):

$$G_I = G_{II} + G'_{o\max} = 14,11 + 55,1 = 69,21 \text{ кг/с}$$

1.3.2.21. Визначаю температуру мережної води на вході в підігрівник 1-го ступеню, за формулою (4.25):

$$\tau_{\tilde{m}} = \frac{G'_{o\max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2\tilde{a}} = \frac{55,1}{69,21} \cdot 47,4 + \frac{14,11}{69,21} \cdot 43,8 = 46,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

1.3.2.22. Перевіряю теплову продуктивність 1-го і 2-го ступенів підігрівників за формулами (4.20)-(4.22). Якщо знайдені величини близько

									Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата					19

співпадають з даними попереднього розрахунку, то розрахунок закінчено. В протилежному випадку знову провести уточнюючий розрахунок за вищенаведеною методикою.

- Визначаю теплопродуктивність 1-го ступеню:

$$Q_I = \tilde{n}\varepsilon_2 G_{I_2} (\tau_{\tilde{m}} - t_{\tilde{o},c}) = 4,19 \cdot 0,83 \cdot 24,56 \cdot (46,7 - 5) = 3,56 \text{ МВт}$$

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

$$= \left(0,35 \cdot \frac{24,56}{69,21} + 0,65 + \frac{1}{1,38} \cdot \sqrt{\left[\frac{24,56}{69,21} \right]} \right)^{-1} = 0,83$$

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

$$t_i = t_{\tilde{o},c} + \frac{Q_I 10^3}{\tilde{n}q_{\tilde{q}_i}} = 5 + \frac{3,56 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 24,56} = 39,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначаю теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} = Q_{ГВП \max} - Q_I = 8,38 - 3,56 = 4,82 \text{ МВт}$$

- Визначаю витрату мережної води через підігрівник 2-го ступеню:

$$G_{II} = \frac{1,7\Phi_{II}^2 q_{z_M}}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6\Phi_{II}^2 \left(\frac{(\tau_{o1} - t_n) c q_{z_M}}{Q_{II} 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} =$$

$$= \frac{1,7 \cdot 2,76^2 \cdot 24,56}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \cdot 2,76^2 \cdot \left(\frac{(80,3 - 39,5) \cdot 4,19 \cdot 24,56}{2,1 \cdot 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 13,86 \text{ кг/с}$$

$$G_{II} \geq \frac{Q_{II} 10^3}{(\tau_{o1} - t_n) c} \quad (13,86 \geq \frac{4,82 \cdot 10^3}{(80,3 - 39,5) \cdot 4,19}, 13,86 \geq 12,33).$$

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

$$\tau_{2,2} = \tau_{o1} - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 80,3 - \frac{4,82 \cdot 10^3}{13,86 \cdot 4,19} = 44,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначаю витрату мережної води через підігрівник I ступеню:

$$G_I = G_{II} + G'_{o \max} = 13,86 + 55,1 = 68,96 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_{\tilde{m}} = \frac{G'_{o \max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2,2} = \frac{55,1}{68,96} \cdot 47,4 + \frac{13,86}{68,96} \cdot 44,1 = 46,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначаю теплопродуктивність 1-го ступеню:

										00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
											20
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата							

$$Q_I = \tilde{n} \varepsilon_2 G_{\tilde{I}_2} (\tau_{\tilde{m}} - t_{\tilde{o},\zeta}) = 4,19 \cdot 0,83 \cdot 24,56 \cdot (46,7 - 5) = 3,56 \text{ МВт}$$

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

$$= \left(0,35 \cdot \frac{24,56}{68,96} + 0,65 + \frac{1}{1,38} \cdot \sqrt{\left[\frac{24,56}{68,96} \right]} \right)^{-1} = 0,83$$

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

$$t_{\tilde{r}} = t_{\tilde{o},\zeta} + \frac{Q_I 10^3}{\tilde{n} q_{\tilde{a}_i}} = 5 + \frac{3,56 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 24,56} = 39,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначаю теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} = Q_{ГВП \max} - Q_I = 8,38 - 3,56 = 4,82 \text{ МВт}$$

1.3.2.23. Визначаю температуру мережної води на виході з підігрівника 1-го ступеню, за формулою (4.29):

$$\tau_2 = \tau_{\tilde{m}} - \frac{Q_I 10^3}{G_{Ic}} = 46,7 - \frac{3,56 \cdot 10^3}{68,96 \cdot 4,19} = 34,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

- 1.3.2.24. Здійснюю перевірку, за формулою (4.30)

$$t_2 = \frac{Q_{ГВП}^{II} 10^3}{c q_{\tilde{e}_M}} + t_n = \frac{4,82 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 24,56} + 39,6 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$$

Для визначення витрати теплоносія і температури мережної води при інших значеннях t_3 пункти 1.3.2.4-1.3.2.8 не розраховуються, приймаються з попереднього, оскільки вони визначені при $t_3 = t_3^m$.

- 1.3.2.25. Визначити витрату мережної води в літньому режимі:

$$G_{\tilde{A}\tilde{A}\tilde{r}} = \frac{Q_{\tilde{A}\tilde{A}\tilde{r}}^{\tilde{n}\tilde{a}\tilde{d}} 10^3}{(\tau_{01}^m - 30) \tilde{n}} = \frac{1,51 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4,19} = 9 \text{ кг/с.}$$

- 1.3.2.26. Звожу результати розрахунків у таблицю 5.

										00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата							21

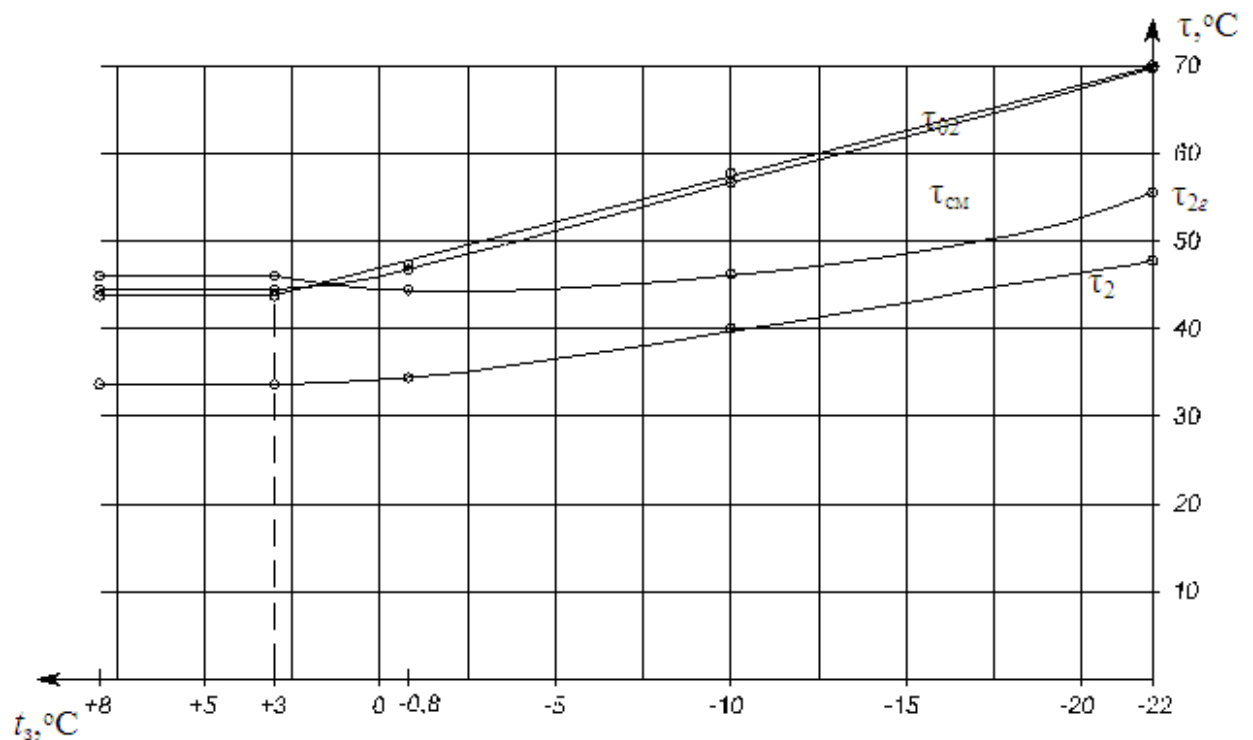
Таблиця 5.

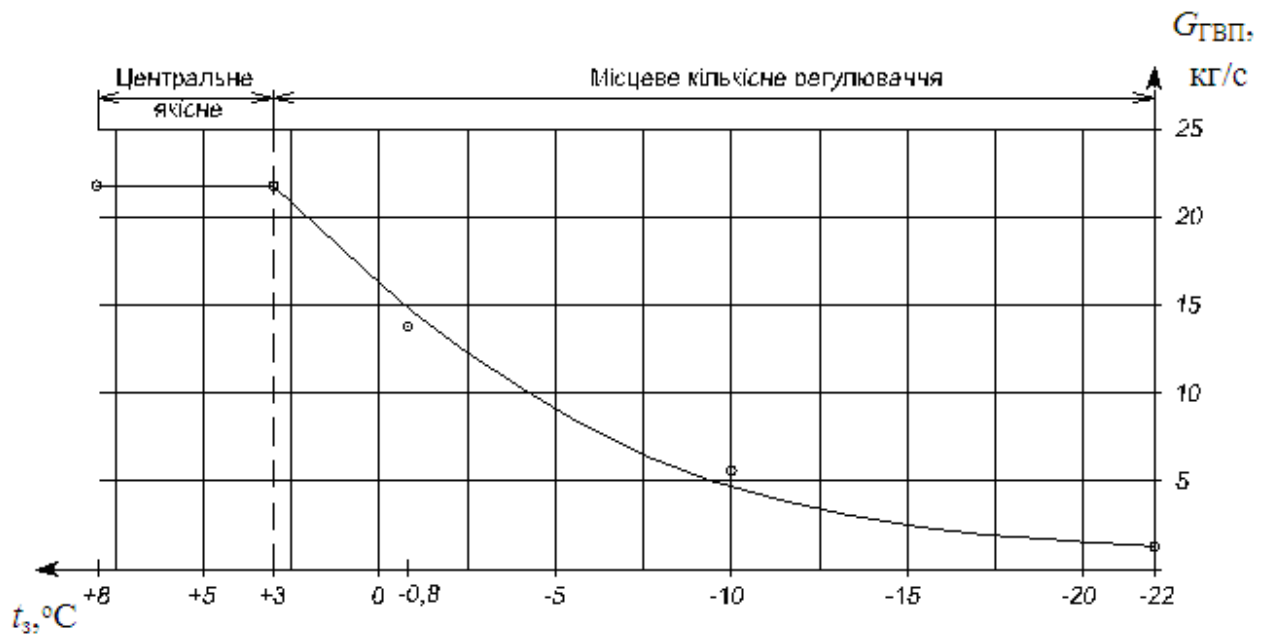
Результати розрахунку витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання

Позначення	Одиниця виміру	Температура мережної води при					
		$t_{3,0}$ -22 °C	t_3 -10 °C	$t_3^{сер.опал}$ -0,8 °C	t_3''' +3 °C	$t_{зпк}$ +8 °C	літо
τ_{02}	°C	70,0	57,7	47,4	43,7	43,7	70
τ_{2z}	°C	55,5	46,2	44,1	46,0	46,0	30
t_n	°C	55,5	46,2	39,6	38,6	38,6	60
$\tau_{см}$	°C	69,7	56,6	46,7	44,3	44,3	-
τ_2	°C	47,7	40,0	34,4	33,6	33,6	-
$G_{ГВП}$	кг/с	1,31	5,6	13,8	21,8	21,8	9,01

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

Графіки залежності витрати мережної води на ГВП і температури мережної води після підігрівників ГВП 1-го і 2-ступенів 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 $t_{зовн.вент.}$.

1.3.3.1. Визначаю температуру мережної води після калориферів за формулою (4.37):

$$\frac{(\tau_{01} + \tau_{2в}) - (t_{в.р} + t_3)}{(\tau_{01}'' + \tau_{2в}'') - (t_{в.р} + t_{3.в})} \left(\frac{\tau_{01}'' - \tau_{2в}''}{\tau_{01} - \tau_{2в}} \right)^{0,15} = 1,$$

$$\frac{(140 + \tau_{2в}) - (18 + (-22))}{(106,7 + 57,7) - (18 + (-10))} \cdot \left(\frac{106,7 - 57,7}{140 - \tau_{2в}} \right)^{0,15} = 1$$

де τ_{01}'' - температура мережної води у подавальному трубопроводі при $t_{зовн.вент.}$; $\tau_{2в}''$ - температура води після калориферів при $t_{3.в.}$, °C.

Методом підбору знаходжу $\tau_{2в} = 32$ °C.

1.3.3.2. Визначаю витрату мережної води на вентиляцію, за формулою (4.39):

$$G_в = \frac{Q_в \cdot 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{2в})} = \frac{2,21 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 32)} = 4,29 \text{ кг/с}$$

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

1.3.3.3. Визначаю температуру води після калориферів, за формулою (4.40):

$$\tau_{2в} = \tau_{01} - (\tau_{01}'' - \tau_{2в}'') \frac{t_{в.р} - t_3}{t_{в.р} - t_{3.в}} = 70 - (106,7 - 57,7) \cdot \frac{18 - 3}{18 - (-10)} = 43,7 \text{ °C}$$

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		23

1.3.3.4. Визначаю витрату мережної води на вентиляцію, за формулою (4.39):

$$G''_6 = \frac{Q_6 \cdot 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{26})} = \frac{1,55 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (106,7 - 57,7)} = 6,62 \text{ кг/с}$$

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

1.3.3.5. Визначаю температуру води після калориферів, за формулою (4.42):

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

$$\frac{(70 + \tau_{26}) - (8 + 18) \cdot \left(\frac{106,7 - 57,7}{70 - \tau_{26}} \right)^{0,15}}{(106,7 + 57,7) - (-10 + 18) \cdot \left(\frac{18 - 8}{18 - (-10)} \right)^{0,85}} = 1$$

Методом підбору знаходжу $\tau_{26} = 21,15$ °С.

1.3.3.6. Визначаю витрату мережної води на вентиляцію, за формулою (4.39):

$$G_6 = \frac{Q_6 \cdot 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{26})} = \frac{0,55 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 21,15)} = 2,39 \text{ кг/с}$$

1.3.3.7. Звожу результати розрахунків у таблицю 6.

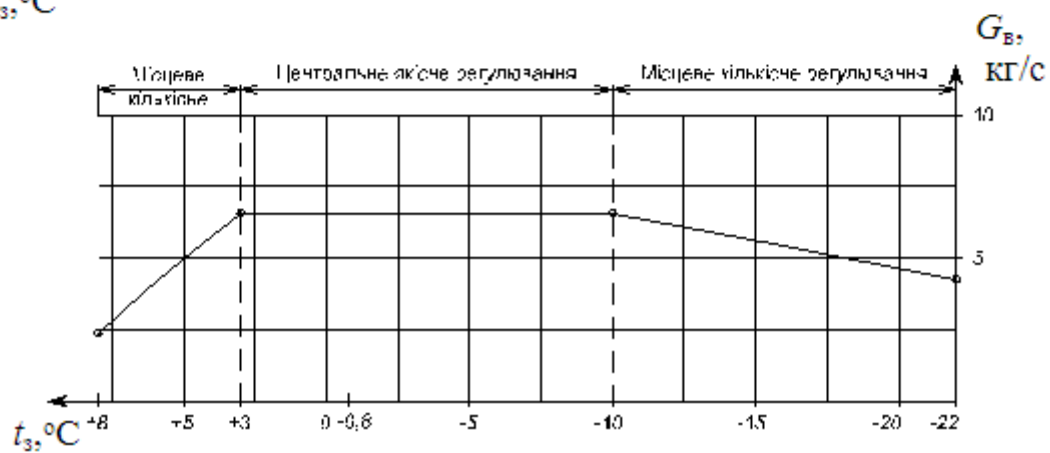
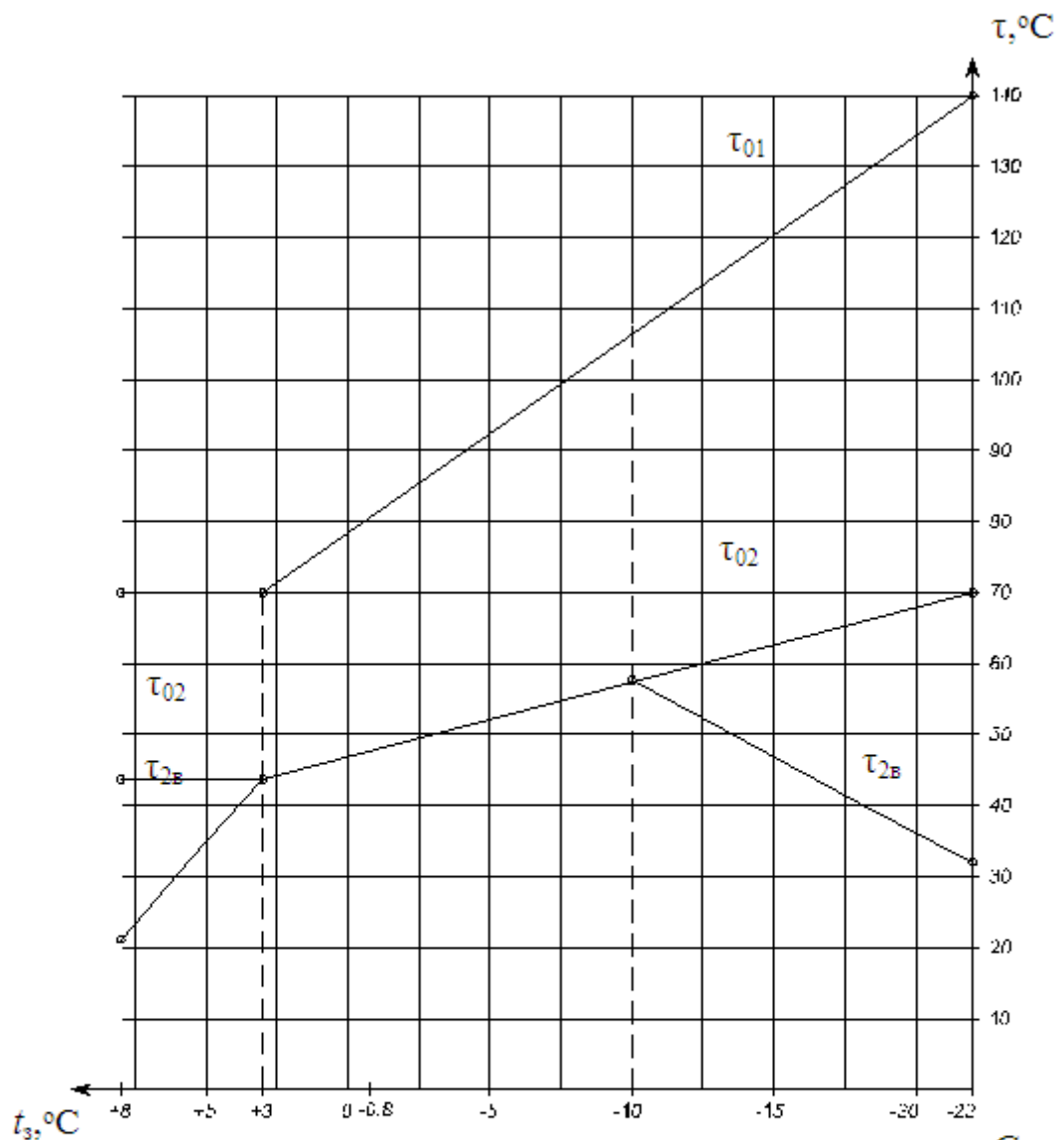
Таблиця 6.

Результати розрахунку витрат та температур мережної води на вентиляцію

Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при				
		$t_{3,0}$ -22 °С	t_3 -10 °С	$t_3^{сер.опал}$ -0,8°С	$t_{3,3}$ +3 °С	$t_{3ПК}$ +8 °С
τ_{01}	°С	140	106,7	80,3	70,0	70,0
τ_{02}	°С	70,0	57,7	47,4	43,7	43,7
τ_{26}	°С	32,0	57,7	47,4	43,7	21,1
G_6	кг/с	4,2	6,6	6,6	6,6	2,3

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

Графіки залежності витрати мережної води на вентиляцію і температури мережної води після калориферів від температури зовнішнього повітря



Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата

00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ

Арку

25

1.4. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ТЕПЛОНОСІЯ

1.4.1. Визначаю розрахункову витрату мережної води:- на опалення, за формулою (6.1)

$$G'_{o\max} = \frac{Q'_{o\max} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{o2})} = \frac{20.69 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 70)} = 70.5 \text{ кг/с}$$

- на вентиляцію, за формулою (6.2)

$$G'_{e\max} = \frac{Q'_{e\max} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{2e})} = \frac{2,21 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 57.7)} = 4.27 \text{ кг/с}$$

- середня при двоступеневих схемах приєднання підігрівників води в системі ГВП, за формулою (6.5)

$$G'_{GВП\text{сеп}} = \frac{Q'_{GВП} 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} \left(\frac{55 - t'}{55 - t_x} + 0,2 \right) = \frac{3,49 \cdot 10^3}{4,19(70 - 42,7)} \cdot \frac{55 - (42,7 - 5)}{55 - 5} = 10.54 \text{ кг/с}$$

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 (6.8)

$$G'_{GВП\text{макс}} = \frac{0,55 Q'_{GВП\text{макс}} 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} = \frac{0,55 \cdot 7,92 \cdot 10^3}{4,19(70 - 47,3)} = 45,8 \text{ кг/с}$$

1.4.2. Визначаю сумарні розрахункові витрати мережної води, за формулою (6.9):

$$G' = G'_{o\max} + G'_{e\max} + K_3 G'_{GВП\text{сеп}} = 62.83 + 4.27 + 1,2 \cdot 10.54 = 79.74 \text{ кг/с}$$

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 (6.11):

$$G'_l = \frac{Q'_{GВП\text{л}} 10^3}{(\tau'''_{o1} - 30)c} = \frac{2,11 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4,19} = 13.31 \text{ кг/с}$$

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

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
						26
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7

Значення розрахункових витрат теплоносія

Номер кварталу	Розрахункова витрата теплоносія, кг/с					
	$G'_{o \max}$	$G'_{в \max}$	$G'_{ГВП}^{сер}$	$K_3 \cdot G'_{ГВП}^{сер}$	G'	$G'_л$
1	2	3	4	5	6	7
1	2,76	0,19	0,48	0,58	3,53	0,61
2	1,30	0,09	0,23	0,27	1,66	0,29
3	1,63	0,11	0,29	0,34	2,08	0,36
4	1,74	0,12	0,30	0,37	2,22	0,38
5	1,24	0,08	0,22	0,26	1,59	0,27
6	1,24	0,08	0,18	0,21	1,54	0,22
7	1,20	0,08	0,17	0,21	1,48	0,22
8	0,94	0,06	0,13	0,16	1,16	0,17
9	1,17	0,08	0,17	0,20	1,46	0,21
10	1,10	0,08	0,16	0,19	1,37	0,20
11	2,00	0,14	0,35	0,42	2,55	0,44
12	0,54	0,04	0,09	0,11	0,68	0,12
13	0,66	0,04	0,12	0,14	0,84	0,15
14	3,52	0,24	0,62	0,74	4,50	0,78
15	1,36	0,09	0,24	0,28	1,73	0,30
16	2,44	0,17	0,43	0,51	3,11	0,54
17	2,09	0,14	0,37	0,44	2,68	0,46
18	2,49	0,17	0,44	0,52	3,19	0,55
19	2,56	0,17	0,37	0,44	3,17	0,46
20	3,22	0,22	0,46	0,55	4,00	0,58
21	2,74	0,19	0,39	0,47	3,40	0,49
22	9,61	0,65	1,68	2,02	12,28	2,12
23	0,78	0,05	0,14	0,16	1,00	0,17
24	0,53	0,04	0,09	0,11	0,67	0,12
25	2,70	0,18	0,47	0,57	3,45	0,60
26	2,50	0,17	0,44	0,52	3,19	0,55
27	8,77	0,60	1,54	1,84	11,21	1,94
Всього	70,5	4,27	10,54	12,65	79,74	13,31

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:

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

$$= \frac{70,5 + 16,36}{70,5 + 16,36 + 5,17} \cdot 70 + \frac{3,17}{70,5 + 16,36 + 5,17} \cdot 42,4 = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$\tau_2 = \frac{70,5 + 14,3}{70,5 + 14,3 + 2,57} \cdot 38,6 + \frac{2,57}{70,5 + 14,3 + 2,57} \cdot 47,3 = 28,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.5.3. Формую результати розрахунку теплової мережі, що необхідні для теплового розрахунку джерела тепlopостачання (водогрійної котельні) у вигляді таблиці 8.

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		27

Таблиця 8

№ п.п.	Назва параметра	Ум. позн.	Од. виміру	Характерні режими експлуатації теплофікаційної системи		
				Максимально-зимовий	Точки зламу температурного графіка	Літній
1	Місто розташування котельні			Житомир <i>(Вказати назву міста)</i>		
2	Тип системи теплопостачання			Закрита		
3	Температурна характеристика тепломережі району	τ_1 / τ_2	°C/°C	140/70		
4	Температура зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	°C	-22	+3	+15
5	Теплове навантаження системи опалення	$Q_{\text{оп}}$	МВт	20,69	7,76	-
6	Теплове навантаження системи ГВП	$Q_{\text{ГВП}}$	МВт	8,38	8,38	5,35
7	Теплове навантаження системи вентиляції	$Q_{\text{вент}}$	МВт	2,21	0,83	-
8	Річне теплове навантаження житлового району	$Q_{\text{ЖР}}^{\text{рік}}$	МВт·год/рік	92323,04		
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	$Q_{\text{п.п}}^{\text{рік}}$	МВт·год/рік	302400		
12	Температура “прямої” мережної води	τ_1	°C	140	70	70
13	Температура “зворотної” мережної води	τ_2	°C	42,32	28,12	30
14	Витрата “прямої” води в тепломережу	G_1	кг/с т/ год	76,17 274,21	96,35 346,86	31,92 114,91
15	Убуток води в тепломережі	$G_{\text{уб.тм}}$	т/ год	15,0	15,0	5,0
16	Витрата “зворотної” води в тепломережі	G_2	т/ год	259,21	331,86	109,91
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.	40,0	40,0	40,0

Загальні вихідні дані для Ч.2 проекту

									Арку
									28
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ				

2. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНОЇ

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.

2.1.1 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, що одержані в частині 1 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			Житомир <i>(Вказати назву міста)</i>		
2	Тип системи тепlopостачання			Закрита		
3	Температурна характеристика тепломережі району	τ_1 / τ_2	°C/°C	140/70		
4	Температура зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	°C	-22	+3	+15
5	Теплове навантаження системи опалення	$Q_{\text{оп}}$	МВт	20,69	7,76	-
6	Теплове навантаження системи ГВП	$Q_{\text{ГВП}}$	МВт	8,38	8,38	5,36
7	Теплове навантаження системи вентиляції	$Q_{\text{вент}}$	МВт	2,21	0,83	-
8	Річне теплове навантаження житлового району	$Q_{\text{ЖР}}^{\text{рік}}$	МВт-год/рік	92323,04		
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	$Q_{\text{П.П}}^{\text{рік}}$	МВт-год/рік	302400		

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ		Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата			29

12	Температура “прямої” мережної води	τ_1	°С	140	70	70
13	Температура “зворотної” мережної води	τ_2	°С	42,32	28,12	30
14	Витрата “прямої” води в тепломережу	G_1	кг/с т/ год	76,17 274,21	96,35 346,86	31,92 114,91
15	Убуток води в тепломережі	$G_{уб.тм}$	т/ год	15,0	15,0	5,0
16	Витрата “зворотної” води в тепломережі	G_2	т/ год	259,21	331,86	109,91
17	Втрати тиску в тепломережі	$\Delta p_{втр.тм}$	МПа	0,3	0,3	0,3
18	Статичний напір в тепломережі	$H_{стат. тм}$	м вод. ст.	40,0	40,0	40,0

Примітка:

Перед початком формування вихідних даних для котельні здійснюю балансову перевірку взаємоузгодженості по тепловій енергії одержаних в частні 1 проекту результатів для трьох режимів за наступним балансовим рівняннями:

$$(Q_{оп} + Q_{ГВП} + Q_{вент}) = G_1 \cdot 4,19 \cdot (\tau_1 - \tau_2)$$

МЗ: 31,28 = 31,25 (Висновок – результати для режиму МЗ - взаємоузгоджені)

ТЗ: 16,97 = 16,95 (Висновок – результати для режиму ТЗ - взаємоузгоджені)

Л: 5,35 = 5,36 (Висновок – результати для режиму Л - взаємоузгоджені)

2.1.2 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 паливопостачання міста
2	Теплота згорання палива	$Q_{н^p}$	кДж/ м ³	33730,0			Сертифікат палива
3	Температура в деаераторі	$t_{да}$	°С	65°	65°	65°	Е.Р: 70 °С – 60 °С
4	Розрідження в деаераторі	$p_{да}$	бар	-0,75	-0,75	-0,75	Е.Р: 0,70 – 0,80 бар

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ				

5	Номінальна температура води на вході в котел	$t'_{\text{ВК.НОМ}}$	°C	60°	60°	60°	Е.Р. для водогрійних котлів
6	Номінальна температура води на виході з котла	$t''_{\text{ВК.НОМ}}$	°C	140°	140°	140°	“—“
7	Температура сирої води	$t'_{\text{С.В}}$	°C	5°	5°	15°	Е.Р: 5°С для МЗ та ТЗ режимів, 15°С – для режима Л
8	Температура сирої води перед станцією хімоводоочищення	$t''_{\text{С.В}}$	°C	15°	15°	15°	Е.Р: 15°С - 20°С
9	Температура хімовочищеної води на виході зі станції ХВО	$t'_{\text{ХОВ}}$	°C	20°	20°	20°	Е.Р: 15°С – 20°С
10	Температура хімовочищеної води перед деаератором	$t''_{\text{ХОВ}}$	°C	55°	55°	55°	Е.Р: 50°С – 65°С
11	Температура технологічної води на вході в котельню	$t'_{\text{ТЕХН.В}}$	°C	5°	5°	15°	Е.Р: 5°С для МЗ та ТЗ режимів, 15°С 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	140°	140°	140°	Е.Р: $t'_{\text{ТОА}} = t''_{\text{ВК.НОМ}}$
14	Температура грійної води на виході з внутрішньокотельних підігрівників	$t''_{\text{ТОА}}$	°C	65°	65°	65°	Е.Р: $t''_{\text{ТОА}} = 65°\text{С}$
15	Коефіцієнт випара з деаератора	$\alpha_{\text{Вип.}}$	од	0,01	0,01	0,01	Е.Р: 0,005 – 0,01
16	Коефіцієнт власних потреб станції хімоводоочищення	$K_{\text{ХВО}}$	од.	1,10	1,10	1,10	Е.Р: 1,05 – 1,10

2.2. Формування принципової схеми водогрійної котельні

Викреслюю на аркуші (формат А4), згідно Додатка 2, принципову тепло-технологічну схему котельні у відповідності до встановлених технічних рішень, щодо направлення потоків енергоносіїв.

					<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		31

2.3. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Визначення результата	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum Q_{ЖР} = 1,05 \cdot (20,69 + 8,38 + 2,21) = 32,84$ МВт	32,84	17,82	5,62
ТЗ: $\sum Q_{ЖР} = 1,05 \cdot (8,33 + 8,38 + 1,0) = 17,82$ МВт			
Л: $\sum Q_{ЖР} = 1,05 \cdot (0,0 + 2,11 + 0,0) = 5,62$ МВт			

2.3.2. Визначаю режим роботи котельні – з одним “базовим” котлом.

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

2.3.4. 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
$t''_{ВК.Б} = 140$ °С	140°	140°	140°

2.3.5. Визначаю експлуатаційну температуру грійної води на вході в теплообмінники технологічної, сирової, хімочищеної води та на вході в деаератор – $t'_{ТОА}$, °С, за рекомендацією п. 2.1.4.
Результати визначення навожу у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6.

									Арку
									32
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ				

Таблиця 2.6.

Визначення результату	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
$t'_{\text{ТОА}} = 140^{\circ}$	140°	140°	140°

2.3.6. Визначаю експлуатаційну температуру води на виході з теплообмінників технологічної, сирії та хімоочищеної води – $t'_{\text{ТОА}}$, °С, за рекомендацією п. 2.1.15.

Результати визначення навожу у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Визначення результату	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
Експлуатаційна рекомендація: $t''_{\text{ТОА}} = 65,0^{\circ}\text{C}$	65°	65°	65°

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

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

Результати визначення навести у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Визначення результату	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	15,0	15,0	5,0

2.3.8. 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:

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{ДА}}^{\text{гр.в}} = (1+0,01) \cdot 15,0 \cdot (65 - 55) / (140 - 65) = 2,02$ т/год ТЗ: $G_{\text{ДА}}^{\text{гр.в}} = (1+0,01) \cdot 15,0 \cdot (65 - 55) / (140 - 65) = 2,02$ т/год Л: $G_{\text{ДА}}^{\text{гр.в}} = (1+0,01) \cdot 5,0 \cdot (65 - 55) / (140 - 65) = 0,67$ т/год	2,02	2,02	0,67
МЗ: $Q_{\text{ДА}} = (2,75/3,6) \cdot 4,2 \cdot (120 - 65) \cdot 10^{-3} = 0,18$ МВт ТЗ: $Q_{\text{ДА}} = (2,75/3,6) \cdot 4,2 \cdot (120 - 65) \cdot 10^{-3} = 0,18$ МВт Л: $Q_{\text{ДА}} = (0,92/3,6) \cdot 4,2 \cdot (120 - 65) \cdot 10^{-3} = 0,06$ МВт	0,18	0,18	0,06

2.3.9 Визначаю витрату води з деаератора – $G''_{\text{ДА}}$, т/год:

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G''_{\text{ДА}} = (1 - 0,01) \cdot 15,0 + 1,78 = 16,87$ т/год ТЗ: $G''_{\text{ДА}} = (1 - 0,01) \cdot 15,0 + 1,78 = 16,87$ т/год Л: $G''_{\text{ДА}} = (1 - 0,01) \cdot 5,0 + 0,59 = 5,62$ т/год	16,87	16,87	5,62

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.11.

Таблиця 2.11

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{ХОВ}} = (1+0,01) \cdot 15,0 = 15,15$ т/год ТЗ: $G_{\text{ХОВ}} = (1+0,01) \cdot 15,0 = 15,15$ т/год Л: $G_{\text{ХОВ}} = (1+0,01) \cdot 5,0 = 5,05$ т/год	15,15	15,15	5,05

2.3.11 Визначаю витрату сирії води для підживлення – $G_{\text{с.в.}}$, т/год:

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.12.

Таблиця 2.12

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{с.в.}} = 1,10 \cdot 16,9 = 18,18$ т/год ТЗ: $G_{\text{с.в.}} = 1,10 \cdot 16,9 = 18,18$ т/год Л: $G_{\text{с.в.}} = 1,10 \cdot 5,1 = 6,06$ т/год	18,18	18,18	6,06

2.3.12. Визначаю теплову потужність підігрівника сирії води (ПСВ) – $Q_{\text{ПСВ}}$, МВт, та витрату грійної води на ПСВ – $G_{\text{ПСВ}}$, т/год, відповідно:

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.13.

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Аркуш 34
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.13

Визначення результата	Значення для режимів		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $Q_{ПСВ} = (18,6/3,6) \cdot 4,2 \cdot (20 - 5) \cdot 10^{-3} = 0,32$ МВт ТЗ: $Q_{ПСВ} = (18,6/3,6) \cdot 4,2 \cdot (20 - 5) \cdot 10^{-3} = 0,32$ МВт Л: $Q_{ПСВ} = (5,6/3,6) \cdot 4,2 \cdot (20 - 5) \cdot 10^{-3} = 0,04$ МВт	0,32	0,32	0,4
МЗ: $G_{ПСВ}^{гр.в} = 0,33 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (120 - 65)] = 3,64$ т/год ТЗ: $G_{ПСВ}^{гр.в} = 0,33 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (120 - 65)] = 3,64$ т/год Л: $G_{ПСВ}^{гр.в} = 0,10 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (120 - 65)] = 0,4$ т/год	3,64	3,64	0,4

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

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.14.

Таблиця 2.14

Визначення результата	Значення для режимів		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $Q_{ПХВ} = (16,9/3,6) \cdot 4,2 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0,62$ МВт ТЗ: $Q_{ПХВ} = (16,9/3,6) \cdot 4,2 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0,62$ МВт Л: $Q_{ПХВ} = (5,1/3,6) \cdot 4,2 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0,21$ МВт	0,62	0,62	0,21
МЗ: $G_{ПХВ}^{гр.в} = 0,69 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (120 - 65)] = 6,24$ т/год ТЗ: $G_{ПХВ}^{гр.в} = 0,69 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (120 - 65)] = 6,24$ т/год Л: $G_{ПХВ}^{гр.в} = 0,21 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (120 - 65)] = 2,08$ т/год	7,07	7,07	2,36

2.3.14. Визначаю витрату технологічної води на ПТВ – $G_{техн.в}$, т/ГОД, теплову потужність ПТВ – $Q_{ПТВ}$, МВт та витрату грійної води – $G_{ПТВ}^{гр.в}$, т/ГОД, відповідно:

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

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.15.

Таблиця 2.15

Визначення результата	Значення для режимів		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{техн.в} = 12,0 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / (4,2 \cdot 95^\circ) = 108,2$ т/год ТЗ: $G_{техн.в} = 12,0 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / (4,2 \cdot 95^\circ) = 108,2$ т/год Л: $G_{техн.в} = 12,0 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / (4,2 \cdot 95^\circ) = 108,2$ т/год	108,2	108,2	108,2
МЗ: $Q_{ПТВ} = (108,2/3,6) \cdot 4,2 \cdot (95^\circ - 5^\circ) \cdot 10^{-3} = 11,4$ МВт ТЗ: $Q_{ПТВ} = (108,2/3,6) \cdot 4,2 \cdot (95^\circ - 5^\circ) \cdot 10^{-3} = 11,4$ МВт Л: $Q_{ПТВ} = (108,2/3,6) \cdot 4,2 \cdot (95^\circ - 15^\circ) \cdot 10^{-3} = 10,1$ МВт	11,4	11,4	10,1

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-------	----------	--------	------

00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ

Аркуш

35

МЗ: $G_{ПТВ}^{гр.в} = 11,4 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (120^\circ - 65^\circ)] = 114,7$ т/год	114,7	114,7	101,9
ТЗ: $G_{ПТВ}^{гр.в} = 11,4 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (120^\circ - 65^\circ)] = 114,7$ т/год			
Л: $G_{ПТВ}^{гр.в} = 10,1 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (120^\circ - 65^\circ)] = 101,9$ т/год			

2.3.15 Визначаю сумарну витрату грійної з базового котла води на на внутрішнє споживання котельні – $\Sigma G_{вн}^{гр.в}$, т/год:

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

Результати визначення навожу в таблиці 2.16.

Таблиця 2.16

Визначення результата	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\Sigma G_{вн}^{гр.в} = 177,7 + 10,8 + 5,1 + 2,75 = 125,8$ т/год	125,8	125,8	104,9
ТЗ: $\Sigma G_{вн}^{гр.в} = 177,7 + 10,8 + 5,1 + 2,75 = 125,8$ т/год			
Л: $\Sigma G_{вн}^{гр.в} = 157,4 + 3,3 + 1,6 + 0,92 = 104,9$ т/год			

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.17.

Таблиця 2.17

Визначення результата	Значення для режимів, °С		
МЗ: $\tau_{звор} = 365,34 \cdot 49,7^\circ + 177,7 \cdot 65^\circ + 10,8 \cdot 65^\circ + 5,1 \cdot 65^\circ + 17,6 \cdot 65^\circ / (365,34 + 177,7 + 10,8 + 5,1 + 17,6) = 50,4^\circ$	50,4°	39,2°	47,5°
ТЗ: $\tau_{звор} = 500,35 \cdot 39,3^\circ + 177,7 \cdot 65^\circ + 10,8 \cdot 65^\circ + 5,1 \cdot 65^\circ + 17,6 \cdot 65^\circ / (500,35 + 177,7 + 10,8 + 5,1 + 17,6) = 39,2^\circ$			
Л: $\tau_{звор} = 50,36 \cdot 30^\circ + 157,4 \cdot 65^\circ + 3,3 \cdot 65^\circ + 1,6 \cdot 65^\circ + 5,9 \cdot 65^\circ / (50,36 + 157,4 + 3,3 + 1,6 + 5,9) = 47,5^\circ$			

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.18.

Таблиця 2.18

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum Q_{\text{КОТ}} = 30,02 + 11,4 + 0,69 + 0,33 + 0,18 - (15,0/3,6) \cdot 4,2 \cdot 5^{\circ} \cdot 10^{-3} = 45,24 \text{ МВт}$	45,24	30,21	15,94
ТЗ: $\sum Q_{\text{КОТ}} = 18,11 + 11,4 + 0,69 + 0,33 + 0,18 - (15,0/3,6) \cdot 4,2 \cdot 5^{\circ} \cdot 10^{-3} = 30,21 \text{ МВт}$			
Л: $\sum Q_{\text{КОТ}} = 2,22 + 10,1 + 0,21 + 0,10 + 0,06 - (5,0/3,6) \cdot 4,2 \cdot 15^{\circ} \cdot 10^{-3} = 14,94 \text{ МВт}$			

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.

На ринку водогрійних котлів існує пропозиція наступних типорозмірів водогрійних котлів: КВ-ГМ –20 (23,2 МВт), КВ-ГМ –30 (34,8 МВт), КВ-ГМ – 50 (58,0 МВт), КВ-ГМ–100 (116,0 МВт)

Приймаю до встановлення чотири котла КВ-ГМ–10 (11,6 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-10
$Q_{\text{ВК.НОМ}}$	МВт	11,6
$G_{\text{ВК.НОМ}}$	т/год	247
$\eta_{\text{ВК.НОМ}}$	%	92,5
$t'_{\text{ВК.НОМ}}$	°С	140°
$t''_{\text{ВК.НОМ}}$	°С	70°

2.3.19. Визначаю число встановлених в котельні водогрійних котлів – $N_{\text{ВК.ВСТ}}$, шт.:

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.20.

Таблиця 2.20

Визначення результату	Значення для режимів, шт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $N_{\text{ВК.ВСТ}} = 45,24 / 11,6 = 3,9$	4	3	2
ТЗ: $N_{\text{ВК.ВСТ}} = 30,21 / 11,6 = 2,6$			
Л: $N_{\text{ВК.ВСТ}} = 15,94 / 11,6 = 1,37$			

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

$$N_{\text{ВК.Б}} = 2$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.21.

Таблиця 2.21

Визначення результата	Значення для режимів, шт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $N_{\text{ВК.Б}} = 2$ ТЗ: $N_{\text{ВК.Б}} = 2$ Л: $N_{\text{ВК.Б}} = 1$	2	2	1

2.3.21. Визначаю число котлів, що працюють у змінному режимі – $N_{\text{ВК.З}}$, шт.:

$$N_{\text{ВК.З}} = N_{\text{ВК.ВСТ}} - N_{\text{ВК.Б}}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.22.

Таблиця 2.22

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

2.3.22. Визначаю число котлів, що знаходяться в експлуатації в кожному з трьох розрахункових режимів – $N_{\text{ВК.Р}}$, шт.:

$$N_{\text{ВК.Р}} = N_{\text{ВК.Б}} + N_{\text{ВК.З}}$$

Результати визначення навести у таблиці 2.23.

Таблиця 2.23

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

2.3.23. 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:

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

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

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

$$G_{\text{ВК.Б}} = G_{\text{ВК.НОМ}}, \text{Т/ч}$$

- у разі експлуатації в котельні одного котлоагрегата:

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

									Аркуш
									38
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ				

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

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.24

Таблиця 2.24

Визначення результата	Значення для режимів		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: (2 котла) $Q_{\text{ВК.Б}} = 34,8 \text{ МВт}$ $t'_{\text{ВК.Б}} = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$ $t''_{\text{ВК.Б}} = 140 \text{ } ^\circ\text{C}$ $G_{\text{ВК.Б}} = 247,0 \text{ т/год}$	34,8 70° 140° 247,0		
ТЗ: (2 котла) $Q_{\text{ВК.Б}} = 23,2 \text{ МВт}$ $t'_{\text{ВК.Б}} = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$ $t''_{\text{ВК.Б}} = 140 \text{ } ^\circ\text{C}$ $G_{\text{ВК.Б}} = 247,0 \text{ т/год}$		23,2 70° 140° 247,0	
Л: (1 котел) $Q_{\text{ВК.Б}} = 11,6 \text{ МВт}$ $t''_{\text{ВК.Б}} = 140 \text{ } ^\circ\text{C}$ $t'_{\text{ВК.Б}} = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$ $G_{\text{ВК.Б}} = 15,94 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / [4,2 \cdot (140^\circ - 70^\circ)] = 117,0 \text{ т/год}$			11,6 140° 70° 117,0

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.25

Таблиця 2.25

Визначення результата	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum Q_{\text{ВК.З}} = 45,24 - 23,2 \cdot 1 = 22,04 \text{ МВт}$	22,04		
ТЗ: $\sum Q_{\text{ВК.З}} = 30,21 - 23,2 \cdot 1 = 7,01 \text{ МВт}$		7,01	
Л: $\sum Q_{\text{ВК.З}} = 12,6 - 12,6 = 0 \text{ МВт}$			0

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.26

Таблиця 2.26

Визначення результата	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $Q_{ВК.З} = 22,04 / 1 = 22,04$ МВт ТЗ: $Q_{ВК.З} = 7,01 / 1 = 7,01$ Л: $Q_{ВК.З} = 0,0$ МВт (за відсутності такого котла)	22,04	7,01	0,0

2.3.26. 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):

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

- для **ТЗ** режима (зменшений проти номінального, враховуючи номінальний температурний режим і зменшене теплове навантаження):

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

- для **Л** режима (за відсутності такого котла):

$$G_{ВК.З} = 0,0$$

Результати визначення навести у таблиці 2.27.

Таблиця 2.27

Визначення результата	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{ВК.З} = 22,04 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / [4,2 \cdot ((140^\circ - 70^\circ))] = 236,16$ т/год ТЗ: $G_{ВК.З} = 7,01 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / [4,2 \cdot ((140^\circ - 70^\circ))] = 75,14$ Л: $G_{ВК.З} = 0,0$ т/год	236,13	75,14	0,0

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

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

Результати визначення навести у таблиці 2.28.

Таблиця 2.28

Визначення результата	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum G_{ВК} = 1 \cdot 247,0 + 1 \cdot 236,13 = 483,13$ т/год ТЗ: $\sum G_{ВК} = 1 \cdot 247,0 + 1 \cdot 75,14 = 322,14$ т/год Л: $\sum G_{ВК} = 1 \cdot 117 + 0 \cdot 0 = 117,0$ т/год	483,13	322,14	117,0

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

					<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		40

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

Результати визначення навести у таблиці 2.29.

Таблиця 2.29

Визначення результату	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $t''_{\text{DR/P}} = 70 + 22,04 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / (4,2 \cdot 236,13) = 140 \text{ °С}$ ТЗ: $t''_{\text{DR/P}} = 70 + 7,01 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / (4,2 \cdot 75,14) = 140 \text{ °}$ Л: $t''_{\text{ВК.З}} = 0^\circ$	140°	140°	0°

2.3.29 Визначаю витрату води в рециркуляційному трубопроводі – $G_{\text{рец}}$, т/год, для трьох режимів:

$$G_{\text{рец}} = \sum G_{\text{ВК}} \cdot (t'_{\text{ВК}} - \tau_{\text{звор}}) / (t''_{\text{ВК.Б}} - \tau_{\text{звор}})$$

Результати визначення навожу в таблиці 2.30.

Таблиця 2.30

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{рец}} = 483,13 \cdot (70^\circ - 55,3^\circ) / (140^\circ - 55,3^\circ) = 95,26 \text{ т/год}$ ТЗ: $G_{\text{рец}} = 322,14 \cdot (70^\circ - 46,9^\circ) / (140^\circ - 46,9^\circ) = 89,58 \text{ т/год}$ МЗ: $G_{\text{рец}} = 117 \cdot (70^\circ - 56,9^\circ) / (140^\circ - 56,9^\circ) = 25,83 \text{ т/год}$	95,26	89,58	25,83

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

$$t_{\text{ВК}}^\Sigma = ((G_{\text{ВК.Б}} - \sum G_{\text{ВН}} - G_{\text{рец}}) \cdot t''_{\text{ВК.Б}} + N_{\text{ВК.З}} \cdot G_{\text{ВК.З}} \cdot t''_{\text{ВК.З}}) / (G_{\text{ВК.Б}} - \sum G_{\text{ВН}} - G_{\text{рец}} + N_{\text{ВК.З}} \cdot G_{\text{ВК.З}})$$

Результати визначення навожу в таблиці 2.31.

Таблиця 2.31

Визначення результату	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $t_{\text{ВК}}^\Sigma = ((2 \cdot 214,0 - 196,4 - 44,1) \cdot 140^\circ + 1 \cdot 178,6 \cdot 120^\circ) / (2 \cdot 214,0 - 196,4 - 44,1 + 1 \cdot 178,6) = 140 \text{ °С}$ ТЗ: $t_{\text{ВК}}^\Sigma = 140^\circ$ (за регламентом) Л: $t_{\text{ВК}}^\Sigma = 140^\circ$ (за регламентом)	140	140°	140°

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

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

Результати визначення навожу в таблиці 2.32.

Таблиця 2.32

Визначення результата	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{пер} = 349,34 \cdot (140 - 140) / (140 - 55,3) = 0$	0,0	240,84	86,99
ТЗ: $G_{пер} = 485,35 \cdot (140 - 70) / (140 - 46,9) = 240,84$ т/год			
Л: $G_{пер} = 45,36 \cdot (140 - 70) / (140 - 56,9) = 86,99$ т/год			

2.2.32. Визначаю похибку балансових розрахунків водогрійної котельні:

$$\Delta G^{\%} = (\sum G_{ВК} - G_2 - G_{ВН} + G_{пер} - G_{рец}) \cdot 100 / \sum G_{ВК}$$

Результати визначення навожу в таблиці 2.33.

Таблиця 2.33

Визначення результата	Значення для режимів, %		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\Delta G^{\%} = (606,6 - 365,34 - 196,4 + 0 - 44,1) \cdot 100 / 606,6 = 0,1$ %	0,27	0,4	0,8
ТЗ: $\Delta G^{\%} = (428 - 500,35 - 196,4 + 332 - 76,7) \cdot 100 / 428 = 3,1$ %			
Л: $\Delta G^{\%} = (180,0 - 50,36 - 163,2 + 35,9 - 8,8) \cdot 100 / 180,0 = 3,6$ %			

Висновок: Результати розрахунку теплової схеми котельні з водогрійними котлами виконані з прийнятною точністю.

2.4. Вибір обладнання котельні

2.4.1. Вибір водогрійних котлів

Приймаю до встановлення 4 котли КВ-ГМ-10 – варіант, що задовольняє умовам експлуатації котлів в усіх режимах експлуатації в т.ч. в режимі Л на мінімально допустимому тепловому навантаженні.

2.4.2. Вибір рециркуляційних насосів

Передбачаємо встановлення рециркуляційних насосів типу НКУ.

2.4.2.1. Здійснюємо вибір типорозміру насосів рециркуляції, його номінальної подачі – $Q_{нас.рец}^{ном}$, $\frac{м^3}{год}$, та напору – $H_{нас.рец}^{ном}$, м вод. ст., на базі визначених максимальних значень (в режимі ТЗ) пропуску води через

					<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		43

трубопровід рециркуляції – $G_{\text{рец}} = 54,50 \frac{m}{год} (56 \frac{m^3}{год})$ та опору трубопровідної системи рециркуляції – $\Delta H_{\text{рец}}$ (не вище 40 м вод. ст.).

2.4.2.2. Знаходимо кількість робочих рециркуляційних насосів – $N_{\text{нас.рец}}^{\text{роб}}$, шт, за формулою

$$N_{\text{нас.рец.}}^{\text{роб}} = \frac{G_{\text{рец}}^{M.3}}{Q_{\text{нас.рец.}}^{\text{роб}}} = \frac{56}{90} = 0,62 *$$

*Примітка.

Одержане кількість насосів потрібно округлити до більшого цілого значення.

2.4.2.3. Знаходимо кількість встановлених насосів рециркуляції з урахуванням одного резервного – $N_{\text{нас.рец}}^{\text{вст}}$, шт., за формулою:

$$N_{\text{нас.рец}}^{\text{вст}} = N_{\text{нас.рец}}^{\text{роб}} + 1 = 1 + 1 = 2$$

2.4.2.4. Блок параметрів по насосам рециркуляцій наводжу в табл. 2.34.

Таблиця 2.34.

Характеристика насосів рециркуляції

№ П / П	Ум. позн.	Назва параметру	Один. виміру	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	–	З інформа- ційного листа завода- виробника	НКУ – 90		
2	$Q_{\text{н. рец}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	$\frac{m^3}{год}$	З паспорту насоса	90		
3	$H_{\text{н. рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “	38		
4	$N_{\text{н. рец}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт	“ – “	22		
5	$\eta_{\text{н. рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,6		
6	$Q_{\text{н. рец}}^{\text{роб}}$	Робочий діапазон подачі	$\frac{m^3}{год}$	“ – “	54...108		

2.4.3. Вибір циркуляційних насосів теплової мережі (мережних насосів)

Передбачаємо до встановлення, як мережних насосів, відцентрові насоси типу Д.

2.4.3.1. Здійснюємо вибір типорозміру мережних насосів, його

Розробив				<i>00КРБ144.ОПТЕ002.006 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив					44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

номінальної подачі – $Q_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}, \frac{m^3}{\text{год}}$, та напору – $H_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$, м вод. ст., на базі визначених максимальних значень (в режимі ТЗ) витрати води через трубопровідну систему “Котельна – Тепломережа” – $G_1 = 170,87 \frac{m}{\text{год}}$, та опору трубопровідної системи – $\Delta H_{\text{мер}}$ (не вище 40 м вод. ст.) та статичного напору тепломережі.

Кількість робочих мережних насосів – $N_{\text{нас.мер}}^{\text{роб}}$, шт., становить – 1.

2.4.3.2. Знаходимо кількість встановлених насосів рециркуляції з урахуванням одного резервного – $N_{\text{нас.мер}}^{\text{вст}}$, шт, за формулою:

$$N_{\text{нас.мер}}^{\text{вст}} = N_{\text{нас.мер}}^{\text{роб}} + 1 = 1 + 1 = 2$$

2.4.3.3. Блок параметрів по мережним насосам наводимо в табл. 2.35.

Таблиця 2.35.

Характеристика мережних насосів

№ П / П	Ум. позн.	Назва параметру	Один. виміру	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	–	3 інформацій- ного листа завода- виробника З паспорту насоса	Д 320–70		К–45– 30
2	$Q_{\text{нас. мер}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	$\frac{m^3}{\text{год}}$	“ – “	320		45
3	$H_{\text{нас. мер}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “	70		30
4	$N_{\text{нас. мер}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт	“ – “	90		7,50
5	$\eta_{\text{нас. мер}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,78		0,63
6	$(H_{\text{кав}})_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$	Номінальний кавітаційний запас насоса	м вод. ст.	“ – “	6		4,5
7	$Q_{\text{нас. мер}}^{\text{роб}}$	Робочий діапазон подачі	$\frac{m^3}{\text{год}}$	“ – “	224...384		60...120

2.4.4. Вибір внутрішньо-котельних насосів

Передбачаємо до встановлення насоси сирії, хім. очищеної, технологічної води, а також підживлювальні насоси типу К.

2.4.4.1. Вибір насосів сирії води

2.4.4.1.1. Здійснюємо вибір типорозміру насосів сирії води, його номінальної подачі – $Q_{\text{нас.с.в}}^{\text{НОМ}}$, $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$, та напору – $H_{\text{нас.с.в}}^{\text{НОМ}}$, м вод. ст., на базі визначених значень витрати води для підживлення – $G_{\text{с.в}} = 16,67 \frac{\text{т}}{\text{год}}$, та опору трубопровідної системи – ΔH (не вище 40 м вод. ст.).

2.4.4.1.2. Знаходимо кількість робочих насосів сирії води – $N_{\text{нас.с.в}}^{\text{роб}}$, шт., за формулою:

$$N_{\text{нас.с.в}}^{\text{роб}} = \frac{G_{\text{с.в}}}{Q_{\text{нас.с.в}}^{\text{роб}}} = \frac{16,67}{20} = 0,83 *$$

*Примітка.

Одержане кількість насосів потрібно округлити до більшого цілого значення. Кількість робочих насосів – $N_{\text{нас.с.в}}^{\text{роб}}$, шт, становить – 1.

2.4.4.1.3. Знаходимо кількість встановлених насосів з урахуванням одного резервного – $N_{\text{нас.с.в}}^{\text{вст}}$, шт, за формулою:

$$N_{\text{нас.с.в}}^{\text{вст}} = N_{\text{нас.с.в}}^{\text{роб}} + 1 = 1 + 1 = 2$$

2.4.4.1.4. Блок параметрів по насосам сирії води наводжу в табл. 2.36.

Розробив				<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив					46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Таблиця 2.36.

Характеристика насосів сирі води

№ П / П	Ум. позн.	Назва параметру	Один. виміру	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	–	3 інформацій- ного листа завода- виробника З паспорту насоса	К 20/30		
2	$Q_{\text{нас. с.в}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	$\frac{м^3}{год}$			20	
3	$H_{\text{нас. с.в}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	М ВОД. ст.	“ – “		30	
4	$N_{\text{нас. с.в}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт	“ – “		5,50	
5	$\eta_{\text{нас. с.в}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “		0,55	
6	$(H_{\text{кав}})_{\text{нас.св}}^{\text{ном}}$	Номінальний кавітаційний запас насоса	М ВОД. ст.	“ – “		3,5	

2.4.4.5. Вибір підживлювальних насосів

2.4.4.5.1. Здійснюємо вибір типорозміру насосу, його номінальної

подачі – $Q_{\text{нас.підж}}^{\text{ном}}$, $\frac{м^3}{год}$, та напору – $H_{\text{нас.підж}}^{\text{ном}}$, м вод. ст., на базі

визначених значень витрати води для підживлення – $G_{\text{підж}} = 15 \frac{т}{год}$,

опору трубопроводної системи – ΔH (не вище 40 м вод. ст.) та статичного напору.

2.4.4.5.2. Знаходимо кількість робочих насосів – $N_{\text{нас.підж}}^{\text{роб}}$, шт., за формулою

$$N_{\text{нас.підж}}^{\text{роб}} = \frac{G_{\text{підж}}}{Q_{\text{нас.підж}}^{\text{роб}}} = \frac{15}{20} = 0,75^*$$

Розробив				<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив					47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

*Примітка. Одержане кількість насосів потрібно округлити до більшого цілого значення.

Кількість робочих насосів – $N_{\text{нас. підж. роб}}$, шт., становить – 1.

2.4.4.5.3. Знаходимо кількість встановлених насосів рециркуляції з урахуванням одного резервного – $N_{\text{нас. підж. вст}}$, шт., за формулою:

$$N_{\text{нас. підж. вст}} = N_{\text{нас. підж. роб}} + 1 = 1 + 1 = 2$$

2.4.4.5.4. Блок параметрів по насосам наводжу в табл. 2.37.

Таблиця 2.37.

Характеристика підживлювальних насосів

№ П / П	Ум. позн.	Назва параметру	Один. виміру	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	–	3 інформацій- ного листа завода- виробника З паспорту насоса	К 65–50–160а		
2	$Q_{\text{нас. підж. ном}}$	Номінальна подача насоса	$\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$	“ – “		20	
3	$H_{\text{нас. підж. ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “		30	
4	$N_{\text{нас. підж. ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт	“ – “		4	
5	$\eta_{\text{нас. підж. ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “		0,6	
6	$(H_{\text{кав}})_{\text{підж. ном}}$	Номінальний кавітаційний запас насоса	м вод. ст.	“ – “		3,7	

2.4.4.6. Вибір насосів технологічної води

2.4.4.6.1. Здійснюємо вибір типорозміру насосу, його номінальної

подачі – $Q_{\text{нас. техн. ном}}$, $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$, та напору – $H_{\text{нас. техн. ном}}$, м вод. ст., на базі

визначених значень витрати води для потреб промислового

Розробив					<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підприємства – $G_{\text{техн}} = 108,61 \frac{m}{год}$ та опору трубопровідної системи – ΔH (не вище 40 м вод. ст.).

2.4.4.6.2. Знаходимо кількість робочих насосів технологічної води – $N_{\text{нас.тех}}^{\text{роб}}$, шт, за формулою:

$$N_{\text{нас.тех}}^{\text{роб}} = \frac{G_{\text{техн}}}{Q_{\text{нас.тех}}^{\text{роб}}} = \frac{108,61}{125} = 0,87 *$$

*Примітка. Одержана кількість насосів потрібно округлити до більшого цілого значення.

Кількість робочих насосів – $N_{\text{нас.тех}}^{\text{роб}}$, шт., становить – 1.

5.4.3.3. Знаходимо кількість встановлених насосів з урахуванням одного резервного – $N_{\text{нас.тех}}^{\text{вст}}$, шт, за формулою:

$$N_{\text{нас.тех}}^{\text{вст}} = N_{\text{нас.тех}}^{\text{роб}} + 1 = 1 + 1 = 2$$

5.4.3.4. Блок параметрів по насосам технологічної води наводжу в табл. 2.38.

Таблиця 2.38

Характеристика насосів технологічної води

№ П / П	Ум. позн.	Назва параметру	Один. виміру	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	–	3 інформацій- ного листа завода- виробника З паспорту насоса	Grundfos TPE 80–570		
2	$Q_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	$\frac{m^3}{год}$	“ – “		125	
3	$H_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “		50	
4	$N_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт	“ – “		22	
5	$\eta_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “		0,77	

Розробив				<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив					49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

2.4.4.7. Вибір насосів хімічно очищеної води

2.4.4.7.1. Здійснюємо вибір типорозміру насосу, його номінальної подачі – $Q_{\text{нас.хов}}^{\text{ном}}, \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$, та напору – $H_{\text{нас.хов}}^{\text{ном}}$, м вод. ст., на базі визначених значень витрати хім. очищеної води для підживлення – $G_{\text{хов}} = 15,15 \frac{\text{м}}{\text{год}}$, та опору трубопроводної системи – ΔH (не вище 40 м вод. ст.).

2.4.4.7.2. Знаходимо кількість робочих насосів хім. очищеної води – $N_{\text{нас.хов}}^{\text{роб}}$, шт., за формулою:

$$N_{\text{нас.хов}}^{\text{роб}} = \frac{G_{\text{техн}}}{Q_{\text{нас.хов}}^{\text{роб}}} = \frac{15,15}{20} = 0,76^*$$

*Примітка. Одержану кількість насосів потрібно округлити до більшого цілого значення.

Кількість робочих насосів – $N_{\text{нас.хов}}^{\text{роб}}$, шт., становить – 1.

2.4.4.7.3. Знаходимо кількість встановлених насосів з урахуванням одного резервного – $N_{\text{нас.хов}}^{\text{вст}}$, шт, за формулою:

$$N_{\text{нас.с.в}}^{\text{вст}} = N_{\text{нас.хов}}^{\text{роб}} + 1 = 1 + 1 = 2$$

2.4.4.7.4. Блок параметрів по насосам сирі води наводжу в табл. 2.39.

Розробив				<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив					50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Таблиця 2.39.

Характеристика насосів хім. очищеної води

№ П / П	Ум. позн.	Назва параметру	Один. виміру	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	7	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	–	3 інформацій- ного листа завода- виробника З паспорту насоса	Grundfos TPE 40–360		
2	$Q_{\text{нас. хов}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	$\frac{м^3}{год}$			20	
3	$H_{\text{нас. хов}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “		40	
4	$N_{\text{нас. хов}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт	“ – “		4	
5	$\eta_{\text{нас. хов}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “		0,75	

2.4.4.8. Вибір деаeratorів водогрійної котельні

Загальноприйнятим рішенням для водогрійних котельних є встановлення для деаерації води не менше двох деаeratorів вакуумного типу з охолодником випару для кожного. До встановлення обираємо 3 деаeratorи ДВ–15. Блок параметрів наводжу в таблиці 2.40.

Розробив					<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.40.

Характеристика деаераторів водогрійної котельні

№ п / п	Назва параметру	Один. виміру	Метод визначення	Значення для режимів		
				МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7
1	Типорозмір деаератора	–	З інформаційного листа заводу-виробника	ДВ–15		
2	Номінальна продуктивність	$\frac{t}{год}$	З паспорту обладнання	5		
3	Діапазон продуктивності	$\frac{t}{год}$	“ – “	4,5...18		
4	Температура деаерованої води	°С	“ – “	40...80		
5	Температура теплоносія	°С	“ – “	70...180		
6	Тип охолодника випару		“ – “	ОВВ–2		
7	Тиск робочий абсолютний	МПа	“ – “	0,0075...0,05		
8	Тип ежектора		“ – “	ЕВ–10		

2.4.4.9. Вибір підігрівників

Вибір типорозміру підігрівників сирі води (ПСВ), хімічно очищеної води (ПХВ), технологічної води (ПТВ) здійснюється за визначеною в проекті їх тепловою потужністю та переліком стандартних типорозмірів вказаних підігрівників за методикою, сформованою в курсі “Теплотехнологічні процеси та установки”.

2.4.4.9.1. Підігрівник сирі води

2.4.4.9.1. Теплове навантаження підігрівника сирі води $Q_{псв} = 0,29$ МВт;

2.4.4.9.2. Обчислюємо наявний температурний перепад:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\sigma} - \Delta t_{\mu}}{\ln \frac{\Delta t_{\sigma}}{\Delta t_{\mu}}} = \frac{140 - 60}{\ln \frac{140}{60}} = 94,45^{\circ}\text{C}$$

Розробив				<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив					52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

2.4.4.9.3. Визначаємо необхідну поверхню теплообміну:

$$F = \frac{Q_{ncв}}{k\Delta t} = \frac{0,29 \cdot 10^6}{2500 \cdot 94,45} = 1,03 \text{ м}^2$$

де k – коефіцієнт теплопередачі.

З переліку стандартних типорозмірів підігрівників обираємо секційний підігрівник ПВ–z–05. Площа поверхні теплообміну однієї секції – $F = 1,11 \text{ м}^2$, довжина трубки – 2 м, загальна кількість труб – 12.

2.4.4.9.2. Підігрівник хімічно очищеної води

2.4.4.9.2.1. Теплове навантаження підігрівника хім. очищеної води

$$Q_{хов} = 0,62 \text{ МВт};$$

2.4.4.9.2.2. Обчислюємо наявний температурний перепад:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{м}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{м}}} = \frac{105 - 45}{\ln \frac{105}{45}} = 70,84 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

2.4.4.9.2.3. Визначаємо необхідну поверхню теплообміну:

$$F = \frac{Q_{ncв}}{k\Delta t} = \frac{0,62 \cdot 10^6}{2500 \cdot 70,84} = 3,3 \text{ м}^2$$

З переліку стандартних типорозмірів підігрівників обираємо секційний підігрівник ПВ–z–09. Площа поверхні теплообміну однієї секції – $F = 3,4 \text{ м}^2$, довжина трубки – 2 м, загальна кількість труб – 37, кількість секцій – 1.

2.4.4.9.3. Підігрівник технологічної води

2.4.4.9.3.1. Теплове навантаження підігрівника сирієї води $Q_{тех} = 12,0$ МВт;

2.4.4.9.3.2. Обчислюємо наявний температурний перепад:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{м}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{м}}} = \frac{65 - 50}{\ln \frac{65}{50}} = 57,25 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

2.4.4.9.3.3. Визначаємо необхідну поверхню теплообміну:

$$F = \frac{Q_{тех}}{k\Delta t} = \frac{10,99 \cdot 10^6}{2500 \cdot 57,25} = 56,79 \text{ м}^2$$

З переліку стандартних типорозмірів підігрівників обираємо секційний підігрівник ПВ-z-16. Площа поверхні теплообміну однієї секції – $F = 28 \text{ м}^2$,

Розробив				<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив					53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

довжина трубки – 4 м, загальна кількість труб – 151, кількість секцій – 2.

2.4.4.10. Вибір вентиляторів (В) та димососів (Д) для водогрійних котлів

Вибір В та Д здійснюється у відповідності до технічних умов (ТУ) заводу-виробника водогрійних котлів на комплект поставки котла.

Таблиця 2.41.

Рекомендоване тягодуттєве обладнання

№ п / п	Найменування	Димосос	Вентилятор
1	Тип обладнання	ДН-12,5У	ВДН-10У
2	Потужність, кВт	30	11
3	Частота обертання, $\frac{об}{хв}$	1 000	1 000

Перевіряю дану рекомендацію, виконавши розрахунки:

2.4.4.10.1. Знаходимо витрату повітря та димових газів:

$$Q_{пов} = 10,1 \cdot V = 10,1 \cdot 1,33 = 13,43 \text{ тис. } \frac{м^3}{год}$$

$$Q_{газ} = 10,3 \cdot V = 10,3 \cdot 1,33 = 13,70 \text{ тис. } \frac{м^3}{год}$$

де 10,1; 10,3 – відповідно питомі витрати повітря і продуктів згорання газу.

2.4.4.10.2. Приводимо реальні параметри до заводських:

$$Q_{пов}^* = 1,2 \cdot Q_{пов} = 1,2 \cdot 13,43 = 16,20 \text{ тис. } \frac{м^3}{год}$$

$$Q_{газ}^* = 1,2 \cdot Q_{газ} = 1,2 \cdot 13,70 = 16,44 \text{ тис. } \frac{м^3}{год}$$

$$H_{пот}^* = 1,1 \cdot H_{пот} = 1,1 \cdot 44 = 48,40 \text{ мм вод. ст.}$$

2.4.4.10.3. За визначеними параметрами, за допомогою робочих полів підтверджую вірність обраного тягодуттєвого обладнання.

Розробив					<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.8. ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНОЇ

2.8.1. Знаходимо годинну витрату природного газу в котельні – $V_{\text{кот}}$, тис. $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$, для трьох режимів роботи за формулою:

$$V_{\text{кот}} = \frac{(1,01 \div 1,02) \cdot \sum Q_{\text{кот}} \cdot 10^3 \cdot 3,6}{\eta_{\text{кот}} \cdot Q_n^{\text{роб}}}$$

Результати визначення наводимо у табл. 2.42.

Таблиця 2.42.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $V_{\text{кот}} = \frac{1,02 \cdot 26,52 \cdot 10^3 \cdot 3,6}{0,92 \cdot 33730} = 3,11 \text{ тис. } \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$	3,11		
ТЗ: $V_{\text{кот}} = \frac{1,02 \cdot 17,96 \cdot 10^3 \cdot 3,6}{0,92 \cdot 33730} = 2,10 \text{ тис. } \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$		2,10	
Л: $V_{\text{кот}} = \frac{1,02 \cdot 10,69 \cdot 10^3 \cdot 3,6}{0,92 \cdot 33730} = 1,25 \text{ тис. } \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$			1,25

3.2. Визначаємо сумарну “встановлену” електричну потужність, що споживає електричне обладнання власних потреб котельні – $\Sigma W_{\text{кот}}^{\text{вл.п}}$, кВт, за формулою:

$$\Sigma W_{\text{кот}}^{\text{вл.п}} = W_{\text{нас.реци}} + W_{\text{нас.тм}} + W_{\text{нас.підж}} + W_{\text{нас.св}} + W_{\text{нас.хв}} + \Sigma W_{\text{вд}} + \Sigma W_{\text{д}} + W_{\text{освітл}} = 2 \cdot 22 + 2 \cdot 90 + 2 \cdot 7,50 + 2 \cdot 4 + 2 \cdot 5,50 + 2 \cdot 22 + 2 \cdot 4 + 3 \cdot 40 + 3 \cdot 10,7 + 3 \cdot 30 + 10 = 550,17 \text{ кВт};$$

де: $W_{\text{нас.реци}}$ – встановлена потужність робочих насосів рециркуляції, кВт.

$W_{\text{нас.т/м}}$ – встановлена потужність робочих мережних насосів, кВт.

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

$W_{\text{нас.св}}$ – встановлена потужність робочих насосів сирі води, кВт.

$W_{\text{нас.хв}}$ – встановлена потужність робочих насосів хім. очищеної води, кВт.

$\Sigma W_{\text{вд}}$ – встановлена потужність робочих дуттьових вентиляторів водогрійних котлів, кВт.

$\Sigma W_{\text{д}}$ – встановлена потужність робочих димососів водогрійних котлів, кВт.

Розробив					<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

3.3. Визначаємо годинну, добову та річну потребу електричної енергії для власних потреб котельні, відповідно, $W_{\text{вл.п}}^{\text{год}}$, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{год}}$, $W_{\text{вл.п}}^{\text{доб}}$, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{добу}}$, $W_{\text{вл.п}}^{\text{рік}}$, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$, за формулами:

$$W_{\text{вл.п}}^{\text{год}} = \sum W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} \cdot 1 \cdot K_{\tau}^{\text{год}} = 550,17 \cdot 1 \cdot 0,8 = 440,13 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{год}}$$

$$W_{\text{вл.п}}^{\text{доб}} = \sum W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} \cdot 24 \cdot K_{\tau}^{\text{доб}} = 550,17 \cdot 24 \cdot 0,75 = 9\,903 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{добу}}$$

$$W_{\text{вл.п}}^{\text{рік}} = \sum W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} \cdot 8\,760 \cdot K_{\tau}^{\text{рік}} = 550,17 \cdot 8\,760 \cdot 0,65 = \\ = 3\,132\,649,80 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{добу}}$$

де

$K_{\tau}^{\text{год}}$ – середньогодинний експлуатаційний коефіцієнт завантаження споживачів електроенергії котельні, од. Знаходимо орієнтовно в межах 0,8–0,9;

$K_{\tau}^{\text{доб}}$ – середньодобовий експлуатаційний коефіцієнт завантаження споживачів електроенергії котельні, од. Знаходимо орієнтовно в межах 0,7–0,8;

$K_{\tau}^{\text{рік}}$ – середньорічний експлуатаційний коефіцієнт завантаження споживачів електроенергії котельні, од. Знаходимо орієнтовно в межах 0,6–0,7;

3.4. Знаходимо для **МЗ** режиму середньогодинні питомі витрати природного газу – $(b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{газ}}$, $\frac{\text{м}^3}{\text{МВт}}$, та умовного в палива – $(b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{у.п}}$, кг у.п./МВт в котельній з відпущеної теплової енергії за формулами:

$$(b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{газ}} = \frac{B_{\text{КОТ}} \cdot 10^3}{\sum Q_{\text{ЖР}} + Q_{\text{П.П}}}$$

$$(b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{у.п}} = \frac{B_{\text{КОТ}} \cdot K_{\text{газ}} \cdot 10^3}{\sum Q_{\text{ЖР}} + Q_{\text{П.П}}}$$

Розробив					<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати визначення навести у таблиці 2.43.

Таблиця 2.43.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
$(b_m^{eiodn})_{газ} = \frac{3,11 \cdot 10^3}{14,53 + 12} = 117,11 \frac{м^3}{МВт}$	117,11		
$(b_m^{eiodn})_{y.n} = \frac{3,11 \cdot 1,15 \cdot 10^3}{14,53 + 12} = 134,67 \text{ кг у.п. / МВт}$	134,67		

3.5. Знаходимо проектну середньодобову питому витрату електричної енергії в котельній на відпущену теплову енергію – $e_{\frac{доб}{e}}$,

$\frac{кВт}{МВт}$ за формулою:

$$e_{\frac{доб}{e}} = \frac{\sum W_{в.л.п}^{доб}}{Q_{ЖПР} \cdot 24} = \frac{9903}{26,53 \cdot 24} = 13,22 \frac{кВт}{МВт}$$

3.6. Знаходимо собівартість теплоти, відпущеної від котельні – C_Q ,

$\frac{грн}{МВт}$ за формулою:

$$C_Q = \left[\frac{(b_m^{eiodn})_{y.n}}{K_{y.n}} \right] \cdot C_{палив} \cdot 10^{-3} + e_{\frac{eiodn}{e}} \cdot C_{\frac{e}{e}} + C_Q^{експл} = \left(\frac{134,67}{1,15} \right) \cdot 7780,80 \cdot 10^{-3} + 13,22 \cdot 1,89 + 50 =$$

$$= 986,19 \frac{грн}{МВт}$$

3.7. Формуємо 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 зводжу в таблицю 2.44.

Розробив				<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив					57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Таблиця 2.36

Результати розрахунку теплової схеми котельні з водогрійними котлами

№ п. п.	Умовне позначення	Назва параметра	Один. виміру	Джерело інформації	Числове значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	$t_{\text{зовн}}$	Температура зовнішнього повітря	°С	табл. 2.1	- 17	+ 2,2	+ 15
2	$\Sigma Q_{\text{Ж.Р}}$	Сумарне теплове навантаження житлового району	МВт	табл. 2.1	30,02	18,0	2,22
3	$Q_{\text{П.П}}$	Теплове навантаження промислового підприємства	МВт	табл. 2.1	12,0	12,0	12,0
4	$\Sigma Q_{\text{ЖПР}}$	Сумарне теплове навантаження житлово-промислового району	МВт		42,02	30,00	14,22
5	$\Sigma Q_{\text{КОТ}}$	Сумарне теплове навантаження котельні	МВт	ф-ла 2.16	43,6	30,1	12,7
6	t_1	Температура мережної води в "прямій" магістралі на виході з котельні	°С	табл. 2.1	140	70	70
7	t_2	Температура води в "зворотній" магістралі на вході в котельню	°С	табл. 2.1	49,7	39,3	30
8	$t_{\text{звор}}$	Температура води в "зворотній" магістралі на вході в мережні насоси	°С	табл. 2.17	55,3	46,9	56,9
9	G_1	Витрата води в "прямій" магістралі на виході з котельні	т/год	табл. 2.1	349,34	485,35	45,36
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	365,34	500,34	50,36
12	$\Sigma G_{\text{ВК}}$	Витрата води в напірному трубопроводі мережних насосів	т/год	табл. 2.28	606,6	428,0	180,0
13	$G_{\text{рец}}$	Витрата води в трубопроводі рециркуляції котлів	т/год	табл. 2.30	44,1	76,7	8,8
14	$G_{\text{пер}}$	Витрата води в трубопроводі перепуску	т/год	табл. 2.32	0	332	35,9
15	$N_{\text{ВК.ВСТ}}$	Число встановлених водогрійних котлів	од	ф-ла	3	3	3
16	$N_{\text{ВК.Р}}$	Число котлів, що знаходяться в експлуатації	од	ф-ла	3	2	1

00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ

Арку

58

Зм. Арку № докум. Підпис Дата

17	$N_{BK.B}$	Число котлів, що експлуатуються в базовому (номінальному) номінальному режимі	од	ф-ла	2	2	1
18	$N_{BR.3}$	Число котлів, що експлуатуються в режимі змінного навантаження	од	ф-ла	1	0	0
19	V_{KOT}	Годинна витрата природного газу в котельні	тис.м ³ / год	ф-ла	5,09	3,59	1,51
20	$(b_T^{відп})_{газ}$	Питома витрата природного газу на відпущену від котельні теплову енергію	м ³ / МВт	ф-ла	121,1		
21	$(b_T^{відп})_{у.п}$	Питома витрата умовного палива на відпущену від котельні теплову енергію	кг у.п./МВт	ф-ла	139,3		
22	ΣW_{BK}	Сумарна встановлена потужність споживачів електроенергії котельні	кВт	ф-ла	435,4		
23	$e_{e/e}^{год}$	Середньогодинна питома витрата електроенергії на відпуск теплоти від котельні	кВт/МВт	ф-ла	27		
24	$\Pi_{Палив}$	Вартість природного газу	грн/ тис. м ³	ф-ла	3590,0		
25	$\Pi_{E/E}$	Вартість електроенергії	грн./ кВт·год	ф-ла	0,78		
26	C_Q	Собівартість теплоти, що відпущена від котельні	грн./МВт	ф-ла	486		

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата

00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ

Арку

59

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Загальні вимоги безпеки до виробничого обладнання та технологічних процесів

Основними складовими безпеки праці на виробництві є:

- безпечне виробниче обладнання;
- безпечні технологічні процеси;
- організація безпечного виконання робіт.

ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» — основний нормативний документ із загальних вимог безпеки до виробничого обладнання за виключенням обладнання, яке є джерелом іонізуючих випромінювань.

Вимоги безпеки до виробничого обладнання конкретних груп, видів, моделей розробляються відповідно до вимог ГОСТ 12.2.003-91 з урахуванням призначення, виконання та умов його експлуатації.

Безпека виробничого обладнання забезпечується:

- вибором принципів дії, джерел енергії, параметрів робочих процесів;
- мінімізацією енергії, що споживається чи накопичується;
- застосуванням вмонтованих в конструкцію засобів захисту та інформації про можливі небезпечні ситуації;
- застосуванням засобів автоматизації, дистанційного керування та контролю;
- дотримання ергономічних, обмеження фізичних і нервово-психологічних навантажень працівників.

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Токменко Т.В.</i>			<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №3 в місті Житомир</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Філоненко В.М.</i>					60	84
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ЗТЕ-5-9ск</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>						

Виробниче обладнання, при роботі як самостійно, так і в складі технологічних комплексів, повинно відповідати вимогам безпеки протягом всього періоду його експлуатації.

Виробниче обладнання, робота якого супроводжується виділенням шкідливих речовин чи мікроорганізмів або пожежо- та вибухонебезпечних речовин, повинно включати вмонтовані пристрої для локалізації цих виділень. При відсутності таких пристроїв, у конструкції обладнання мають бути передбачені місця для підключення автономних пристроїв локалізації виділень. За необхідності згадані пристрої мають бути виконані з урахуванням чинних вимог щодо стану повітря робочої зони та захисту довкілля.

Якщо виробниче обладнання є джерелом шуму, ультра- та інфразвуку, вібрації, виробничих випромінювань (електромагнітних, лазерних тощо), то воно повинно бути виконано таким чином, щоб дія на працюючих перерахованих шкідливих виробничих факторів не перевищувала меж, встановлених відповідними чинними нормативами.

Безпека виробничих процесів визначається, у першу чергу, безпекою обладнання, яка забезпечується шляхом урахування вимог безпеки при складанні технічного завдання на його проектування, при розробці ескізного й робочого проекту, випуску та випробуваннях випробного зразка й передачі його у серійне виробництво згідно з ГОСТом 15.001—73 «Разработка и постановка продукции на производство. Основные положения».

Основними вимогами безпеки до технологічних процесів є: усунення безпосереднього контакту працюючих з вихідними матеріалами, заготовками, напівфабрикатами, готовою продукцією та відходами виробництва, що є вірогідними чинниками небезпек; заміна технологічних процесів та операцій, що пов'язані з виникненням небезпечних та шкідливих виробничих факторів, процесами і операціями, за яких зазначені фактори відсутні або характеризуються меншою інтенсивністю; комплексна механізація та автоматизація виробництва, застосування дистанційного

									00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата						62

керування технологічними процесами і операціями при наявності небезпечних та шкідливих виробничих факторів; герметизація обладнання; застосування засобів колективного захисту працюючих; раціональна організація праці та відпочинку з метою профілактики монотонності й гіподинамії, а також обмеження важкості праці; своєчасне отримання інформації про виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів на окремих технологічних операціях (системи отримання інформації про виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів необхідно виконувати за принципом пристроїв автоматичної дії з виводом на системи попереджувальної сигналізації); впровадження систем контролю та керування технологічним процесом, що забезпечують захист працюючих та аварійне відключення виробничого обладнання; своєчасне видалення і знешкодження відходів виробництва, що є джерелами небезпечних та шкідливих виробничих факторів, забезпечення пожежної й вибухової безпеки.

При визначенні необхідних засобів захисту потрібно керуватися вказівками відповідних розділів стандартів ССБТ за видами виробничих процесів та групах виробничого обладнання, що використовуються у цих процесах. Перелік діючих стандартів стосовно процесів дається у покажчиках Держстандарту, що видаються кожен рік.

Рівні небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робочих місцях повинні відповідати вимогам стандартів безпеки за видами небезпечних та шкідливих факторів. Робочі місця повинні мати рівні та показники освітленості, встановлені діючими будівельними нормами ДБН В.2.5-28-2006.

Розташування виробничого обладнання, вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва у виробничих приміщеннях і на робочих місцях не повинно являти собою небезпеку для персоналу. Відстані між одиницями обладнання, а також між обладнанням та стінами виробничих приміщень, будівель і споруд повинна відповідати

						<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арку
							63
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата			

вимогам діючих норм технологічного проектування, будівельним нормам та правилам.

До факторів, що визначають умови праці, належать також раціональні методи технології і організації виробництва. Зокрема, велику роль відіграє зміст праці, форми побудови трудових процесів, ступінь спеціалізації працюючих при виконанні виробничих процесів, вибір режимів праці та відпочинку, дисципліна праці, психологічний клімат у колективі, організація санітарного й побутового забезпечення працюючих. У формуванні безпечних умов праці велике значення має врахування медичних протипоказань до використання персоналу у окремих технологічних процесах, а також навчання й інструктаж з безпечних методів проведення робіт.

До осіб, які допущені до участі у виробничому процесі, ставляться вимоги щодо відповідності їх фізичних, психофізичних і, в окремих випадках, антропометричних даних характеру роботи. Перевірка стану здоров'я працюючих має проводитися як при допуску їх до роботи, так і періодично згідно з чинними нормативами. Періодичність контролю за станом їх здоров'я повинна визначатися залежно від небезпечних та шкідливих факторів виробничого процесу в порядку, встановленому Міністерством охорони здоров'я України.

Особи, які допускаються до участі у виробничому процесі, повинні мати професійну підготовку (у тому числі з безпеки праці), що відповідає характеру робіт. Навчання працюючих із безпеки праці проводять на всіх підприємствах і в організаціях незалежно від характеру та ступеня небезпеки виробництва відповідно до НПАОП 0.00-4.12-05.

3.2. Вимоги до виробничих приміщень

Основні вимоги до будівель виробничого призначення викладені в СНиП 2.09.02-85.

					<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		64

При плануванні виробничих приміщень необхідно враховувати санітарну характеристику виробничих процесів, дотримуватись норм корисної площі для працюючих, а також нормативів площ для розташування устаткування і необхідної ширини проходів, що забезпечують безпечну роботу та зручне обслуговування устаткування.

Вибір типу приміщення визначається технологічним процесом та можливістю боротьби з шумом, вібрацією і забрудненням повітря. Наявність великих за розміром віконних прорізів та ліхтарів має забезпечувати хороше натуральне освітлення. Обов'язковим є також улаштування ефективної вентиляції.

Якщо в одній будові необхідно розмістити виробничі приміщення, до яких з точки зору промислової санітарії та пожежної профілактики висуваються різні вимоги, то необхідно їх групувати таким чином, щоб вони були ізольованими одне від одного. Цехи, відділення та дільниці зі значними шкідливими виділеннями, надлишком тепла та пожежонебезпечні необхідно розташовувати біля зовнішніх стін будівлі і, якщо допустимо за умовами технологічного процесу та потоковістю виробництва — на верхніх поверхах багатоповерхової будівлі. Не можна розташовувати нешкідливі цехи та дільниці (наприклад, механоскладальні, інструментальні, ЕОМ тощо), а також конторські приміщення над шкідливими, оскільки при відкриванні вікон газу та пари можуть проникати в ці приміщення.

Приміщення, де розташовані електрощитове, вентиляційне, компресорне та інші види обладнання підвищеної небезпеки, повинні бути постійно зачиненими на ключ, з тим, щоб в них не потрапили сторонні працівники.

З метою запобігання травматизму у виробничих приміщеннях необхідно застосовувати попереджувальне пофарбування будівельних конструкцій та знаки безпеки. Наприклад, жовтим кольором (або із чорними смугами) фарбують низько розташовані над проходами конструкції,

									Арку
									65
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ				

звуження проїздів, малопомітні сходи, виступи та перепади в площині підлоги.

Ширина основних проходів всередині цехів та дільниць повинна бути не менше 1,5 м, а ширина проїздів — 2,5 м.

Двері та ворота, що ведуть безпосередньо на двір, необхідно обладнати тамбурами або повітряними (тепловими) завісами.

Порядок розташування устаткування і відстань між машинами визначаються їхніми розмірами, технологічними вимогами і вимогами техніки безпеки. Однак, у всіх випадках, до устаткування, що має електропривід, повинен бути вільний підхід з усіх боків шириною не менше 1 м з боку робочої зони і 0,6 м — з боку неробочої зони. Виробничі меблі (шафи, стелажі, столи тощо) можна ставити впритул до конструктивних елементів будівлі — стін, колон.

Для обробки та захисту внутрішніх поверхонь конструкцій приміщень від дії шкідливих та агресивних речовин (наприклад кислот, лугів, свинцю) та вологи використовують керамічну плитку, кислотостійку штукатурку, олійну фарбу, які перешкоджають сорбції цих речовин та допускають миття поверхонь.

Висота виробничих приміщень повинна бути не менше 3,2 м, а об'єм і площа — 15 м³ та 4,5 м² відповідно на кожного працівника.

Стіни виробничих та побутових приміщень мають відповідати вимогам шумо- і теплозахисту; підлягати легкому прибиранню та миттю; мати оздоблення, що виключає можливість поглинання чи осаджування отруйних речовин.

Приміщення, де розміщені виробництва з виділенням шкідливих та агресивних речовин (кислоти, луги, ртуть, бензол, сполуки свинцю та ін.), повинні мати стіни, стелю та конструкції, пофарбовані таким чином, щоб попереджувалась сорбція (осаджування) цих речовин та допускались легкі очищення та миття цих поверхонь.

									Арку
									66
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ				

У приміщеннях з великим виділенням пилу (шліфування, заточка, розмелювання) слід передбачити прибирання за допомоги пилососів чи гідрозмивання.

Колір інтер'єрів приміщень має відповідати вимогам технічної естетики.

Вимоги до допоміжних приміщень та будівель. До допоміжних відносяться приміщення та будівлі адміністративні, санітарно-побутові, громадського харчування, охорони здоров'я, культурного обслуговування, конструкторських бюро, для занять та громадських організацій.

Допоміжні приміщення різного призначення слід розміщувати в одній будівлі з виробничими приміщеннями або прибудованою до них у місцях з найменшим впливом шкідливих факторів, а якщо таке розміщення неможливе, то їх можна розміщувати і в окремих будівлях.

Висота поверхів окремих будівель, прибудов чи вбудов має бути не меншою 3,3 м, висота від підлоги до низу перекриттів — 2,2 м, а у місцях нерегулярного переходу людей – 1,8 м. Висота допоміжних приміщень, що розміщені у виробничих будівлях, має бути не меншою 2,4 м.

Площа допоміжних приміщень має бути не меншою ніж 4м² на одне робоче місце у кімнаті управліннь і 6 м² — у конструкторських бюро; 0,9 м² на одне місце в залі нарад; 0,27 м² на одного співробітника у вестибюлях та гардеробних.

До групи санітарно-побутових приміщень входять: гардеробні; душові; туалети; кімнати для вмивання та паління; приміщення для знешкодження, сушіння та обезпилення робочого одягу; приміщення для особистої гігієни жінок та кормління немовлят; приміщення для обігрівання працівників. У санітарно-побутових приміщеннях підлоги мають бути вологостійкими, з неслизькою поверхнею, світлих тонів; стіни та перегородки — облицьовані вологостійкими світлих тонів матеріалами на висоту 1,8 м.

										Арку
										67
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ					

У гардеробних приміщеннях для зберігання одягу мають бути шафи з розмірами: висота 1650 мм, ширина 250...400 мм, глибина 300 мм. Кількість шаф має відповідати списковій кількості працівників.

3.3. Вимоги безпеки праці під час експлуатації систем вентиляції, опалення і кондиціонування повітря

Методи регулювання параметрів повітряного середовища є невід'ємною частиною загальнодержавного підходу до керування навколишнім середовищем відповідно до стандарту ДСТУ ISO 14001-97 (Системи управління навколишнім середовищем).

Методи керування якістю повітряного середовища можуть бути класифіковані за рівнем значимості:

- *глобальний* — «безвідходні» і передові технології, нові види палива й енергії, нові типи двигунів, міжнародне квотування викидів різних інгредієнтів, міжнародні угоди в галузі екологічного аудиту й ін.;

- *регіональний* — організаційно-планувальні (вибір території і розташування промислових об'єктів); організаційно-економічні (ліцензування діяльності, регіональне квотування викидів, установлення плати за викиди, штрафні санкції, страхування екологічних ризиків, пільги); нормативно-правові (установлення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у повітряному середовищі, установлення гранично допустимих викидів на джерелах викидів, нормування технологічних викидів, вимоги з інвентаризації викидів); вибір технологій, палива, застосування ефективних методів очищення й уловлювання забруднюючих речовин;

- *підприємства* – зниження викидів у джерелі утворення (технологічні методи, вибір устаткування і рівень його обслуговування, автоматизація технологічних процесів, придушення шкідливих речовин у зоні утворення,

									Арку
									68
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ				

герметизація устаткування, уловлювання забрудненого повітря й ефективно очищення його, вентиляція, контроль якості повітряного середовища, відбір персоналу і контроль стану його здоров'я);

- на робочому місці – герметизація (локалізація) робочого місця і створення в ній нормальних параметрів повітряного середовища, застосування засобів індивідуального захисту, організаційні методи роботи.

Успіх функціонування системи керування параметрами повітряного середовища, що діє на людину, залежить від ефективності всіх її ієрархічних і функціональних рівнів. Однак, для сучасного підприємства найбільш розповсюдженим інженерним методом впливу на атмосферу є організація повітрообміну (вентиляція) у приміщеннях, а також локалізація джерел викидів з подальшим видаленням забрудненого повітря і його очищенням (аспірація).

Вентиляція.

Задачею вентиляції є забезпечення чистоти повітря і заданих метеорологічних умов у виробничих приміщеннях. *Вентиляцією* називають організований і регульований повітрообмін, що забезпечує видалення з приміщення забрудненого повітря і подачу на його місце свіжого. За способом переміщення повітря розрізняють системи *природної і механічної* вентиляції. Якщо система механічної вентиляції призначена для подачі повітря, то вона називається *припливною*, якщо ж вона призначена для видалення повітря – *витяжною*. Можлива організація повітрообміну з одночасною подачею і видаленням повітря – *припливно-витяжна* вентиляція.

В окремих випадках для скорочення експлуатаційних витрат на нагрівання повітря застосовують системи вентиляції з частковою *рециркуляцією* (до свіжого повітря підмішується повітря, вилучене із приміщення).

За місцем дії вентиляція буває *загальнообмінною і місцевою*. При загальнообмінній вентиляції необхідні параметри повітря підтримуються у всьому об'ємі приміщення. Таку систему доцільно застосовувати, коли

									Арку
									69
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ				

шкідливі речовини виділяються рівномірно по всьому приміщенню. Якщо робочі місця мають фіксоване розташування, то з економічних міркувань можна організувати оздоровлення повітряного середовища тільки у місцях перебування людей (наприклад, душування робочих місць у гарячих цехах). Витрати на повітрообмін значно скорочуються, якщо уловлювати шкідливі речовини в місцях їхнього виділення, не допускаючи поширення в приміщенні. З цієї метою поруч із зоною утворення шкідливості встановлюють пристрої забору повітря (витяжки, панелі, що всмоктують, всмоктувачі). Така вентиляція називається *місцевою*.

У виробничих приміщеннях, у яких можливе раптове надходження великої кількості шкідливих речовин, передбачається влаштування аварійної вентиляції.

3.4. Загальні заходи та засоби нормалізації мікроклімату та теплозахисту

Нормалізація несприятливих мікрокліматичних умов здійснюється за допомоги комплексу заходів та способів, які включають: будівельно-планувальні, організаційно-технологічні та інші заходи колективного захисту. Для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників використовуються засоби індивідуального захисту, медико-біологічні тощо.

Нормовані параметри мікроклімату на робочих місцях повинні бути досягнені, у першу чергу, за рахунок раціонального планування виробничих приміщень і оптимального розміщення в них устаткування з тепло -, холодо - та вологовиділенням. Для зменшення термічних навантажень на працюючих передбачається максимальна механізація, автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами і устаткуванням.

У приміщеннях із значними площами закслених поверхонь передбачаються заходи захисту від перегрівання при попаданні прямих сонячних променів у теплий період року (орієнтація віконних прорізів схід-

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		70

захід, улаштування жалюзі та ін.), від радіаційного охолодження — в зимовий (екранування робочих місць). При температурі внутрішніх поверхонь огороджувальних конструкцій, вище допустимих величин, робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше 1 м.

У виробничих приміщеннях з надлишком (явної) теплоти використовують природну вентиляцію (аерацію). Аераційні ліхтарі та шахти розташовують безпосередньо над основними джерелами тепла на одній осі. У разі неможливості або неефективності аерації встановлюють механічну загально-обмінну вентиляцію. При наявності поодиноких джерел тепловиділень оснащують обладнання місцевою витяжною вентиляцією у вигляді локальних відсмоктувачів, витяжних зонтів та ін.

У замкнених і невеликих за об'ємом приміщеннях (кабіни кранів, пости та пульти керування, ізольовані бокси, кімнати відпочинку тощо) при виконанні операторських робіт використовують системи кондиціонування повітря з індивідуальним регулюванням температури та об'єму повітря, що подається.

При наявності джерел тепловипромінювання вживають комплекс заходів з теплоізоляції устаткування та нагрітих поверхонь за допомоги теплозахисного обладнання.

Вибір теплозахисних засобів обумовлюється інтенсивністю тепловипромінювання, а також умовами технологічного процесу.

При неможливості технічними засобами забезпечити допустимі гігієнічні нормативи опромінення на робочих місцях використовуються засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) — спецодяг, спецвзуття, ЗІЗ для захисту голови, очей, обличчя, рук. У залежності від призначення передбачаються такі ЗІЗ:

- для постійної роботи в гарячих цехах — спецодяг (костюм чоловічий повстяний), а при ремонті гарячих печей та агрегатів — автономна система індивідуального охолодження в комплексі з повстяним костюмом;

									Арку
									71
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ				

- при аварійних роботах — тепловідбивний комплект з металізованої тканини;

- для захисту ніг від теплового випромінювання, іскор і бризок розплавленого металу, контакту з нагрітими поверхнями — взуття шкіряне спеціальне для працюючих у гарячих цехах;

- для захисту рук від опіків — рукавиці суконні, брезентові, комбіновані з надолонниками зі шкіри та спилку;

- для захисту голови від теплових опромінь, іскор та бризок металу — повсякденний капелюх, захисна каска з підшоломником, каски текстолітові або з полікарбонату;

- для захисту очей та обличчя — щиток теплозахисний сталевара, з прикладними для нього захисними окулярами із світлофільтрами, маски захисні з прозорим екраном, окуляри захисні, козиркові зі світлофільтрами;

Спецодяг повинен мати захисні властивості, які виключають можливість нагріву його внутрішніх поверхонь на будь-якій ділянці до температури 40 °С.

У виробничих приміщеннях, в яких на робочих місцях неможливо встановити регламентовані інтенсивності теплового опромінювання працюючих через технологічні вимоги, технічну недосяжність або економічно обґрунтовану недоцільність, використовуються обдування, повітряне душення, водно-повітряне душення.

									Арку
									71
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ				

4. СТРАТЕГІЧНА ТЕХНІКО-ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

На сучасному етапі розвитку суспільства все більшого значення у міжнародній, національній і регіональній політиці набуває концепція збалансованого (сталого) розвитку, яка спрямована на інтеграцію економічної, соціальної та екологічної складових розвитку. Поява цієї концепції пов'язана з необхідністю розв'язання екологічних проблем і врахування екологічних питань в процесах планування та прийняття рішень щодо соціально-економічного розвитку країн, регіонів і населених пунктів.

Стратегічна екологічна оцінка дає можливість зосередитися на всебічному аналізі можливого впливу планованої діяльності на довкілля та використовувати результати цього аналізу для запобігання або пом'якшення екологічних наслідків в процесі стратегічного планування.

Стратегічна екологічна оцінка (СЕО) – це новий інструмент реалізації екологічної політики, який базується на простому принципі: легше запобігти негативним для довкілля наслідкам діяльності на стадії планування, ніж виявляти та виправляти їх на стадії впровадження стратегічної ініціативи.

Метою стратегічної екологічної оцінки є сприяння сталому розвитку шляхом забезпечення охорони довкілля, безпеки життєдіяльності населення та охорони його здоров'я, інтегрування екологічних вимог під час розроблення та затвердження документів державного планування.

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Токменко Т.В.</i>			<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №3 в місті Житомир</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Філоненко В.М.</i>					72	84
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ЗТЕ-5-9ск</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>						

4.1. Зміст та основні цілі документа планування діяльності

При розробленні системи теплопостачання району №3 міста Житомира враховані положення чинних законодавчих та нормативних документів:

- Закон України «Про теплопостачання»;
- Закон України «Про енергозбереження»;
- Закон України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу»;
- Закон України «Про альтернативні джерела енергії»;
- Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності»;
- Закон України «Про основи містобудування»;
- Постанова Кабінету Міністрів України № 1505 від 31.12.1997 р. «Про Програму державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики (із змінами, внесеними згідно з постановами КМУ № 746 від 16.08.2005 р. та № 1571 від 08.11.2006 р.);
- ДБН В.2.5-39:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі;
- ДБН В.2.5-77:2014 "Котельні";
- ДБН В.2.5-20-2001 «Газопостачання»;
- ДСТУ-Н Б В. 1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія";
- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
- ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки»;
- ДБН В.2.2-9-99 «Громадські будинки та споруди»;
- «Норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні», КТМ 204 України 244-94.

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		73

Метою розроблення «Схема теплопостачання району №3 міста Житомира» є розроблення енерго- та екологоефективної системи теплопостачання міста Житомира на період до 2030 року, на основі розроблення оптимізованих технічних рішень з теплопостачання міста з врахуванням існуючого стану та розвитку джерел генерації теплової енергії та теплових мереж, будівництва нових мікрорайонів та забудови міста, розвитку технологій виробництва теплової енергії для потреб теплопостачання міста, можливостей використання відновлювальних видів палива та альтернативних джерел енергії.

У схемі передбачається використання передових технологій, технічних рішень, технологічного обладнання, які відповідають природоохоронним та санітарно-гігієнічним вимогам і забезпечують унеможливлення впливу шкідливих факторів на довкілля та здоров'я мешканців міста.

Основними завданнями системи теплопостачання району №3 міста Житомира є визначення:

– доцільності проектування, будівництва, реконструкції, модернізації, розширення об'єктів генерації та транспортування теплової енергії, їх основних параметрів і місць розміщення;

– планованих обсягів фінансування заходів, передбачених схемою.

Цією схемою передбачено шляхи подальшого розвитку системи теплопостачання міста Житомира, впровадження низки організаційних та технічних заходів щодо забезпечення тепловою енергією існуючих споживачів, приєднаних до централізованої системи теплопостачання міста, а також нових будівель, які за Генеральним планом розвитку міста Житомира, виданими Технічними умовами та Детальними планами територій за період 2020-2030 рр. мають бути збудовані у місті й підключені до СЦТ, та підвищення показників енергоефективного функціонування систем централізованого теплопостачання.

Також схемою передбачається подальше впровадження енергозберігаючих технологій в складових елементах системи

									Арку
									74
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ				

теплопостачання, у т.ч. підвищення частки комбінованого виробництва електричної та теплової енергії, впровадження низькоемісійних технологій спалювання палива, технологій утилізації теплоти димових газів, технологій відновлення теплових мереж з використанням попередньоізольованих труб, тощо, що дозволить забезпечити надійність та безперебійність теплозабезпечення споживачів, та знизити витрати первинних енергоносіїв, зменшити кількість і відповідно негативний вплив викидів забруднюючих речовин та парникових газів на здоров'я населення та навколишнє природне середовище.

В основу розроблення нової системи теплопостачання міста Житомира до 2030 року покладені наступні основні концептуальні напрямки розвитку системи теплопостачання міста.

4.2. Система теплопостачання міста Житомира в цілому

– Забезпечення відповідності системи теплопостачання міста нормативним вимогам, в т.ч. потребам споживачів міста, нормативним вимогам по надійності, теплотжерел системи централізованого постачання (СЦТ) міста – нормативним вимогам з енергоефективності, СЦТ міста – нормативним вимогам з екологічності.

– Розвиток системи теплопостачання міста Житомира має передбачати, як основу, збереження та розвиток системи централізованого теплопостачання, максимальне сприяння підключенню нових споживачів до СЦТ, з заборонаю на будівництво нових систем індивідуального теплопостачання в межах міста, окрім випадків, де останнє неможливе. Для реалізації цього напрямку необхідно модернізувати технічно зношений стан існуючої СЦТ з метою підвищення ефективності виробництва, надійності і якості теплопостачання та транспортування теплової енергії.

– Підвищення надійності теплопостачання споживачів міста:

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		75

заміна/реконструкція обладнання теплових джерел, створення взаємного резервування теплоджерел та систем транспортування теплоенергії, ліквідація аварійних ділянок теплових мереж; модернізація теплових мереж зі зменшенням частки зношеного насосного, трубопровідного та іншого допоміжного обладнання мереж, тощо.

– Формування балансу виробництва та споживання теплової енергії в місті на основі фактичних потреб споживачів: оптимальне визначення потреб в будівництві та модернізації джерел генерації теплової енергії та теплових мереж на основі чітко визначених оціночних навантажень та корисних потужностей теплоджерел, з урахуванням розподілу навантаження на базове та пікове.

– Підвищення ефективності роботи всіх складових системи централізованого теплопостачання міста, що включає джерела генерації теплової енергії, теплові мережі, споживачів шляхом оптимізації зон теплопостачання від конкретних джерел теплової енергії через переключення теплопостачання споживачів з низькоефективних котелень на більш ефективні та проведення відповідних заходів з перекладення тепломереж, а також впровадження адекватних потребам споживачів температурних графіків роботи теплових джерел та мереж, з відповідною адаптацією теплотехнічного обладнання.

– Зменшення забруднення навколишнього природного середовища та зниження екологічного тиску на населення: формування зон зменшеного екологічного впливу об'єктів системи теплопостачання міста, де перша зона – максимально можливо звільнена від генерації теплової енергії за рахунок спалювання палива, з теплозабезпеченням лише шляхом подачі теплоносія через систему трубопроводів централізованого теплопостачання (передбачається в найбільш забрудненій внаслідок скупченості автотранспорту та інших чинників центральній частині міста та прибережній рекреаційній частині); друга зона – розташовується навколо першої, в її межах пропонується дозволити спалювання лише

					<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		77

найменш екологічно шкідливого палива – природного газу, з укрупненням джерел генерації теплової енергії, що дозволить організувати жорсткий контроль викидів в атмосферу та, за потреби, їх очищення; третя зона – розташовується навколо другої до меж міста, в її межах пропонується дозволити спалювання будь-якого палива, за умов забезпечення належного очищення димових газів.

– Впровадження в СЦТ міста Житомира системи енергетичного менеджменту: впровадження системи енергетичного менеджменту (СЕМ) як складової системи управління, спрямованої на мінімізацію питомих витрат ПЕР при забезпеченні необхідного рівня комфортності, надійності енергопостачання та екологічних вимог, в системі централізованого теплопостачання та за можливістю у місті Житомирі в цілому.

– Впровадження комплексної автоматизації та диспетчеризації виробничих процесів та системи обліку СЦТ міста Житомира, а саме технологічних процесів виробництва, транспортування і розподілу теплової енергії, зокрема впровадження програмно-апаратного комплексу системи SCADA та комплексу програмно-технічних засобів автоматизованої системи комерційного обліку теплової енергії (АСКОТЕ), з об'єднанням об'єктів СЦТ міста в єдину систему диспетчерського управління та збору даних, та оснащенням всіх систем теплоспоживання приладами обліку теплової енергії.

– Розвиток інформаційних технологій та діджиталізація виробничих процесів в системі теплопостачання міста Житомира: впровадження розрахунково-інформаційного комплексу системи теплопостачання для вирішення топологічних та пошукових задач, надання рекомендацій з оптимізації технологічного процесу і режимів роботи мереж та моделювання стану мереж при різних конфігураціях, зниження виробничих витрат, поліпшення якості послуг теплопостачання.

1. Система генерації теплової енергії:

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		78

– Створення умов відповідності критеріям Директиви 2012/27/ЄС "Про енергоефективність" та Закону України "Про енергетичну ефективність" до «Ефективної системи теплопостачання»: забезпечення використання мінімум 50% відновлюваної енергії, або 50% відпрацьованої (скидної) теплоти, або 75% теплоти від когенерації, або 50% сукупності такої енергії та теплоти, зокрема умов відповідності системи генерації теплової енергії СЦТ міста Житомира останньому критерію, в тому числі за нижченаведеними шляхами.

– Підвищення ефективності подальшого використання традиційних джерел енергії: впровадження заходів з підвищення ефективності використання традиційних джерел енергії (в основному природного газу, з реконструкцією 3 котелень, що працюють на вугіллі, з максимальною відмовою від використання вугілля як палива) як основного енергоресурсу, при максимальному з умов можливості та доцільності використанні поновлюваних джерел енергії, таких як сонячна енергія, тверді побутові відходи, біомаса, теплота морської води, скидна теплота.

– Перерозподіл навантажень від низькоефективних котелень до потужніших та ефективніших: проведення перерозподілу теплового навантаження від низькоефективних малих котелень на більш потужні та більш ефективні теплогенератори, з залишенням у роботі 16 з існуючих 21 теплових джерел, що дозволить підвищити загальну ефективність використання палива, а також зменшити витрати на утримання обслуговуючого персоналу при закритті цих малопотужних котелень і наступною їх ліквідацією, консервацією або переведенням у резерв.

– Заміна на сучасне та модернізація теплогенеруючого обладнання: для підвищення надійності теплопостачання та ефективності використання палива передбачається заміна котлів на вискоелективні нові котли з ККД не нижче 90 %, модернізація – з підвищенням ефективності існуючих котлів до рівня ККД не нижче 92 %, з урахуванням базових та пікових навантажень та оптимізацією коефіцієнта завантаження.

									00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата						79

– Впровадження технології утилізації скидної теплоти димових газів: встановлення 3 утилізаторів теплоти димових газів, переважно конденсаційного типу, за 3 котлами у 6 теплоджерелах.

«Теплопостачання міста Житомира», що, окрім відомих переваг теплоутилізаційних технологій (максимальне використання теплоти продуктів згоряння, підвищення коефіцієнта використання палива (КВП), збільшення енергетичного КПД, зменшення викидів в атмосферу і теплового забруднення довкілля, тощо), надасть змогу отримання значної кількості конденсату, придатного для підживлення котельного та тепломережевого обладнання.

– Розвиток виробництва теплової енергії з відновлюваних джерел енергії: впровадження теплонасосних технологій (з використанням теплоти морської води та низькопотенційної скидної теплоти каналізаційних стоків), технології використання сонячних колекторів для потреб локального гарячого водопостачання на дахах будівель, використання місцевих видів палива (деревинні відходи міста, тощо).

– Впровадження технологій використання енергетичного потенціалу твердих побутових відходів (ТПВ). Значний енергетичний потенціал ТПВ м. Житомира (утворюються близько 25 тис. т ТПВ на рік) доцільно щонайменше частково використовувати для теплозабезпечення споживачів міста. З метою економії енергоресурсів, доцільно впровадити попереднє сортування ТПВ з відокремленням вторинної сировини та паливної складової у відповідно відведених місцях. Для цього передбачається будівництво нового технологічного комплексу з переробки ТПВ, який охоплюватиме попереднє сортування та механіко-біологічну переробку ТПВ з виробництвом штучного твердого відновлюваного палива з органічної частини відходів – RDF, та термічну переробку цього палива з подальшою генерацією електричної та теплової енергії (ТЕЦ-на-RDF), а також ТЕЦ на природному газі з пуско-резервною котельнею, або як альтернативний варіант – газопоршневі когенераційні установки, а також систему належного

									00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата						80

очищення димових газів. Сумарна планована встановлена електрична потужність комплексу становитиме 50 МВт, тепла потужність 20 Гкал/год.

– Збільшення частки комбінованого виробництва електричної та теплової енергії (когенерації): використання в СЦТ міста в першу чергу теплової енергії, виробленої з застосуванням когенераційного обладнання, за рахунок першочергового завантаження когенераційних теплових джерел, з максимізацією частки виробленої теплової енергії на таких джерелах. Передбачається встановити когенераційні станції з використанням газопоршневих або газотурбінних установок на 3 існуючих районних котельнях та одному новому теплотверелі, будівництво нового технологічного комплексу, який включатиме ТЕЦ-на-ТПВ та ТЕЦ на природному газі.

– Розширення впровадження частотного регулювання електроприводів двигунів тягодуттєвого та насосного обладнання котлоагрегатів, що дозволить вирішувати завдання узгодження режимних параметрів і енергоспоживання тягодуттєвих механізмів зі змінними характеристиками – навантаженнями котлів, з суттєвою економією електроенергії та збільшенням термінів безаварійної експлуатації обладнання.

– Розширення впровадження сучасних приладів та систем автоматики для діагностики та регулювання процесів спалювання палива: впровадження на теплотверелах сучасних мікропроцесорних систем регулювання, що дозволить, окрім виконання стандартних функцій котельної автоматики, також автоматично підтримувати оптимальне співвідношення «паливо-повітря» для економічного спалювання палива (на межі виникнення хімічного недопалу), на основі аналізу оперативної інформації про склад димових газів, зокрема про концентрацію кисню і продуктів хімічного недопалу в газах.

– Комплексне налагоджування котельного обладнання з використанням сучасних засобів регулювання та контролю: застосування

					<i>00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ</i>	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		80

комплексного підходу, тобто виконання регулярного своєчасного взаємопов'язаного налагоджування основного і допоміжного котельного обладнання, водно-хімічних режимів і налагоджувальних робіт на теплових мережах, з використанням сучасних засобів регулювання та контролю, що дозволить отримати найбільший енергозберігаючий ефект.

– Впровадження технологій гібридного теплопостачання з використанням профіцитної електроенергії: використання профіцитної електроенергії в години нічного провалу добового графіка навантажень (ДГН) об'єднаної енергосистеми (ОЕС) України, коли діють техніко-економічно обумовлені пільгові тарифи на електроенергію, для підігріву теплоносія в електричних котлах, з акумулюванням отриманої теплової енергії безпосередньо в теплових мережах або з використанням баків-акумуляторів. Використання електричних котлів на потужних котельнях як резервного джерела генерації теплової енергії у випадках відсутності / зниження тиску природного газу в мережі, з потужністю в межах резервного вводу електроживлення котельні.

– Реконструкція та модернізація обладнання систем водопідготовки з підвищенням їх ефективності: заміна застарілих та недостатньо потужних систем водопідготовки, заміна фільтраційних установок, реорганізація блоку управління, додавання технологічних етапів за потребою. Це сприятиме зменшенню корозійних пошкоджень і відкладень накипу та шламу на внутрішніх поверхнях котельного та тепломережевого обладнання, та запобігатиме зниженню ефективності теплообміну у поверхнях нагріву (котлових екранах, конвективних поверхнях, тощо), сприятиме зменшенню опору і відповідних витрат на прокачування теплоносія, подовженню термінів експлуатації обладнання.

– Реконструкція вузлів обліку витрат природного газу та відпуску теплової енергії на теплогерелах, де це потрібно, з приведенням їх до відповідності нормативним вимогам та автоматизацією на всіх теплогерелах, що сприятиме раціональному використанню енергоресурсів,

										00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата							81

зниженню втрат за рахунок витікання та охолодження теплоносія та інших втрат, більш коректним комерційним розрахункам оплати за паливо та за відпущену теплову енергію.

– Будівництво нових теплових джерел переважно з застосуванням технологій комбінованого виробництва теплової та електричної енергії, використанням альтернативних палив та джерел енергії. Для забезпечення покриття перспективних зростаючих потреб міста в тепловій енергії відповідно до виданих ТУ та затверджених ДПТ, та забезпечення підвищення ефективності використання палива, передбачається будівництво нових теплових джерел та деяке підвищення потужності існуючих, переважно з застосуванням технологій комбінованого виробництва теплової та електричної енергії, а також використанням альтернативних палив та джерел енергії.

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ	Арку
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		82

ЛІТЕРАТУРА

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. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи [Електронний ресурс]: для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» зі спец. 144 - Теплоенергетика, освіт. прогр. Теплоенергетика та енергоефективні технології, для ден. та заоч. форм навчання. Част. 2. Тепломеханічний розрахунок виробничо-опалювальної котельні.- Уклад.: В.М. Філоненко, М.О. Прядко. –К.: НУХТ, 2022. – 149 с.
3. Філоненко В.Н. Нагнітачі та теплові двигуни. – Мет. вказ. до вивчення дисципліни для студентів спеціальності “Теплоенергетики” ден. та заочн. форм навчання. – К.: НУХТ. – 2004. – 50 с.
4. 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.
2. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний та ін. – К.: Основа, 2006 – 448 с.
3. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І. М. Основи охорони праці. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 264 с.
4. Основи охорони праці: / В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г. Валенко та ін.; за ред. проф. В.В. Березуцького. – Х.:Факт, 2005. – 480 с.
5. Русаловський А.В. Правові та організаційні питання охорони праці: Навч. посіб. – 4-те вид., допов. і перероб. – К.: Університет «Україна», 2009.– 295 с.

					00КРБ144.ОПТЕ004.006 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Токменко Т.В.			<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №3 в місті Житомир</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів		Філоненко В.М.				2	83	
Реценз.						<i>НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ЗТЕ-5-9ск</i>		
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко В.П.						

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
1	Водогрійний котел 11,6 кВт; 140/70°C	4	КВ-ГМ-10
2	Мережевий насос Q=200 т/год., Н=36 м вод.ст.	3	Д200-36
3	Мережевий насос (літо) Q=20 т/год., Н=18 м вод. ст.	3	К-20/18
4	Насос рециркуляції Q=90 т/год., Н=38 м вод. ст.	2	НКУ-90
5	Насос сирोї води Q=12,5 т/год., Н=20 м вод. ст.	3	К50-32-125
6	Підігрівник сирої води F=1,11 м ²	2	ПВ-z-05
7	Насос взривлення фільтрів	1	
8	Бак відмивочної води	1	
9	На-катіонітний фільтр I ст.	2	
10	На-катіонітний фільтр II ст.	2	
11	Насос технолог. води Q=125 т/год., Н=50 м вод. ст.	2	Grundfos TPE 80-570
12	Підігрівник технологічної води F=28 м ²	1	ПВ-z-16
13	Ежекційні насоси Q=1 т/год., Н=20 м вод. ст.	2	GRUNDFOS UPS 25-50/2
14	Насос підживлення ТМ Q=10,8 т/год., Н=16 м вод. ст.	3	К50-32-125а
15	Підігрівник хімоочищеної води F=3,4 м ²	1	ПВ-z-09
16	Насос хімоочищеної води Q=20 т/год., Н=40 м вод. ст.	2	GRUNDFOS TPE 40-360
17	Насос солевого розчину	1	
18	Бак мірник	1	
19	Солерозчинник	1	
20	Вентилятор	3	ВДН-10У
21	Димосос	3	ДН-12,5У
22	Димова труба	1	
23	Деаератор Q=5 т/год.	3	ДВ-15
24	Охолоджувач випару	1	
25	Ежектор	1	
26	Бак технічної води	1	

00КРБ144.ОПТЕ004.006 СП

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Токменко Т.В.			Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №3 в місті Житомир	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів		Філоненко В.М.					1	1
Н. Контр.						НУХТ. Каф. ТЕХТ, гр. ЗТЕ-5-9ск		
Затверд.		Петренко В.П.						