

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

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

«До захисту в ЕК»

Директор інституту

_____ Блаженко С.І. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021 р.

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

_____ Петренко В.П. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

освітньо-професійної програми _____ Теплоенергетика _____

на тему: _____ Проект системи теплопостачання житлово-промислового _____
_____ району №4 в місті Кривий Ріг _____

Виконав: здобувач 5 курсу, групи ЗТЕ-5-10ск

_____ Крячек Євгеній Васильович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ доц. Бойко Володимир Олександрович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Рецензент _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2021 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

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕХТ

проф. Василенко С.М.

“09” листопада 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Крячек Євгеній Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект системи теплопостачання житлово-промислового району № 4 в місті Кривий Ріг

керівник роботи к.т.н., доц. Бойко Володимир Олександрович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “09” 11.2020 року № 934-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 05.02.2021 року

3. Вихідні дані до роботи технологічне навантаження 10,0 МВт; температура теплоносія 95 °С; розрахункова температура -24 °С; температура зовнішнього повітря -0,6 °С; температура для системи вентиляції -10 °С; тривалість роботи промислового підприємства – 7000 год; тривалість опалювального періоду – 178 діб; температури мережної води t'_{01}/t'_{02} : 150°С/70°С.

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

1. Розрахунок теплових навантажень житлово-промислового району міста

2. Розрахунок теплової схеми котельні з водоگрійними котлами

3. Охорона праці

4. Творче завдання

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 17.12.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Визначення теплових навантажень в системі ТПЖР	16.12-21.12.20	Виконано
2	Розрахунок витрати та температури мережної води в прямій та зворотній магістралях	22.12-29.12.20	Виконано
3	Визначення розрахункових витрат теплоносія	30.12-05.01.21	Виконано
4	Формування вихідних даних до Частини 2 проекту	06.01-10.01.21	Виконано
5	Розрахунок теплової схеми котельні	11.01-18.01.21	Виконано
6	Вибір енергетичного обладнання котельні	19.01-23.01.21	Виконано
7	Оформлення креслень та ПЗ	24.01-31.01.21	Виконано

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Крячек Є.В.
(прізвище та ініціали)

Бойко В.О.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	5
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ I. Розрахунок теплових навантажень житлово – промислового району міста.....	8
1. Вихідні дані до проекту.....	8
2. Визначення теплових навантажень в системі теплопостачання житлового району.....	10
3. Розрахунок витрати та температури мережної води в прямій та зворотній магістралях.....	16
3.1. Розрахунок витрат та температур мережної води на опалення.....	16
3.2. Розрахунок витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання.....	18
3.3. Розрахунок витрат та температур мережної води на вентиляцію.....	24
4. Визначення розрахункових витрат теплоносія.....	27
5. Вихідні дані до розділу II.....	29
РОЗДІЛ II. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами.....	31
1. Формування вихідних даних для теплового розрахунку котельні з водогрійними котлами.....	31
2. Формування принципової схеми водогрійної котельні.....	34
3. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами	35
4. Визначення енергетичних показників роботи водогрійної котельні...45	
5. Вибір обладнання котельні з водогрійними котлами.....	48
РОЗДІЛ III. Охорона праці.....	57
РОЗДІЛ IV. Нормативні вимоги до опалення та внутрішнього теплопостачання.....	63
Список використаної літератури.....	76

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в м. Кривий Ріг</i> ЗМІСТ	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив		Крячек Є.В.						4
Перевірив		Бойко В.О.						
Рецензув.								
Затвердив		Петренко В.П.				ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		

АНОТАЦІЯ

Крячек Є.В. Проект системи теплопостачання житлово-промислового району № 4 в місті Кривий Ріг - кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Даний проект містить розрахунок теплових навантажень в системі теплопостачання житлового району на 48 кварталів, знайдені графіки залежності теплових навантажень опалення, вентиляції та гарячого водопостачання району від температури зовнішнього повітря, графік залежності температур і витрати мережної води від температури зовнішнього повітря, графік річної сумарної витрати теплоти.

Обґрунтована та сформульована система технічних рішень зі створення котельні, виконаний розрахунок теплової схеми котельні з техніко – економічним показником ефективності її роботи, здійснений вибір енергетичного обладнання котельні, викреслена розгорнута схема котельні, план та повздовжній розріз.

Третій розділ - розділ з охорони праці, в якому розглянуто питання безпечної експлуатації котельного устаткування.

Четвертий розділ - нормативні вимоги до опалення та внутрішнього теплопостачання.

Графічна частина виконана на 3 листах формату А1.

Ключові слова: тепловий розрахунок, котельня, графіки навантажень, теплове обладнання, схема абонентського приєднання, водогрійна котельня, сучасні системи теплозабезпечення.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в м. Кривий Ріг</i> АНОТАЦІЯ	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив	Крячек Є.В.							5
Перевірив	Бойко В.О.							
Рецензув.								
Затвердив	Петренко В.П.					ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		

ABSTRACT

Kriachek E.V. Project of heat supply system of residential-industrial district № 4 in the city of Kryvyi Rih - qualification work on the rights of the manuscript.

This project contains the calculation of heat loads in the heating system of a residential area for 48 quarters, found graphs of dependence of heat loads of heating, ventilation and hot water supply of the area on the outside air temperature, graph of temperature and network water consumption from outside air temperature, schedule of annual total heat consumption.

The system of technical decisions on creation of a boiler-house is substantiated and formulated, the calculation of the thermal scheme of a boiler-house with a technical-economic indicator of efficiency of its work is executed, the choice of power equipment of a boiler-house is carried out, the expanded scheme of a boiler-house

The third part is the section on labor protection, which considers the issue of safe operation of boiler equipment.

The fourth section is regulatory requirements for heating and domestic heating.

The graphic part is made on 3 sheets of A1 format.

Key words: thermal calculation, boiler house, load schedules, thermal equipment, subscriber connection scheme, water-heating boiler room, modern heat supply systems.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						6
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ВСТУП

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

Актуальність даної роботи полягає в тому, що на сьогоднішній день більшість будинків житлових районів мають «морально» 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 дипломного проекту покладено створення водогрійної котельні, яка зможе при економії електроенергії та палива, працюючи максимально ефективно, забезпечити житловий район опаленням, гарячим водопостачанням, та технологічним навантаженням підприємства.

Для реалізації виконані такі задачі :

- розраховані теплові навантаження в системі тепlopостачання житлового району;
- знайдені витрата та температури мережної води в прямій та зворотній магістралях;
- розрахована теплова схема котельні з водогрійними котлами;
- визначена собівартість теплоти, відпущена від котельні;
- виконані монтажні креслення котельні;

При дотриманні всіх розрахунків, дана система зможе більш повно задовольнити потреби населення даного району у опаленні, гарячому водопостачанні та потреби у тепловому навантаженні підприємства.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи тепlopостачання житлово-промислового району №4 в м. Кривий Ріг</i> ВСТУП	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив		Крячек Є.В.						7
Перевірив		Бойко В.О.						
Рецензув.								
Затвердив		Петренко В.П.				ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		

РОЗДІЛ І. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЖИТЛОВО-ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ МІСТА

1. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРОЕКТУ

1. Географічний пункт розміщення житлово-промислового району – м. Кривий Ріг.
2. Генплан мікрорайону з розміщенням джерела теплоти – варіант №4 (48 житлових кварталів).
3. Структура теплового навантаження:
 - 3.1. Опалення житлових кварталів;
 - 3.2. Гаряче водопостачання житлових кварталів;
 - 3.3 Вентиляція громадських будівель;
 - 3.4. Технологічне навантаження промислового підприємства 10,0 МВт (Теплоносій – гаряча вода $t_2'' = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$, степінь повернення води 1,0)
4. Розрахункова температура (максимально зимова) для проектування системи опалення $t_{3,0} = (-24)\text{ }^{\circ}\text{C}$.
5. Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період – $t_{3,\text{ср.оп}} = (-0,6)\text{ }^{\circ}\text{C}$.
6. Розрахункова температура для проектування системи вентиляції – $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.
7. Температура початку опалювального періоду, $t_{\text{зпк}} = +8\text{ }^{\circ}\text{C}$
8. Температура точки “зламу”, $t_{3,3}$ (розраховуються після побудови графіка зміни температури і витрати мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря)
9. В дипломному проекті розрахунки всіх видів теплових навантажень здійснюються для трьох характерних режимів:
 - максимально зимового;
 - точки “зламу” температурного графіка опалення;
 - літнього.
10. Тривалість роботи промислового підприємства – 7000 год.
11. Тривалість опалювального періоду – $n_0 = 178$ діб.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово- промислового району №4 в м. Кривий Ріг РОЗДІЛ І</i>	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив	Крячек Є.В.							8
Перевірив	Бойко В.О.							
Рецензув.								
Затвердив	Петренко В.П.					ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		

12. Тривалість періоду стояння температур зовнішнього повітря, 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	0,0	1,0	4,4	12,5	25,9	48,0	60,4	25,8
Нижче даної	0,0	1,0	5,4	17,9	43,8	91,8	152,2	178,0

13. Розрахункові температури мережної води $\tau'_{01}/\tau'_{02} : 150^{\circ}\text{C} / 70^{\circ}\text{C}$.

14. Система теплопостачання – замкнута

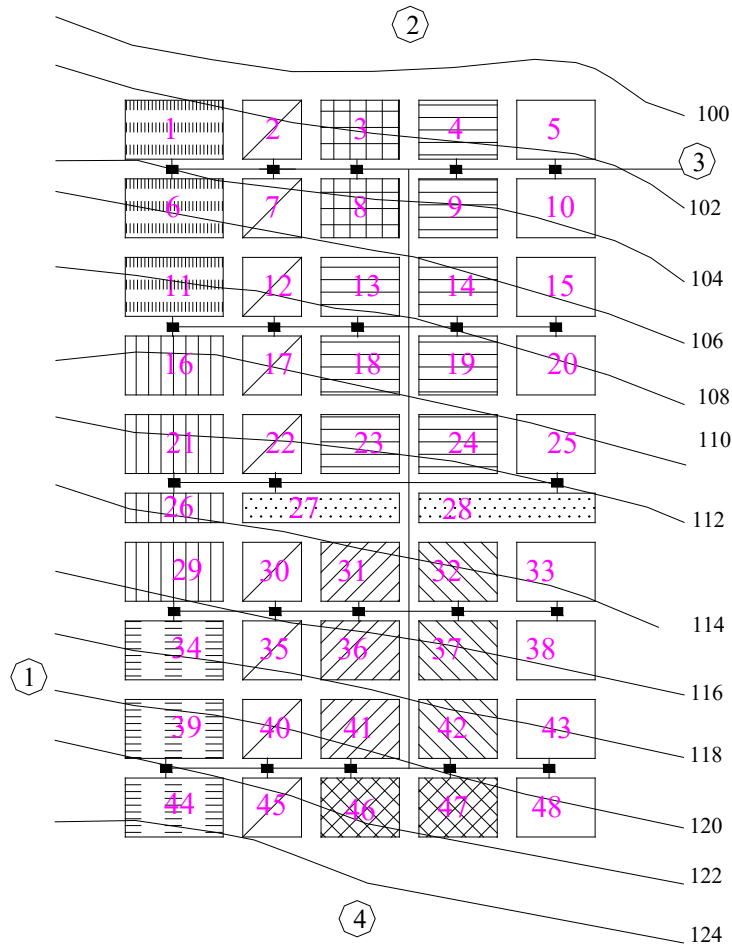
15. Метод регулювання теплового навантаження на опалення - центральне якісне регулювання спільно з місцевим кількісним регулюванням.

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

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						9
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ В СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО РАЙОНУ

2.1. Викреслюємо план району, у відповідності із завданням у масштабі 1:6000 .



2.2. Нумеруємо на плані району квартали району тепlopостачання.

2.3. Визначаємо загальну площу житлових споруд району:

$$F_{\text{жс}} = F_i f_i = 0,76 \cdot 8500 = 6454,46 \text{ м}^2$$

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

2.4. Визначаємо максимальне теплове навантаження системи опалення житлових і громадських будівель:

$$Q'_{o \max} = q_o F_{\text{жс}} (1 + K_{\text{гр}}) 10^{-6} = 79,40 \cdot 6454,46 \cdot (1 + 0,25) \cdot 10^{-6} = 0,64 \text{ МВт}$$

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

2.5. Визначаємо максимальне теплове навантаження системи вентиляції громадських споруд:

$$Q'_{в \max} = K_{\text{гр}} K_v q_o F_{\text{жс}} 10^{-6} = 0,25 \cdot 0,6 \cdot 79,40 \cdot 6454,46 \cdot 10^{-6} = 0,08 \text{ МВт}$$

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		10

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

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

$$m = \frac{F_{жс}}{f_3} = \frac{6454,46}{25} = 258$$

де f_3 - норма загальної площі на одного мешканця (людину), приймається $f_3 = 18...25 \text{ м}^2/\text{люд.}$

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

$$Q'_{ГВП} = q_2 m 10^{-6} = 332 \cdot 258 \cdot 10^{-6} = 0,09 \text{ МВт}$$

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

2.8. Зводимо результати розрахунку по кожному кварталу в таблицю 1.

Таблица 1

Розрахунок теплових навантажень

Номер кварталу	Площа кварталу, га	Густина (щільність) житлового фонду $\text{м}^2/\text{Га}$	Житлова площа кварталу, м^2	Кількість мешканців, чол.	Теплові потоки			
					Опалення $Q'_{O \max}$, МВт	Вентиляція $Q'_{B \max}$, МВт	ГВП $Q'_{ГВП}$, МВт	Всього 6+7+8, МВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,76	8500	6454,46	258	0,64	0,08	0,09	0,80
2	0,46	8100	3690,49	148	0,37	0,04	0,05	0,46
3	0,61	7400	4495,50	180	0,45	0,05	0,06	0,56
4	0,61	6500	3948,75	158	0,39	0,05	0,05	0,49
5	0,61	4000	2430,00	97	0,52	0,06	0,03	0,62
6	0,76	8500	6454,46	258	0,64	0,08	0,09	0,80
7	0,46	8100	3690,49	148	0,37	0,04	0,05	0,46
8	0,61	7400	4495,50	180	0,45	0,05	0,06	0,56
9	0,61	6500	3948,75	158	0,39	0,05	0,05	0,49
10	0,61	4000	2430,00	97	0,52	0,06	0,03	0,62
11	0,76	8500	6454,46	258	0,64	0,08	0,09	0,80
12	0,46	8100	3690,49	148	0,37	0,04	0,05	0,46
13	0,61	6500	3948,75	158	0,39	0,05	0,05	0,49
14	0,61	6500	3948,75	158	0,39	0,05	0,05	0,49
15	0,61	4000	2430,00	97	0,52	0,06	0,03	0,62
16	0,76	6100	4632,02	185	0,46	0,06	0,06	0,58
17	0,46	7200	3280,44	131	0,33	0,04	0,04	0,41
18	0,61	5800	3523,50	141	0,35	0,04	0,05	0,44
19	0,61	5800	3523,50	141	0,35	0,04	0,05	0,44
20	0,61	3600	2187,00	87	0,47	0,06	0,03	0,55

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						11
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
21	0,76	6100	4632,02	185	0,46	0,06	0,06	0,58
22	0,46	7200	3280,44	131	0,33	0,04	0,04	0,41
23	0,61	5800	3523,50	141	0,35	0,04	0,05	0,44
24	0,61	5800	3523,50	141	0,35	0,04	0,05	0,44
25	0,61	3600	2187,00	87	0,47	0,06	0,03	0,55
26	0,38	6100	2315,90	93	0,23	0,03	0,03	0,29
27	0,61	7500	4556,25	182	0,45	0,05	0,06	0,57
28	0,68	7500	5125,68	205	0,51	0,06	0,07	0,64
29	0,76	6100	4632,02	185	0,46	0,06	0,06	0,58
30	0,46	7200	3280,44	131	0,33	0,04	0,04	0,41
31	0,61	4500	2733,75	109	0,33	0,04	0,04	0,40
32	0,61	5000	3037,50	122	0,36	0,04	0,04	0,45
33	0,61	3600	2187,00	87	0,47	0,06	0,03	0,55
34	0,76	7800	5922,91	237	0,59	0,07	0,08	0,74
35	0,46	7500	3417,12	137	0,34	0,04	0,05	0,43
36	0,61	4700	2855,25	114	0,34	0,04	0,04	0,42
37	0,61	5200	3159,00	126	0,38	0,05	0,04	0,47
38	0,61	3700	2247,75	90	0,48	0,06	0,03	0,57
39	0,76	7800	5922,91	237	0,59	0,07	0,08	0,74
40	0,46	7500	3417,12	137	0,34	0,04	0,05	0,43
41	0,61	4700	2855,25	114	0,34	0,04	0,04	0,42
42	0,61	5200	3159,00	126	0,38	0,05	0,04	0,47
43	0,61	3700	2247,75	90	0,48	0,06	0,03	0,57
44	0,76	7800	5922,91	237	0,59	0,07	0,08	0,74
45	0,46	7500	3417,12	137	0,34	0,04	0,05	0,43
46	0,61	7100	4313,25	173	0,43	0,05	0,06	0,54
47	0,61	7100	4313,25	173	0,43	0,05	0,06	0,54
48	0,61	3700	2247,75	90	0,48	0,06	0,03	0,57
Всього	29,01		180090,65	7204	20,61	2,47	2,39	25,48

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

$$Q'_{ГВП\max} = 2,4Q'_{ГВП} = 2,4 \cdot 0,09 = 0,21 \text{ МВт}$$

2.10. Визначаємо середнє теплове навантаження на гаряче водопостачання для неопалювального (літнього) періоду:

$$Q_{ГВП\text{Л}}^{сер} = Q'_{ГВП} \frac{55 - t_{x.6\text{Л}}}{55 - t_{x.6\text{З}}} \beta = 0,09 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 0,05 \text{ МВт}$$

де $t_{x.6\text{Л}}$ - температура холодної водопровідної води для літнього періоду, $t_{x.6\text{Л}} = 15$ °С; $t_{x.6\text{З}}$ - температура холодної водопровідної води для опалювального (зимового) періоду, $t_{x.6\text{З}} = 5$ °С; β - коефіцієнт, що враховує зміну витрати

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ			Арк.
								12
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				

мережної води на гаряче водопостачання в неопалювальний період по відношенню до опалювального; для житлово-комунального сектора $\beta = 0,8$; для курортних і південних міст $\beta = 1,5$; для підприємств $\beta = 1$.

2.11. Визначаємо максимальне теплове навантаження на гаряче водопостачання для неопалювального /літнього/ періоду:

$$Q_{ГВП\max\text{Л}}^{сер} = Q'_{ГВП\max} \frac{55 - t_{x.в\text{Л}}}{55 - t_{x.в3}} \beta = 0,21 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 0,13 \text{ МВт}$$

2.12. Визначаємо теплові навантаження на опалення Q_o та вентиляцію Q_v для 5-ти характерних температур зовнішнього повітря $t_{3.0}$, t_3 , $t_3^{сер.опал}$, $t_{3.3}$, $t_{зпк}$:

$$Q_o = Q'_{o\max} \bar{Q}_o = Q'_{o\max} \frac{t_{в.р} - t_3}{t_{в.р} - t_{3.0}} = 0,64 \frac{+18 - (-24)}{+18 - (-24)} = 0,64 \cdot 1 = 0,64 \text{ МВт}$$

$$Q_v = Q'_{v\max} \bar{Q}_o = Q'_{v\max} \frac{t_{в.р} - t_3}{t_{в.р} - t_{3.0}} = 0,08 \frac{+18 - (-24)}{+18 - (-24)} = 0,08 \cdot 1 = 0,08 \text{ МВт}$$

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

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

2.14. Зводимо результати розрахунків теплових навантажень в таблицю 2.

Таблиця 2

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

№ п/п	Позна- чення	Одиниця виміру	Тепловий потік при t_3					
			$t_{3.0}$ -24 °С	t_3 -10 °С	$t_3^{сер.опал}$ -0,6 °С	$t_{3.3}$ +3,1 °С	$t_{зпк}$ +8 °С	літо
1	$\bar{Q}_o$		1,00	0,67	0,44	0,35	0,24	
2	Q_o	МВт	20,61	13,74	9,13	7,31	4,91	
3	Q_v	МВт	2,47	1,65	1,10	0,88	0,59	
4	$Q'_{ГВП}$	МВт	2,39	2,39	2,39	2,39	2,39	1,53
5	$Q'_{ГВП\max}$	МВт	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	3,67
6	Всього: 2+3+4	МВт	25,48	17,78	12,62	10,58	7,89	1,53
7	Всього: 2+3+5	МВт	28,83	21,13	15,96	13,93	11,24	3,67

2.15. Визначаємо річну витрату теплоти:

- на опалення:

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

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						13
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$= 20,61 \cdot 178 \cdot 24 \cdot \frac{+18 - (-0,6)}{+18 - (-24)} \cdot 3,6 = 140386,56 \text{ ГДж/рік}$$

- на вентиляцію:

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

$$= 2,47 \cdot 178 \cdot 24 \cdot \frac{16}{24} \cdot \frac{+18 - (-0,6)}{+18 - (-24)} \cdot 3,6 = 93591,04 \text{ ГДж/рік}$$

- на гаряче водопостачання:

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

$$= (1,53 \cdot 178 \cdot 24 + 2,15 \cdot (8400 - 178 \cdot 24)) \cdot 3,6 = 59527,29 \text{ ГДж/рік}$$

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

2.16. Визначаємо сумарну річну витрату теплоти на опалення, на вентиляцію та на ГВП:

$$\sum Q^{річн} = Q_o^{річн} + Q_{\epsilon}^{річн} + Q_{ГВП}^{річн} = 140386,56 + 93591,04 + 59527,29 =$$

$$= 293504,88 \text{ ГДж/рік}$$

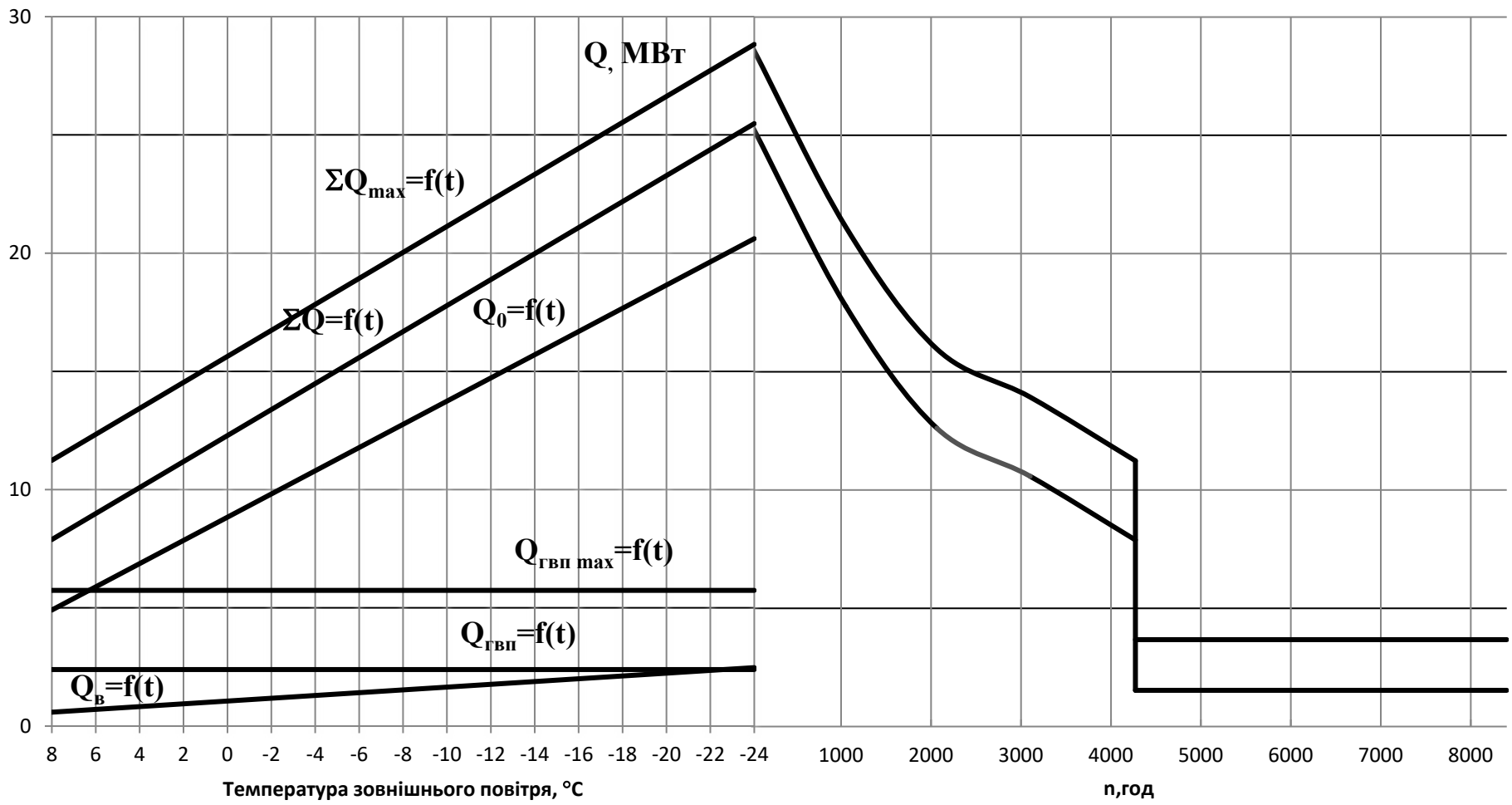
$$\sum Q^{річн} = 81529,13 \text{ МВт/рік}$$

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

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						14
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Зм.	
Архив	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ



3. РОЗРАХУНОК ВИТРАТИ ТА ТЕМПЕРАТУРИ МЕРЕЖНОЇ ВОДИ В ПРЯМІЙ ТА ЗВОРОТНІЙ МАГІСТРАЛЯХ

3.1. Розрахунок витрат та температур мережної води на опалення

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

- в подавальному трубопроводі:

$$\begin{aligned}\tau_{o1} &= t_{в.р} + \Delta t_o' \bar{Q}_o^{0,8} + \bar{Q}_o (\delta \tau_o' - 0,5 \theta') = \\ &= 18 + \left(\frac{95 + 70}{2} - 18 \right) \cdot \left(\frac{18 - (-24)}{18 - (-24)} \right)^{0,8} + \frac{18 - (-24)}{18 - (-24)} (80 - 0,5 \cdot 25) = 150 \text{ } ^\circ\text{C}\end{aligned}$$

- після вузла змішування:

$$\begin{aligned}\tau_{o3} &= t_{в.р} + \Delta t_o' \bar{Q}_o^{0,8} + 0,5 \theta' \bar{Q}_o = \\ &= 18 + 64,5 \cdot \left(\frac{18 - (-24)}{18 - (-24)} \right)^{0,8} + 0,5 \cdot 25 \frac{18 - (-24)}{18 - (-24)} = 95 \text{ } ^\circ\text{C}\end{aligned}$$

після системи опалення (опалювальних приладів):

$$\begin{aligned}\tau_{o2} &= t_{в.р} + \Delta t_o' \bar{Q}_o^{0,8} - 0,5 \theta' \bar{Q}_o = \\ &= 18 + 64,5 \cdot \left(\frac{18 - (-24)}{18 - (-24)} \right)^{0,8} - 0,5 \cdot 25 \frac{18 - (-24)}{18 - (-24)} = 70 \text{ } ^\circ\text{C}\end{aligned}$$

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

$$\bar{Q}_o = \frac{t_{в.р} - t_3}{t_{в.р} - t_{3,0}} = \frac{18 - (-24)}{18 - (-24)} = 1; \quad \delta \tau_o' = \tau_{o1}' - \tau_{o2}' = 150 - 70 = 80 \text{ } ^\circ\text{C};$$

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

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

3.1.2. Визначаємо витрату мережної води на опалення у першому діапазоні ($t_{зпк} \dots t_{3,3}$):

$$G_o = \frac{Q_o 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} = \frac{4,91 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 41,72)} = 41,41 \text{ кг/с}$$

3.1.3. Визначаємо витрату мережної води на опалення у другому діапазоні ($t_{3,3} - t_{3,0}$), витрата є постійною і дорівнює розрахунковій, за формулою (4.5):

$$G_{o\max}' = \frac{Q_{o\max}' 10^3}{c(\tau_{o1}' - \tau_{o2}')} = \frac{20,61 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (150 - 70)} = 61,49 \text{ кг/с}$$

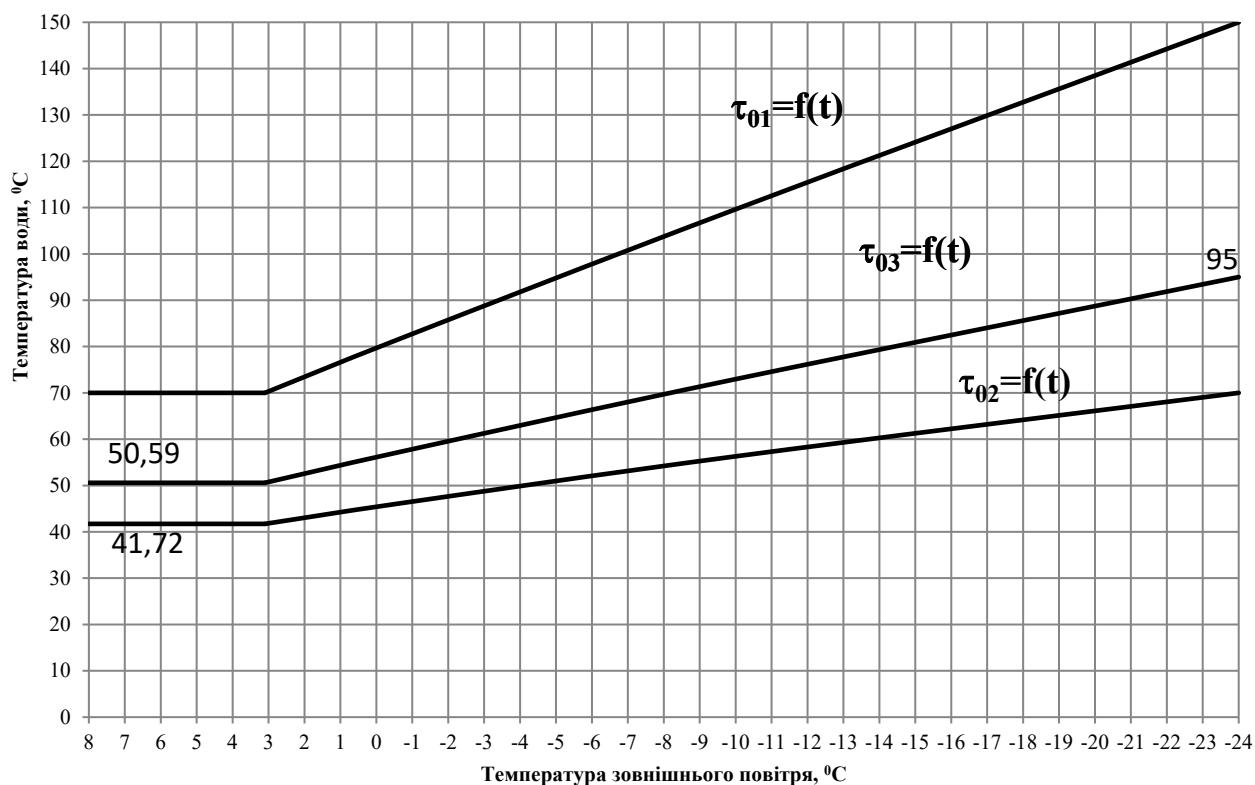
					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						16
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

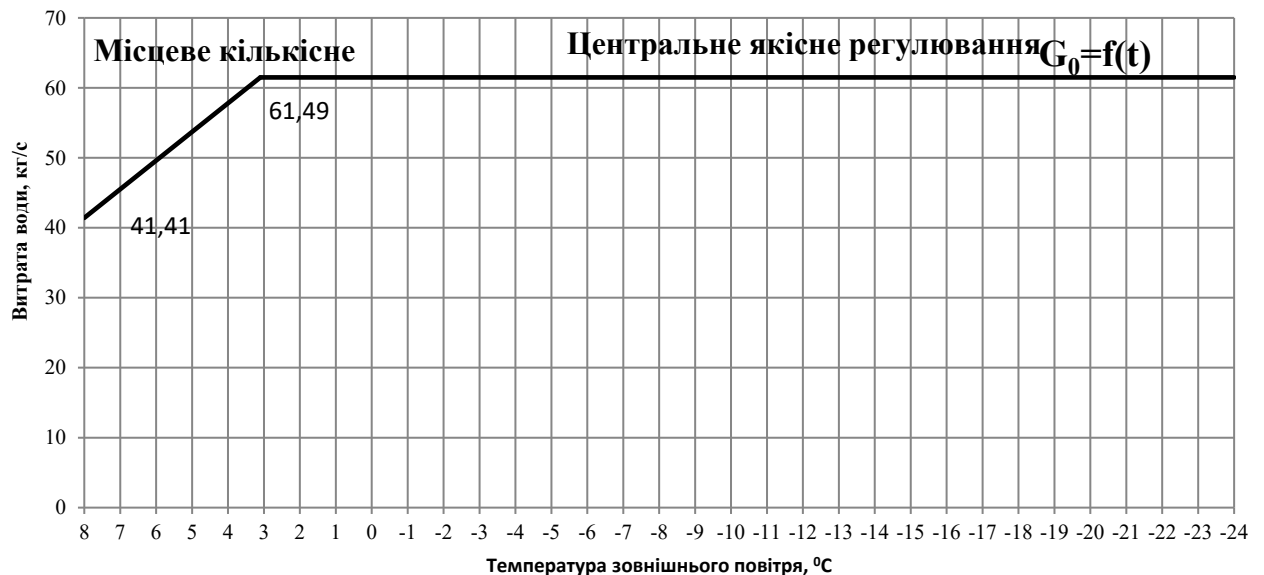
3.1.4 Зводимо результати визначення температур і витрат в таблицю 4.
Таблиця 4

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

Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при				
		$t_{z.o}$ -24 °C	t_z -10 °C	$t_z^{сер.опал}$ -0,6 °C	$t_{z.z}$ +3,1 °C	$t_{зпк}$ +8 °C
τ_{o1}	°C	150	109,63	81,51	70	70
τ_{o2}	°C	70	56,30	46,08	41,72	41,72
τ_{o3}	°C	95	72,97	57,15	50,59	50,59
G_o	кг/с	61,49	61,49	61,49	61,49	41,41

3.1.5. Будуємо 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

3.2. Розрахунок витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання

3.2.1. Визначаємо витрату мережної води на гаряче водопостачання:

$$G_{ГВП\max} = \frac{Q_{ГВП\max} 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} \frac{t_2 - t_n}{t_2 - t_{x.3}} = \frac{5,74 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 41,72)} \cdot \frac{60 - (41,72 - 5)}{60 - 5} = 20,5 \text{ кг/с}$$

3.2.2. Визначити температуру мережної води після підігрівника 1-го ступеню:

$$\begin{aligned} \tau_2 &= \tau_{o2} - Q_{ГВП} \frac{t_n - t_{x.3}}{t_2 - t_{x.3}} \frac{1}{c(G_{o\max} + G_{ГВП})} = \\ &= 41,72 - 5,74 \cdot 10^3 \cdot \frac{(41,72 - 5) - 5}{60 - 5} \cdot \frac{1}{4,19(61,49 + 20,5)} = 32,08 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

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

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

Попередній розрахунок ($t_3 = 3,1^\circ\text{C}$):

3.2.4. Визначаємо температурні напори 1-го і 2-го ступенів підігрівників при розрахунковому режимі ($t_3 = t_3'''$):

$$\Delta t_I = \frac{\Delta t_{\delta_I} - \Delta t_{M_I}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta_I}}{\Delta t_{M_I}}} = \frac{(\tau_2 - t_{x.3}) - (\tau_{o2}''' - t_n)}{\ln \frac{\tau_2 - t_{x.3}}{\tau_{o2}''' - t_n}} = \frac{(32,08 - 5) - (41,72 - 36,72)}{\ln \frac{32,08 - 5}{41,72 - 36,72}} = 13,07^\circ\text{C}$$

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		18

$$\Delta t_{II} = \frac{\Delta t_{\delta_{II}} - \Delta t_{M_{II}}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta_{II}}}{\Delta t_{M_{II}}}} = \frac{(\tau_{o1}''' - t_z) - (\tau_{2z} - t_n)}{\ln \frac{\tau_{o1}''' - t_z}{\tau_{2z} - t_n}} = \frac{(70 - 60) - (41,72 - 36,72)}{\ln \frac{70 - 60}{41,72 - 36,72}} = 7,21 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3.2.5. Визначаємо витрату водопровідної води на ГВП:

$$q_{z_M} = \frac{Q_{ГВП \max} 10^3}{c(t_n - t_{x.3})} = \frac{5,74 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (60 - 5)} = 24,91 \text{ кг/с}$$

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

$$Q_I = c q_{z_M} (t_n - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 24,91 \cdot (36,72 - 5) = 3,31 \text{ МВт}$$

$$Q_{II} = c q_{z_M} (t_z - t_n) = 4,19 \cdot 24,91 \cdot (60 - 36,72) = 2,43 \text{ МВт}$$

Умова $Q_I + Q_{II} = Q_{ГВП \max}$ виконується.

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

$$G_I = G_{II} + G'_{o \max} = 26,64 + 61,49 = 88,13 \text{ кг/с}$$

$$G_{II} = \frac{0,55 Q_{ГВП \max} 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} = \frac{0,55 \cdot 5,74 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 41,72)} = 26,64 \text{ кг/с}$$

3.2.8. Визначаємо параметр підігрівників 1-го та 2-го ступенів:

$$\Phi_I = \frac{Q_I 10^3}{\Delta t_I c \sqrt{G_{M_I} G_{\delta_I}}} = \frac{3,31 \cdot 10^3}{12,72 \cdot 4,19 \cdot \sqrt{24,91 \cdot 88,13}} = 1,29$$

$$\Phi_{II} = \frac{Q_{II} 10^3}{\Delta t_{II} c \sqrt{G_{M_{II}} G_{\delta_{II}}}} = \frac{2,43 \cdot 10^3}{7,21 \cdot 4,19 \cdot \sqrt{24,91 \cdot 26,64}} = 3,12$$

3.2.9. Визначаємо 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 $\tau_{cm} = \tau_{o2}$:

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,78 \cdot 24,91 \cdot (41,72 - 5) = 3,34 \text{ МВт}$$

де ε_I визначаю за формулою:

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

$$= \left(0,35 \frac{24,91}{61,49} + 0,65 + \frac{1}{1,29} \sqrt{\left[\frac{24,91}{61,49} \right]} \right)^{-1} = 0,78$$

3.2.10. Визначаємо температуру водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню, за формулою:

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{z_M}} = 5 + \frac{3,34 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 24,91} = 36,97 \text{ } ^\circ\text{C}$$

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						19
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

3.2.11. Визначаємо теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню, за формулою:

$$Q_{II} = Q_{ГВП\max} - Q_I = 5,74 - 3,34 = 2,4 \text{ МВт}$$

3.2.12. Визначаємо витрату мережної води через підігрівник 2-го ступеню, за формулою :

$$G_{II} = \frac{Q_{II} 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{2e})} = \frac{2,4 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (81,51 - 36,97)} = 12,88 \text{ кг/с}$$

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

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

3.2.13. Визначаємо витрату мережної води через підігрівник 1-го ступеню, за формулою (4.24) [1]:

$$G_I = G_{II} + G'_{o\max} = 12,88 + 61,49 = 74,37 \text{ кг/с}$$

3.2.14. Визначаємо температуру мережної води на вході в підігрівник 1-го ступеню, за формулою:

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o\max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2e} = \frac{61,49}{74,37} \cdot 46,08 + \frac{15,92}{74,37} \cdot 36,97 = 44,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

На цьому попередній розрахунок закінчуємо.

Кінцевий розрахунок.

3.2.15. Визначаємо теплопродуктивність 1-го ступеню. В даному випадку витрати нагрівної і водопровідної води приймаються відповідно G_I і q_{e_M} .

$$Q_I = c\varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,82 \cdot 24,91 \cdot (44,5 - 5) = 3,39 \text{ МВт}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_I &= \left(0,35 \frac{G_{M_I}}{G_{6_I}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \sqrt{\left[\frac{G_{M_I}}{G_{6_I}} \right]} \right)^{-1} = \\ &= \left(0,35 \frac{24,91}{74,37} + 0,65 + \frac{1}{1,29} \sqrt{\left[\frac{24,91}{74,37} \right]} \right)^{-1} = 0,82 \end{aligned}$$

3.2.16. Визначаємо температуру водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню, за формулою:

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{e_M}} = 5 + \frac{3,39 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 24,91} = 37,49 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3.2.17. Визначаємо теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню, за формулою (4.22) [1]:

$$Q_{II} = Q_{ГВП\max} - Q_I = 5,74 - 3,39 = 2,35 \text{ МВт}$$

3.2.18. Визначаємо витрату мережної води через підігрівник 2-го ступеню за формулою (4.26) [1]:

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						20
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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

$$= \frac{1,7 \cdot 3,12^2 \cdot 24,91}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \cdot 3,12^2 \cdot \left(\frac{(81,51 - 37,49) \cdot 4,19 \cdot 24,91}{2,35 \cdot 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 11,14 \text{ кг/с}$$

3.2.19. Визначаємо температуру мережної води на виході із підігрівника 2-го ступеню, за формулою (4.28) [1]:

$$\tau_{2\sigma} = \tau_{01} - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 81,51 - \frac{2,35 \cdot 10^3}{11,14 \cdot 4,19} = 31,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3.2.20. Визначаємо витрату мережної води через підігрівник 1-го ступеню, за формулою (4.24) [1]:

$$G_I = G_{II} + G'_{o_{max}} = 11,14 + 61,49 = 72,64 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o_{max}}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2\sigma} = \frac{61,49}{72,64} \cdot 46,08 + \frac{11,14}{72,64} \cdot 31,2 = 43,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3.2.22. Перевіряю теплову продуктивність 1-го і 2-го ступенів підігрівників за формулами (4.20)-(4.22) [1]. Якщо знайдені величини близько співпадають з даними попереднього розрахунку, то розрахунок закінчено. В протилежному випадку знову провести уточнюючий розрахунок за вищенаведеною методикою.

- Визначаємо теплопродуктивність 1-го ступеню:

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,82 \cdot 24,91 \cdot (43,8 - 5) = 3,31 \text{ МВт}$$

$$\varepsilon_I = \left(0,35 \frac{G_{M_I}}{G_{6_I}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \sqrt{\frac{G_{M_I}}{G_{6_I}}} \right)^{-1} =$$

$$= \left(0,35 \frac{24,91}{74,37} + 0,65 + \frac{1}{1,29} \sqrt{\frac{24,91}{74,37}} \right)^{-1} = 0,82$$

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

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{\varepsilon_M}} = 5 + \frac{3,34 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 24,91} = 36,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Визначаємо теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} = Q_{ГВП_{max}} - Q_I = 5,74 - 3,31 = 2,43 \text{ МВт}$$

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

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						21
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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

$$= \frac{1,7 \cdot 3,12^2 \cdot 24,91}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \cdot 3,12^2 \cdot \left(\frac{(81,51 - 36,7) \cdot 4,19 \cdot 24,91}{2,43 \cdot 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 11,36 \text{ кг/с}$$

$$G_{II} \leq \frac{Q_{II} 10^3}{(\tau_{01} - t_n) c} \quad (11,36 \leq \frac{Q_{II} 10^3}{(\tau_{01} - t_n) c} = 13,24)$$

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

$$\tau_{2\varepsilon} = \tau_1 - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 81,51 - \frac{2,43 \cdot 10^3}{13,25 \cdot 4,19} = 37,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначаємо витрату мережної води через підігрівник I ступеню:

$$G_I = G_{II} + G'_{o\max} = 13,25 + 61,49 = 74,74 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o\max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2\varepsilon} = \frac{61,49}{74,74} \cdot 46,08 + \frac{13,25}{74,74} \cdot 37,7 = 44,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначаємо теплопродуктивність 1-го ступеню:

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,82 \cdot 24,91 \cdot (44,6 - 5) = 3,38 \text{ МВт}$$

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

$$= \left(0,35 \frac{24,91}{74,74} + 0,65 + \frac{1}{1,29} \sqrt{\frac{24,91}{74,74}} \right)^{-1} = 0,82$$

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

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{\varepsilon_M}} = 5 + \frac{3,38 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 24,91} = 37,35 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначаємо теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} = Q_{ГВП\max} - Q_I = 5,74 - 3,38 = 2,36 \text{ МВт}$$

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						22
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

3.2.23. Визначаємо температуру мережної води на виході з підігрівника 1-го ступеню, за формулою (4.29) [1]:

$$\tau_2 = \tau_{см} - \frac{Q_I 10^3}{G_{Ic}} = 44,6 - \frac{3,38 \cdot 10^3}{74,74 \cdot 4,19} = 33,82 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3.2.24. Здійснюємо перевірку, за формулою (4.30) [1] $^\circ\text{C}$

Для визначення витрати теплоносія і температури мережної води при інших значеннях t_3 пункти 3.2.4-3.2.8 не розраховуються, приймаються з попереднього, оскільки вони визначені при $t_3 = t_3'''$.

3.2.25. Визначаємо витрату мережної води в літньому режимі:

$$G_{ГВП} = \frac{Q_{ГВП}^{сер} 10^3}{(\tau_{01}''' - 30)c} = \frac{1,53 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4,19} = 9,13 \text{ кг/с.}$$

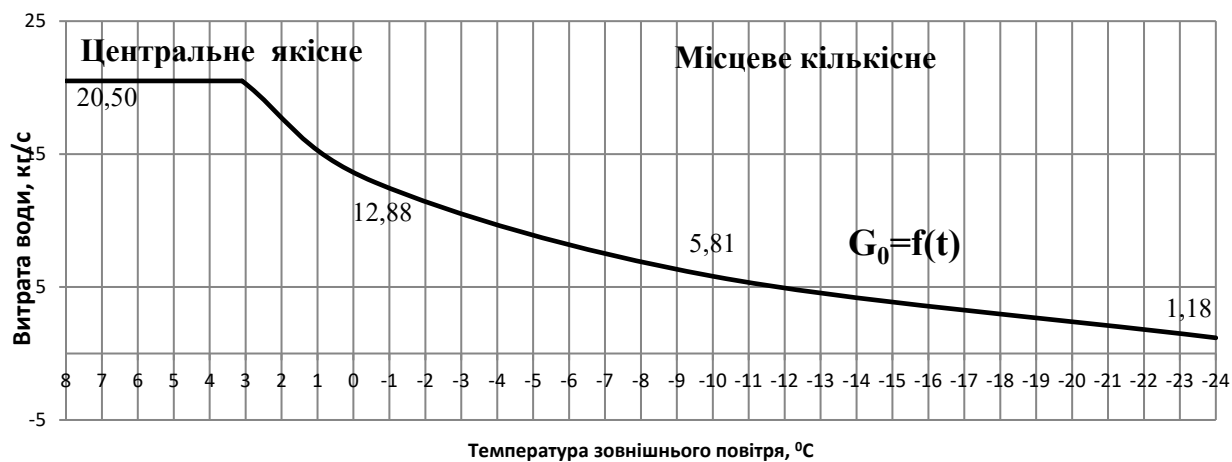
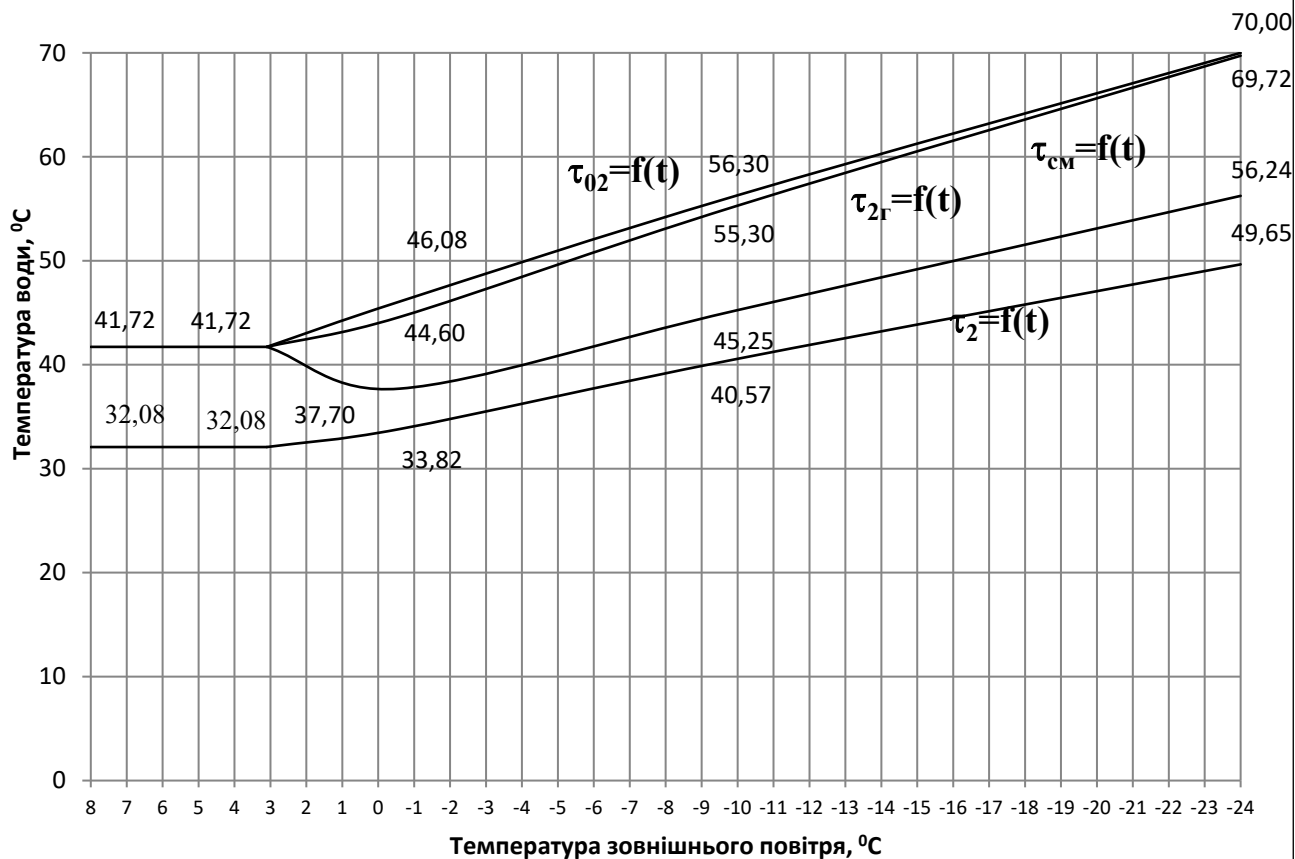
3.2.26. Зводимо результати розрахунків у таблицю 5.

Таблиця 5

Результати розрахунку витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання

Позначення	Одиниця виміру	Температура мережної води при					літо
		$t_{3.0}$ -24 $^\circ\text{C}$	t_3 -10 $^\circ\text{C}$	$t_3^{сер.опал}$ -0,6 $^\circ\text{C}$	$t_{3.3}$ +3,1 $^\circ\text{C}$	$t_{зпк}$ +8 $^\circ\text{C}$	
τ_{o2}	$^\circ\text{C}$	70,00	56,30	46,08	41,72	41,72	70
τ_{2z}	$^\circ\text{C}$	56,24	45,25	37,70	41,72	41,72	30
t_n	$^\circ\text{C}$	55,56	44,98	37,35	36,72	36,72	60
$\tau_{см}$	$^\circ\text{C}$	69,72	55,30	44,60	41,72	41,72	-
τ_2	$^\circ\text{C}$	49,65	40,57	33,82	32,08	32,08	-
$G_{ГВП}$	кг/с	1,18	5,81	12,88	20,50	20,50	9,13

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.



3.3. Розрахунок витрат та температур мережної води на вентиляцію

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

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

3.3.1. Визначаємо температуру мережної води після калориферів за формулою (4.37):

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

$$\frac{(150 + \tau_{2\theta}) - (18 + (-24))}{(109,63 + 56,3) - (18 + (-10))} \cdot \left(\frac{109,63 - 56,3}{150 - \tau_{2\theta}} \right)^{0,15} = 1$$

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						24
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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

Методом підбору знаходимо $\tau_{2\theta} = 23,8$ °С.

3.3.2. Визначаємо витрату мережної води на вентиляцію, за формулою (4.39):

$$G_{\theta} = \frac{Q_{\theta} 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{2\theta})} = \frac{2,47 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (150 - 23,8)} = 4,68 \text{ кг/с}$$

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

3.3.3. Визначаємо температуру води після калориферів, за формулою (4.40):

$$\tau_{2\theta} = \tau_{01} - (\tau_{01}'' - \tau_{2\theta}'') \frac{t_{\theta.p} - t_3}{t_{\theta.p} - t_{3.\theta.}} = 70 - (109,63 - 56,3) \cdot \frac{18 - 3,1}{18 - (-10)} = 41,62 \text{ °С}$$

3.3.4. Визначаємо витрату мережної води на вентиляцію, за формулою (4.39):

$$G_{\theta}'' = \frac{Q_{\theta} 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{2\theta})} = \frac{1,80 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (115,94 - 58,51)} = 7,48 \text{ кг/с}$$

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

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

$$\frac{(\tau_{01}''' + \tau_{2\theta}) - (t_{\text{в.п}} - t_{3\text{ПК}}) \left(\frac{\tau_{01}'' - \tau_{2\theta}}{\tau_{01}''' - \tau_{2\theta}} \right)^{0,15}}{(\tau_{01}'' + \tau_{2\theta}) - (t_{\text{в.п}} - t_{3.\theta.}) \left(\frac{\tau_{01}''' - \tau_{2\theta}}{\tau_{01}'' - \tau_{2\theta}} \right)^{0,85}} = 1,$$

$$\frac{(\tau_{01}'' + \tau_{2\theta}) - (t_{\text{в.п}} - t_{3.\theta.}) \left(\frac{\tau_{01}''' - \tau_{2\theta}}{\tau_{01}'' - \tau_{2\theta}} \right)^{0,85}}{(\tau_{01}''' + \tau_{2\theta}) - (t_{\text{в.п}} - t_{3\text{ПК}}) \left(\frac{\tau_{01}'' - \tau_{2\theta}}{\tau_{01}''' - \tau_{2\theta}} \right)^{0,15}} = 1$$

Методом підбору знаходимо $\tau_{2\theta} = 21$ °С.

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

$$G_{\theta} = \frac{Q_{\theta} 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{2\theta})} = \frac{0,59 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 21)} = 2,87 \text{ кг/с}$$

3.3.7. Зводимо результати розрахунків у таблицю 6.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						25
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

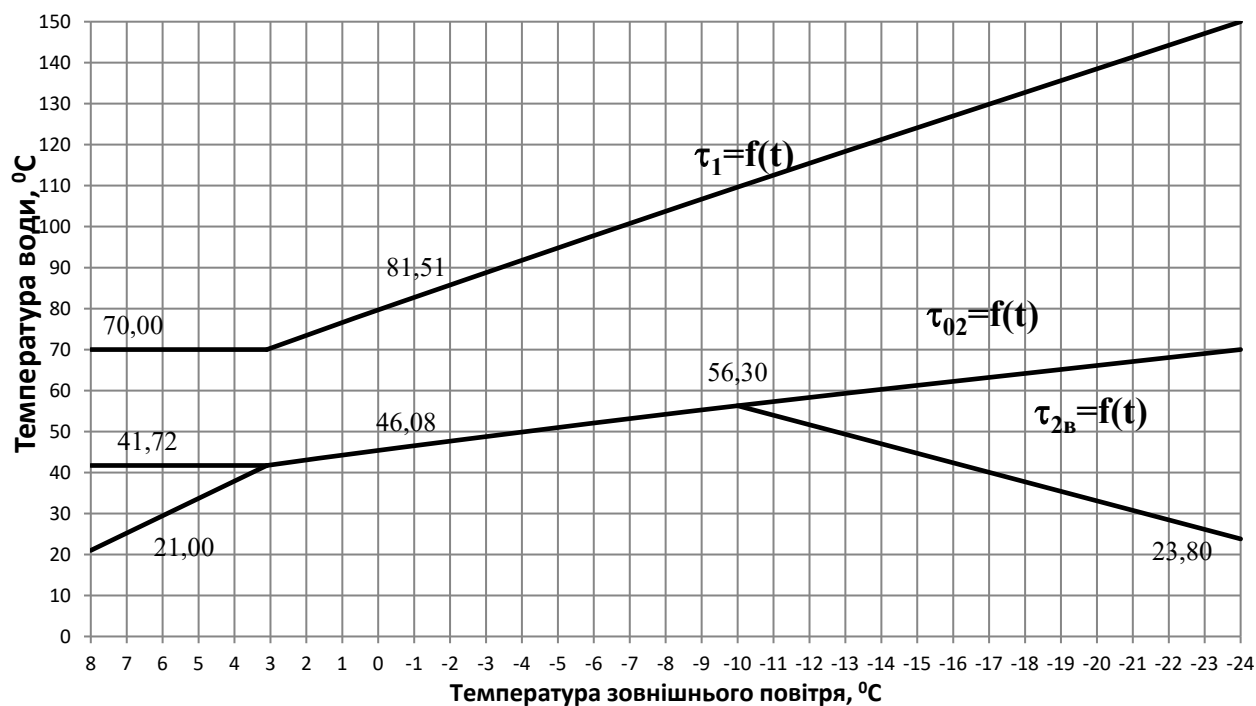
Таблиця 6

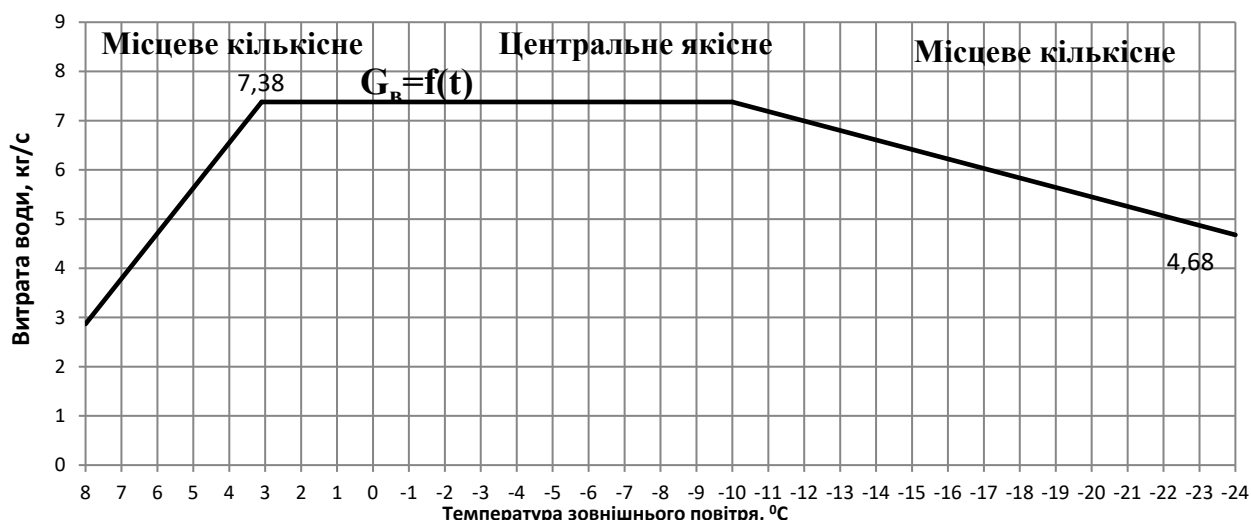
Результати розрахунку витрат та температур мережної води на вентиляцію

Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при				
		$t_{3,0}$ -24 °C	t_3 -10 °C	$t_3^{сер.опал}$ -0,6 °C	$t_{3,3}$ +3,1 °C	$t_{зпк}$ +8 °C
τ_1	°C	150,00	109,63	81,51	70,00	70,00
τ_{02}	°C	70,00	56,30	46,08	41,72	41,72
$\tau_{2в}$	°C	23,80	56,30	46,08	41,72	21,00
G_6	кг/с	4,68	7,38	7,38	7,38	2,87

3.3.8. Будуємо 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





4. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИ ТРАТ ТЕПЛОНОСІЯ

4.1. Визначаю розрахункову витрату мережної води:

- на опалення, за формулою (6.1)

$$G'_{o\max} = \frac{Q'_{o\max} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{o2})} = \frac{20,61 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (150 - 70)} = 61,49 \text{ кг/с}$$

- на вентиляцію, для максимально зимового режиму:

$$G_{v\max} = \frac{Q_{v\max} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{2v})} = \frac{2,47 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (150 - 23,8)} = 4,68 \text{ кг/с}$$

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

$$G_{ГВП}^{сер} = \frac{Q'_{ГВП} 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} \left(\frac{55 - t'}{55 - t_x} + 0,2 \right) = \frac{2,39 \cdot 10^3}{4,19(70 - 41,72)} \cdot \frac{55 - (41,72 - 5)}{55 - 5} = 7,38 \text{ кг/с}$$

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)

$$G_{ГВП}^{max} = \frac{0,55 Q'_{ГВП\max} 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} = \frac{0,55 \cdot 5,74 \cdot 10^3}{4,19(70 - 41,72)} = 26,64 \text{ кг/с}$$

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

$$G' = G'_{o\max} + G_{v\max} + K_3 G_{ГВП}^{сер} = 62,35 + 5,09 + 1,2 \cdot 10,35 = 79,86 \text{ кг/с}$$

Коефіцієнт K_3 , що враховує частку середньої витрати води на гаряче водопостачання при регулюванні по навантаженню опалення, приймаю з додатку 8.

4.3. Визначаємо розрахункову витрату води в двотрубних водяних теплових мережах для неопалювального /літнього/ періоду, за формулою (6.11):

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						27
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$G'_l = \frac{Q_{ГВП}^{сер} \cdot 10^3}{(\tau_{01}''' - 30)c} = \frac{1,53 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4,19} = 9,13 \text{ кг/с}$$

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

Таблиця 7

Значення розрахункових витрат теплоносія

Номер кварталу	Розрахункова витрата теплоносія для максимально зимового режиму, кг/с					
	$G'_{o \max}$	$G'_{e \max}$	$G_{ГВП}^{сер}$	$K_z \cdot G_{ГВП}^{сер}$	G'	G'_l
1	1,91	0,15	0,26	0,32	2,37	0,33
2	1,09	0,08	0,15	0,18	1,36	0,19
3	1,33	0,10	0,18	0,22	1,65	0,23
4	1,17	0,09	0,16	0,19	1,45	0,20
5	1,55	0,12	0,10	0,12	1,79	0,12
6	1,91	0,15	0,26	0,32	2,37	0,33
7	1,09	0,08	0,15	0,18	1,36	0,19
8	1,33	0,10	0,18	0,22	1,65	0,23
9	1,17	0,09	0,16	0,19	1,45	0,20
10	1,55	0,12	0,10	0,12	1,79	0,12
11	1,91	0,15	0,26	0,32	2,37	0,33
12	1,09	0,08	0,15	0,18	1,36	0,19
13	1,17	0,09	0,16	0,19	1,45	0,20
14	1,17	0,09	0,16	0,19	1,45	0,20
15	1,55	0,12	0,10	0,12	1,79	0,12
16	1,37	0,10	0,19	0,23	1,70	0,23
17	0,97	0,07	0,13	0,16	1,21	0,17
18	1,04	0,08	0,14	0,17	1,30	0,18
19	1,04	0,08	0,14	0,17	1,30	0,18
20	1,40	0,11	0,09	0,11	1,61	0,11
21	1,37	0,10	0,19	0,23	1,70	0,23
22	0,97	0,07	0,13	0,16	1,21	0,17
23	1,04	0,08	0,14	0,17	1,30	0,18
24	1,04	0,08	0,14	0,17	1,30	0,18
25	1,40	0,11	0,09	0,11	1,61	0,11
26	0,69	0,05	0,09	0,11	0,85	0,12
27	1,35	0,10	0,19	0,22	1,68	0,23
28	1,52	0,12	0,21	0,25	1,89	0,26
29	1,37	0,10	0,19	0,23	1,70	0,23
30	0,97	0,07	0,13	0,16	1,21	0,17
31	0,98	0,07	0,11	0,13	1,19	0,14
32	1,09	0,08	0,12	0,15	1,32	0,15
33	1,40	0,11	0,09	0,11	1,61	0,11
34	1,75	0,13	0,24	0,29	2,18	0,30
35	1,01	0,08	0,14	0,17	1,26	0,17

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						28
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

36	1,02	0,08	0,12	0,14	1,24	0,14
37	1,13	0,09	0,13	0,16	1,37	0,16
38	1,44	0,11	0,09	0,11	1,66	0,11
39	1,75	0,13	0,24	0,29	2,18	0,30
40	1,01	0,08	0,14	0,17	1,26	0,17
41	1,02	0,08	0,12	0,14	1,24	0,14
42	1,13	0,09	0,13	0,16	1,37	0,16
43	1,44	0,11	0,09	0,11	1,66	0,11
44	1,75	0,13	0,24	0,29	2,18	0,30
45	1,01	0,08	0,14	0,17	1,26	0,17
46	1,28	0,10	0,18	0,21	1,59	0,22
47	1,28	0,10	0,18	0,21	1,59	0,22
48	1,44	0,11	0,09	0,11	1,66	0,11
всього	61,49	4,68	7,38	8,86	75,03	9,13

5. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ЧАСТИНИ 2 ПРОЕКТУ

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

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

$$= \frac{61,49 + 1,18}{61,49 + 1,18 + 4,68} \cdot 49,65 + \frac{4,68}{61,49 + 1,18 + 4,68} \cdot 23,8 = 47,86 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$\tau_2 = \frac{61,49 + 20,5}{61,49 + 20,5 + 7,38} \cdot 32,08 + \frac{7,38}{61,49 + 20,5 + 7,38} \cdot 41,72 = 32,88 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

Таблиця 8

Загальні вихідні дані для Ч.2 проекту

№ п.п.	Назва параметра	Ум. Позн.	Од. виміру	Характерні режими експлуатації теплофікаційної системи		
				Максимально-зимовий	Точки зламу температурного графіка	Літній
1	Місто розташування котельні			Кривий Ріг		
2	Тип системи тепlopостачання			Закрита		
3	Температурна характеристика тепломережі району	τ_1/τ_2	$^\circ\text{C}/^\circ\text{C}$	150/70		

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						29
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4	Температура зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	°C	-24,00	3,1	15-30
5	Теплове навантаження системи опалення	$Q_{\text{оп}}$	МВт	20,61	7,31	-
6	Теплове навантаження системи ГВП	$Q_{\text{ГВП}}$	МВт	5,74	5,74	1,53
7	Теплове навантаження системи вентиляції	$Q_{\text{вент}}$	МВт	2,47	0,88	-
8	Річне теплове навантаження житлового району	$Q_{\text{ЖР}}^{\text{рік}}$	ГДж/рік	293504,88		
9	Теплове навантаження промислового підприємства	$Q_{\text{п.п}}$	МВт	10	10	10
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	70000		
12	Температура “прямої” мережної води	t_1	°C	150,00	70,00	70,00
13	Температура “зворотної” мережної води	t_2	°C	47,86	32,88	30,00
14	Витрата “прямої” води в тепломережу	G_1	кг/с т/ год	242,46	321,75	32,88
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	227,46	306,75	27,88
17	Втрати тиску в тепломережі	$\Delta p_{\text{втр.тм}}$	МПа	0,3	0,3	0,3
18	Статичний напір в тепломережі	$H_{\text{стат. тм}}$	м.вд.ст.	40,0	40,0	40,0

II. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНОЇ З ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ

1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ТЕПЛОВОГО РОЗРАХУНКУ КОТЕЛЬНОЇ З ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ

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

- на базі теплового розрахунку теплової мережі району;
- на базі даних, сформованих самостійно, та згідно з рекомендаціями.

Примітка:

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

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

МЗ: 28,83= 28,89 (Висновок – результати для режиму МЗ - взаємоузгоджені)

ТЗ: 13,93= 19,93 (Висновок – результати для режиму ТЗ - взаємоузгоджені)

Л: 1,53= 1,53 (Висновок – результати для режиму Л - взаємоузгоджені)

1.1 Вихідні дані для теплового розрахунку котельні представляю в таблиці 9:

Таблиця 9

Вихідні дані для теплового розрахунку котельні

№ п.п	Назва параметра	Ум. позн.	Од. вим.	Характерні режими експлуатації			Джерело інформації
				МЗ	ТЗ	Л	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Вид палива для котельні		—	Природний газ			Засади паливостачання міста
2	Теплота згорання палива	$Q_{\text{нр}}$	кДж / м ³	33730			Сертифікат палива
3	Температура в деаераторі	$t_{\text{да}}$	°С	65	65	65	Е.Р: 70 °С – 60 °С
4	Розрідження в деаераторі	$p_{\text{да}}$	бар	0,75	0,75	0,75	Е.Р:
							0,70 – 0,80 бар

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив	Крячек Є.В.				Проект системи теплопостачання житлово- промислового району №4 в м. Кривий Ріг РОЗДІЛ II		Літера	Аркушів
Перевірів	Бойко В.О.							Аркуш
Рецензув.								31
Затвердив	Петренко В.П.						ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ	

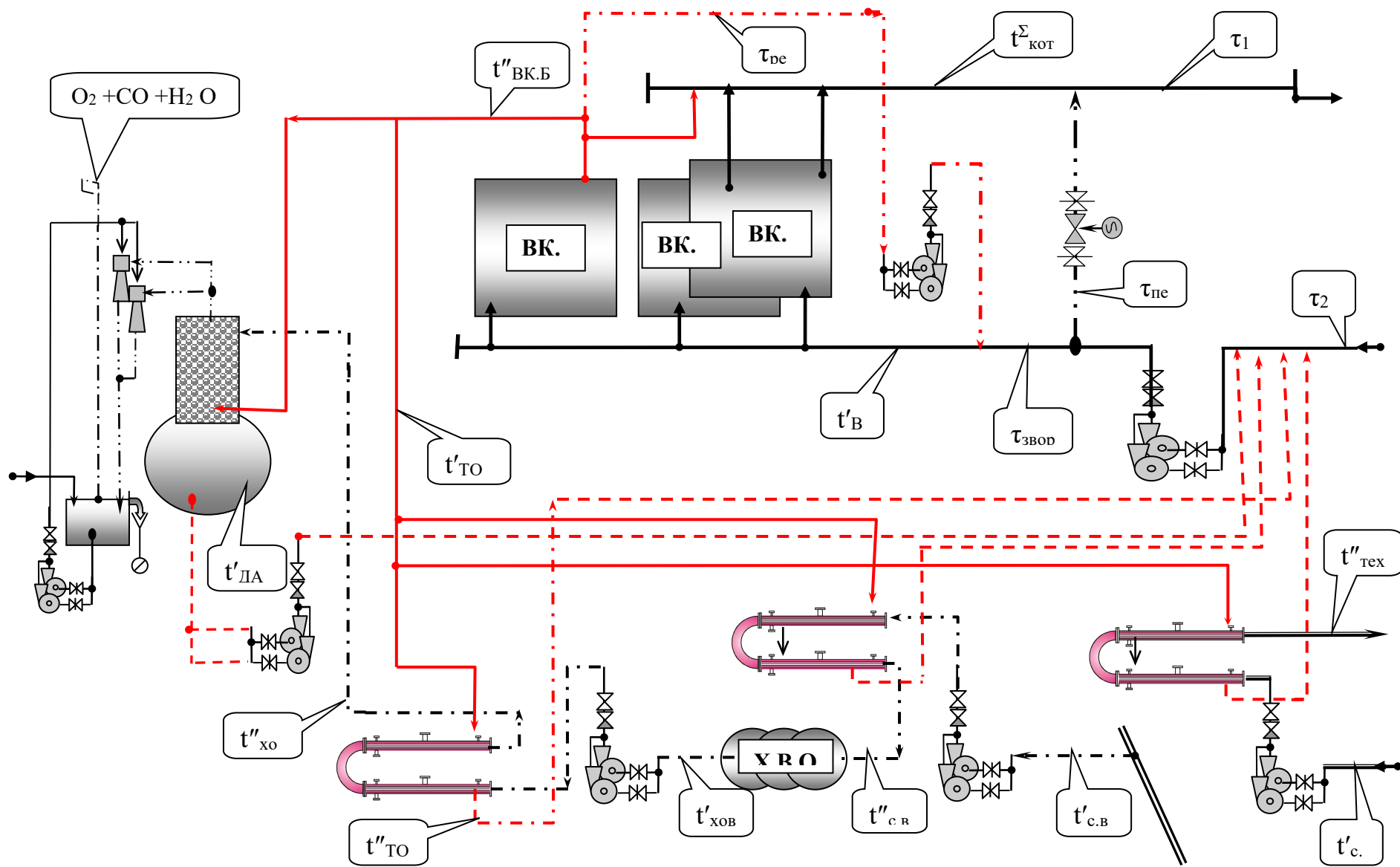
Продовження таблиці 9

Вихідні дані для теплового розрахунку котельні

1	2	3	4	5	6	7	8
5	Номінальна температура води на вході в котел	$t'_{\text{ВК.НОМ}}$	°C	70	70	70	Е.Р. для водогрійних котлів
6	Номінальна температура води на виході з котла	$t''_{\text{ВК.НОМ}}$	°C	150	150	150	“—”
7	Температура сирієї води	$t'_{\text{с.в}}$	°C	5	5	5	Е.Р: – 5 °C для МЗ та ТЗ режимів, 15 °C – для режиму Л
8	Температура сирієї води перед станцією хімодоочищення	$t''_{\text{с.в}}$	°C	15	15	15	Е.Р: 15 °C - 20 °C
9	Температура хімічищеної води на виході зі станції ХВО	$t'_{\text{ХОВ}}$	°C	20	20	20	Е.Р: 15 °C – 20 °C
10	Температура хімічищеної води перед деаератором	$t''_{\text{ХОВ}}$	°C	55	55	55	Е.Р: 50 °C – 65 °C
11	Температура технологічної води на вході в котельню	$t'_{\text{ТЕХН.В}}$	°C	5	5	15	Е.Р: 8 °C для МЗ та ТЗ режимів, 15 °C для режиму Л
12	Температура технологічної води на виході з котельні	$t''_{\text{ТЕХН.В}}$	°C	95	95	95	Технологічний регламент промислового підприємства
13	Температура грієної води на вході у внутрішньокотельні підігрівники та на вході в деаератор	$t'_{\text{ТОА}}$	°C	150	150	150	Е.Р: $t'_{\text{ТОА}} = t''_{\text{ВК.НОМ}}$
14	Температура грієної води на виході з внутрішньокотельних підігрівників	$t''_{\text{ТОА}}$	°C	65	65	65	Е.Р: $t''_{\text{ТОА}} = 65 \text{ °C}$
15	Коефіцієнт випара з деаератора	$\alpha_{\text{вип.}}$	од	0,01	0,01	0,01	Е.Р: 0,005 – 0,01
16	Коефіцієнт власних потреб станції хімодоочищення	$K_{\text{ХВО}}$	од	1,1	1,1	1,1	Е.Р: 1,05 – 1,10

2. ФОРМУВАННЯ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНОЇ

Представлено принципову теплотехнологічну схему котельні у відповідності до встановлених технічних рішень, щодо напрямлення потоків енергоносіїв.



3. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНОЇ З ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 10.

Таблиця 10

Визначення результату			Значення для режимів, МВт		
			МЗ	ТЗ	Л
$\sum Q_{ЖР}$	=	30,27	30,27		
$\sum Q_{ЖР}$	=	14,63		14,63	
$\sum Q_{ЖР}$	=	1,61			1,61

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 11.

Таблиця 11

Визначення результату			Значення для режимів, °С		
			МЗ	ТЗ	Л
$t'_{ВК}$	=	70,00	70,00	70,00	70,00

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

Результати визначення наводжу у таблиці 12.

Таблиця 12

Визначення результату			Значення для режимів, °С		
			МЗ	ТЗ	Л
$t''_{ВК.Б}$	=	150,00	150,00	150,00	150,00

3.5. Визначаю експлуатаційну температуру грієної води на вході в теплообмінники технологічної, сирії, хімічищеної води та на вході в деаератор – $t'_{ТОА}$, °С, згідно з рекомендацією.

Результати визначення наводжу у таблиці 13.

Таблиця 13

Визначення результату			Значення для режимів, °С		
			МЗ	ТЗ	Л
$t'_{ТОА}$	=	150,00	150,00	150,00	150,00

3.6. Визначаю експлуатаційну температуру води на виході з теплообмінників технологічної, сирії та хімічищеної води – $t''_{ТОА}$, °С, згідно з рекомендацією.

Результати визначення наводжу у таблиці 14.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		
						35

Таблиця 14

Визначення результату			Значення для режимів, °C		
			МЗ	ТЗ	Л
$t'_{\text{ТОА}}$	=	65,00	65,00	65,00	65,00

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 15.

Таблиця 15

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$G_{\text{ДА}}^{\text{підж}}$	=	15,00	15,00		
$G_{\text{ДА}}^{\text{підж}}$	=	15,00		15,00	
$G_{\text{ДА}}^{\text{підж}}$	=	5,00			5,00

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

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

та формулою:

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

Результати визначення наводжу у таблиці 16.

Таблиця 16

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$G_{\text{ДА}}^{\text{гр.в}}$	=	1,78	1,78		
$G_{\text{ДА}}^{\text{гр.в}}$	=	1,78		1,78	
$G_{\text{ДА}}^{\text{гр.в}}$	=	0,59			0,59
Визначення результату			Значення для режимів, МВт		
			МЗ	ТЗ	Л
$Q_{\text{ДА}}$	=	0,18	0,18		
$Q_{\text{ДА}}$	=	0,18		0,18	
$Q_{\text{ДА}}$	=	0,06			0,06

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 17.

Таблиця 17

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
G"ДА	=	16,63	16,63		
G"ДА	=	16,63		16,63	
G"ДА	=	5,54			5,54

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 18.

Таблиця 18

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
G _{ХОВ}	=	15,15	15,15		
G _{ХОВ}	=	15,15		15,15	
G _{ХОВ}	=	5,05			5,05

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 19.

Таблиця 19

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
G _{с.в.}	=	18,18	18,18		
G _{с.в.}	=	18,18		18,18	
G _{с.в.}	=	6,06			6,06

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

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

- за формулою:

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

Результати визначення наводжу у таблиці 20.

Таблиця 20

Визначення результату						Значення для режимів, МВт		
						МЗ	ТЗ	Л
Q _{ПСВ} = 0,32						0,32		
Q _{ПСВ} = 0,32							0,32	
Q _{ПСВ} = 0,04								0,04
Визначення результату						Значення для режимів, т/год		
						МЗ	ТЗ	Л
ГПСВ гр.в.	=	3,21				3,21		
ГПСВ гр.в.	=	3,21					3,21	
ГПСВ гр.в.	=	0,36						0,36

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

- за формулою:

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

- за формулою:

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

Результати визначення наводжу у таблиці 21.

Таблиця 21

Визначення результату						Значення для режимів, МВт		
						МЗ	ТЗ	Л
Q _{ПХВ} = 0,62						0,62		
Q _{ПХВ} = 0,62							0,62	
Q _{ПХВ} = 0,21								0,21
Визначення результату						Значення для режимів, т/год		
						МЗ	ТЗ	Л
ГПХВ гр.в.	=	6,24				6,24		
ГПХВ гр.в.	=	6,24					6,24	
ГПХВ гр.в.	=	2,08						2,08

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

- за формулою:

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

- за формулою:

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

- за формулою:

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

Результати визначення наводжу у таблиці 22.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						38
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 22

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
G техн.в.	=	114,29	114,29		
G техн.в.	=	114,29		114,29	
G техн.в.	=	128,57			128,57

Визначення результату						Значення для режимів, МВт		
						МЗ	ТЗ	Л
QПТВ	=	12,00				12,00		
QПТВ	=	12,00					12,00	
QПТВ	=	12,00						12,00
Визначення результату						Значення для режимів, т/год		
						МЗ	ТЗ	Л
ГПТВ гр.в.	=	121,01				121,01		
ГПТВ гр.в.	=	121,01					121,01	
ГПТВ гр.в.	=	121,01						121,01

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

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

Результати визначення наводжу в таблиці 23.

Таблиця 23

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$\Sigma G_{\text{вн}}^{\text{гр.в.с.в.}}$	=	132,24	132,24		
$\Sigma G_{\text{вн}}^{\text{гр.в.с.в.}}$	=	132,24		132,24	
$\Sigma G_{\text{вн}}^{\text{гр.в.с.в.}}$	=	124,04			124,04

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 24.

Таблиця 24

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
Тзвор	=	54,59	54,59		
Тзвор	=	43,29		43,29	
Тзвор	=	58,78			58,78

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

$$\sum Q_{\text{кот}} = \sum Q_{\text{жр}} + Q_{\text{пТВ}} + Q_{\text{пХВ}} + Q_{\text{пСВ}} + Q_{\text{ДА}} - (G_{\text{підж}}/3,6) \times 4,2 \cdot t_{\text{с.в}} \cdot 10^{-3}$$

Результати визначення наводжу у таблиці 25.

Таблиця 25

Визначення результату			Значення для режимів, МВт		
			МЗ	ТЗ	Л
$\sum Q_{\text{кот}}$	=	43,29	43,29		
$\sum Q_{\text{кот}}$	=	27,65		27,65	
$\sum Q_{\text{кот}}$	=	13,82			13,82

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.

Приймаю до встановлення 2 котла **КВ-ГМ-20** (23,26 МВт) – варіант, що задовольняє умовам експлуатації котлів в усіх режимах експлуатації в т.ч. в режимі Л на мінімально допустимому тепловому навантаженні.

Результати визначення наводжу у таблиці 26

Таблиця 26

Позн.	Одиниця виміру	Визначення результату
ТИП		КВ-ГМ-20
Q вк. ном.	МВт	23,26
G вк. Ном	т/год	247
η вк. Ном	%	92,3
t' вк. Ном	°С	150
t'' вк. Ном	°С	70

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

$$N_{\text{вк.вст}} = \sum Q_{\text{кот}} / Q_{\text{вк.ном}}^*)$$

*) Примітка

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

Результати визначення наводжу у таблиці 27.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						40
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 27

Визначення результату			Значення для режимів, шт		
			МЗ	ТЗ	Л
Нвк.вст	=	1,98	2,00		
Нвк.вст	=	1,30		2,00	
Нвк.вст	=	0,62			1,00

3.20. Визначаю кількість котлів, що будуть в експлуатації протягом року в базовому режимі, згідно рекомендації .

$$N_{BK.B} = 1$$

Результати визначення наводжу у таблиці 28.

Таблиця 28

Визначення результату			Значення для режимів, шт		
			МЗ	ТЗ	Л
Нвк.б	=	1,00	1,00		
Нвк.б	=	1,00		1,00	
Нвк.б	=	1,00			1,00

3.21. Визначаю число котлів, що працюють у змінному режимі – $N_{BK.3}$, шт, за формулою:

$$N_{BK.3} = N_{BK.B} - 1$$

Результати визначення наводжу у таблиці 29

Таблиця 29

Визначення результату			Значення для режимів, шт		
			МЗ	ТЗ	Л
Нвк.з	=	1,00	1,00		
Нвк.з	=	1,00		1,00	
Нвк.з	=	0,00			0,00

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

$$N_{BK.P} = N_{BK.B} + N_{BK.3}$$

Результати визначення навести у таблиці 30

Таблиця 30

Визначення результату			Значення для режимів, шт		
			МЗ	ТЗ	Л
Нвк.р	=	2,00	2,00		
Нвк.р	=	2,00		2,00	
Нвк.р	=	1,00			1,00

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

- у разі експлуатації в котельні двох або більше котлоагрегатів:

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

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

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

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

- у разі експлуатації в котельні одного котлоагрегата:

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

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

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 31

Таблиця 31

Визначення результату				Значення для режимів		
				МЗ	ТЗ	Л
$Q_{\text{ВК.Б}}$	=	23,26	2 котла	23,26		
$t'_{\text{ВК.Б}}$	=	70,00		70,00		
$t''_{\text{ВК.Б}}$	=	150,00		150,00		
$G_{\text{ВК.Б}}$	=	247,00		247,00		
Визначення результату				Значення для режимів		
				МЗ	ТЗ	Л
$Q_{\text{ВК.Б}}$	=	23,26	2 котла		23,26	
$t'_{\text{ВК.Б}}$	=	70,00			70,00	
$t''_{\text{ВК.Б}}$	=	150,00			150,00	
$G_{\text{ВК.Б}}$	=	247,00			247,00	
Визначення результату				Значення для режимів		
				МЗ	ТЗ	Л
$Q_{\text{ВК.Б}}$	=	13,82	1 котла			13,82
$t'_{\text{ВК.Б}}$	=	70,00				70,00
$t''_{\text{ВК.Б}}$	=	150,00				150,00
$G_{\text{ВК.Б}}$	=	148,07				148,07

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 32.

Таблиця 32

Визначення результату			Значення для режимів, МВт		
			МЗ	ТЗ	Л
$\sum Q_{BK.3}$	=	20,03	20,03		
$\sum Q_{BK.3}$	=	4,39		4,39	
$\sum Q_{BK.3}$	=	0,00			0,00

3.25. Визначаю теплове навантаження кожного котла, що несе змінну складову теплового навантаження – $Q_{BK.3}$, МВт, за формулою:

$$Q_{BK.3} = \sum Q_{BK.3} / N_{BK.3}$$

Результати визначення наводжу у таблиці 33.

Таблиця 33

Визначення результату			Значення для режимів, МВт		
			МЗ	ТЗ	Л
$Q_{BK.3}$	=	20,03	20,03		
$Q_{BK.3}$	=	4,39		4,39	
$Q_{BK.3}$	=	0,00			0,00

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

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

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

- для **ТЗ** режиму (враховуючи доцільність номінального пропуску води через котли) за рекомендацією.

$$G_{BK.3} = G_{BK.НОМ}$$

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

$$G_{BK.3} = 0,0$$

Результати визначення навести у таблиці 34.

Таблиця 34

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$G_{BK.3}$	=	214,64	214,64		
$G_{BK.3}$	=	247,00		247,00	
$G_{BK.3}$	=	0,00			0,00

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

$$\sum G_{BK} = G_{BK.Б} + N_{BK.3} \cdot G_{BK.3}$$

Результати визначення наводжу у таблиці 35.

Таблиця 35

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
ΣG_{BK}	=	461,64	461,64		
ΣG_{BK}	=	494,00		494,00	
ΣG_{BK}	=	148,07			148,07

3.27. Визначаю температуру води на виході з котлів, що несуть змінну складову теплового навантаження котельні – $t''_{BK.3}$, °C, за формулою:

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

Результати визначення навести у таблиці 36.

Таблиця 36

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$t''_{BK.3}$	=	150,00	150,00		
$t''_{BK.3}$	=	85,24		85,24	
$t''_{BK.3}$	=				

3.28. Визначаю витрату води в рециркуляційному трубопроводі – $G_{рец}$, т/год, для трьох режимів за формулою:

$$G_{рец} = \Sigma G_{BK} \cdot (t'_{BK} - \tau_{звор}) / (t''_{BK.Б} - \tau_{звор})$$

Результати визначення наводжу в таблиці 37

Таблиця 37

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$G_{рец}$	=	74,56	74,56		
$G_{рец}$	=	123,65		123,65	
$G_{рец}$	=	18,21			18,21

3.28. Визначаю середньоважову температуру води на виході з усіх водогрійних котлів після змішування її з “базового” та “змінних” котлів – t_{BK}^{Σ} , °C, для трьох режимів за формулою:

$$t_{BK}^{\Sigma} = ((G_{BK.Б} - \Sigma G_{вн} - G_{рец}) \cdot t''_{BK.Б} + N_{BK.3} \cdot G_{BK.3} \cdot t''_{BK.3}) / (\Sigma G_{BK} - \Sigma G_{вн} - G_{рец} + N_{BK.3} \cdot G_{BK.3})$$

Результати визначення наводжу в таблиці 38

Таблиця 38

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
t_{BK}^{Σ}	=	150,00	150,00		
t_{BK}^{Σ}	=	82,82		82,82	
t_{BK}^{Σ}	=	150,00			150,00

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

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

Результати визначення наводжу в таблиці 39.

Таблиця 39

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$G_{\text{пер}}$	=	0,00	0,00		
$G_{\text{пер}}$	=	104,37		104,37	
$G_{\text{пер}}$	=	28,83			28,83

3.30. Визначаю похибку балансових розрахунків водогрійної котельні за формулою:

$$\Delta G\% = (\sum G_{\text{БК}} - G_2 - G_{\text{вн}} + G_{\text{пер}} - G_{\text{реп}}) \cdot 100 / \sum G_{\text{БК}}$$

Результати визначення наводжу в таблиці 40.

Таблиця 40

Визначення результату			Значення для режимів, %		
			МЗ	ТЗ	Л
$\Delta G\%$	=	5,93	5,93		
$\Delta G\%$	=	7,23		7,23	
$\Delta G\%$	=	4,58			4,58

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

4. ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНОЇ

4.1. Визначаю годинну витрату природного газу в котельні – $V_{\text{кот}}$, тис. м³/год, для трьох режимів роботи за формулою:

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

Результати визначення наводжу у табл. 41.

Таблиця 41

Визначення результату			Значення для режимів, тис м3/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$V_{\text{кот}}$	=	5,06	5,06		
$V_{\text{кот}}$	=	3,23		3,23	
$V_{\text{кот}}$	=	1,61			1,61

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

$$\sum W_{\text{кот}}^{\text{вл.п}} = W_{\text{нас.реп}} + W_{\text{нас.тм}} + W_{\text{нас.підж}} + W_{\text{техн.води}} + W_{\text{нас.св}} + W_{\text{нас.хв}} + \sum W_{\text{ВД}} + \sum W_{\text{Д}} + W_{\text{освітл}} = 11 + 90 + 2,2 + 22 + 2,2 + 2,2 + 2 \cdot 55 + 2 \cdot 30 = 300 \text{ кВт}$$

де:

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						45
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$W_{\text{нас.реци}}$ – 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 сирої води, кВт.

$W_{\text{нас.хв}}$ – встановлена потужність робочих насосів хімічненої 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.

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

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

$$W_{\text{вл.п}}^{\text{год}} = \Sigma W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} \cdot 1 \cdot K_{\tau}^{\text{год}} = 300 \cdot 1 \cdot 0,8 = 240 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{год}$$

$$W_{\text{вл.п}}^{\text{доб}} = \Sigma W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} \cdot 24 \cdot K_{\tau}^{\text{доб}} = 300 \cdot 24 \cdot 0,75 = 5400 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{добу}$$

$$W_{\text{вл.п}}^{\text{рік}} = \Sigma W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} \cdot 8760 \cdot K_{\tau}^{\text{рік}} = 300 \cdot 8760 \cdot 0,65 = 1708200 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

де:

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

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

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

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

$$(b_{\text{т}}^{\text{відп}})_{\text{газ}} = B_{\text{КОТ}} \cdot 10^3 / (\Sigma Q_{\text{ЖР}} + Q_{\text{п.п}})$$

$$(b_{\text{т}}^{\text{відп}})_{\text{у.п}} = B_{\text{КОТ}} \cdot K_{\text{газ}}^{\text{у.п}} \cdot 10^3 / (\Sigma Q_{\text{ЖР}} + Q_{\text{п.п}})$$

Результати визначення навести у таблиці 42.

Таблиця 42

Визначення результату				Значення для режимів, кг у.п./МВт		
				МЗ	ТЗ	Л
$(b_{\text{т}}^{\text{відп}})_{\text{газ}}$	=	34,88	м ³ /ГДж			
$(b_{\text{т}}^{\text{відп}})_{\text{у.п.}}$	=	40,11	кг у.п./ГДж			

4.5 Визначаю проектну середньодобову питому витрату електричної енергії в котельній на відпущену теплову енергію – $e_{\text{е/е}}^{\text{відп}}$, кВт/МВт за формулою:

$$e_{\text{е/е}}^{\text{відп}} = \Sigma W^{\text{доб}} / (\Sigma Q_{\text{Т/Ф}} \cdot 24) = 5400 / (31,73 + 12) \cdot 24 = 6$$

4.6 Визначити собівартість теплоти, відпущеної від котельні – C_Q , грн/МВт за формулою:

$$C_Q = [(b_{\text{т}}^{\text{відп}})_{\text{у.п.}} / K_{\text{у.п.}}] \cdot C_{\text{палив}} \cdot 10^{-3} + e_{\text{е/е}}^{\text{відп}} \cdot C_{\text{Е/Е}} + C_Q^{\text{експл}}$$

$$C_Q = (38,16 / 1,15) \cdot 9000 \cdot 10^{-3} + 6 \cdot 0,9 + 30,0 = 349,32 \text{ грн} / \text{ГДж}$$

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						46
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4.7 Формую висновок щодо енергоефективності проектної котельні.

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

Основні результати розрахунку зводжу в таблицю 43.

Таблиця 43

Результати розрахунку теплової схеми котельні з водогрійними котлами

№ п.п	Умовне позна- чення	Назва параметра	Один. виміру	Числове значення для режимів		
				МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7
1	$t_{\text{зовн}}$	Температура зовнішнього повітря	°C	– 24	3,1	+ 15
2	$\Sigma Q_{\text{Ж.Р}}$	Сумарне теплове навантаження житлового району	МВт	30,27	14,63	1,61
3	$Q_{\text{П.П}}$	Теплове навантаження промислового підприємства	МВт	10,0	10,0	10,0
4	$\Sigma Q_{\text{КОТ}}$	Сумарне теплове наван- таження котельні	МВт	43,29	27,65	13,82
5	τ_1	Температура мережної води в “прямій” магістралі на виході з котельні	°C	150°	70°	70°
6	τ_2	Температура води в “зво- ротній” магістралі на вході в котельню	°C	47,86	32,88	30,00
7	$\tau_{\text{звор}}$	Температура води в “зво- ротній” магістралі на вході в мережні насоси	°C	54,59	43,29	58,78
8	G_1	Витрата води в “прямій” магістралі на виході з котельні	т/год	242,46	321,75	32,88
9	$G_{\text{убут}}$	Убуток води в тепломережі	т/год	15,0	15,0	5,0
10	G_2	Витрата води в «зворот- ній» магістралі на вході в котельню	т/год	227,46	321,75	32,88
11	$G_{\text{рец}}$	Витрата води в трубопроводі рециркуляції котлів	т/год	74,56	123,65	18,21
12	$G_{\text{пер}}$	Витрата води в трубопро- воді перепуску	т/год	0,00	104,37	28,83
13	$N_{\text{ВК.ВСТ}}$	Число встановлених водогрійних котлів	од	2	2	2
14	$N_{\text{ВК.Р}}$	Число котлів, що знахо- дяться в експлуатації	од	2	2	2

15	$N_{BK.B}$	Число котлів, що експлуатуються в базовому (номінальному) режимі	од	1	1	1
16	$N_{BK.3}$	Число котлів, що експлуатуються в режимі змінного навантаження	од	1	1	0
17	V_{KOT}	Годинна витрата природного газу в котельні	тис.м ³ / год	5,06	3,23	1,61
18	$(b_T^{відп})_{газ}$	Питома витрата природного газу на відпущену від котельні теплову енергію	м ³ / ГДж	34,88		
19	$(b_T^{відп})_{у.п}$	Питома витрата умовного палива на відпущену від котельні теплову енергію	кг у.п / ГДж	40,11		
20	ΣW_{BK}	Сумарна встановлена потужність споживачів електроенергії котельні	кВт	300		
21	$e_e/e^{доб}$	Середньодобова питома витрата електроенергії на відпуск теплоти від котельні	кВт/МВт	6		
22	$\Pi_{Палив}$	Вартість природного газу	грн./ тис. м ³	9000	9000	9000
23	$\Pi_{E/E}$	Вартість електроенергії	грн./ кВт.год	0,9	0,9	0,9
24	C_Q	Собівартість теплоти, що відпущена від котельні	Грн./ГДж	349,32		

5. ВИБІР ОБЛАДНАННЯ КОТЕЛЬНІ З ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ

5.1. Вибір водогрійних котлів

У відповідності до рекомендацій та розрахунків до встановлення приймаємо 4 котли. Визначену інформацію по водогрійним котлам наводжу в таблиці 44.

Таблиця 44

№ п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення
1	Тип ВК	Типорозмір водогрійного котла		За інформаційними листами заводів виробників	КВ-ГМ-20
2	$Q_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна теплова потужність котла	МВт(т)	З паспорта котла	23,26
3	$G_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна витрата води на котел	т/год	«--»	247
4	$B_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна витрата природного газу на котел	тис. м ³ /год	«--»	2,53
5	$\Delta p'_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальний гідравлічний опір котла	атм	«--»	2,5
6	$\Delta p''_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальний аеродинамічний опір котла	мм.вд.ст	«--»	57
7	$t'_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна температура води на вході в котел	°С	«--»	70
8	$t''_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна температура води на виході з котла	°С	«--»	150
9	$\eta_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальний ККД котла	од.	«--»	0,925

5.2. Вибір рециркуляційних насосів

5.2.1. Здійснюю вибір типорозміру насосів рециркуляції, його номінальної подачі – $Q_{\text{нас.реци}}^{\text{НОМ}}$, м³/год, та напору – $H_{\text{нас.реци}}^{\text{НОМ}}$, м вд.ст, на базі визначених максимальних значень (в режимі ТЗ) пропуску води через трубопровід рециркуляції – $G_{\text{РЕЦ}}=124$ т/год, та опору трубопровідної системи рециркуляції – $\Delta H_{\text{РЕЦ}}$.

5.2.2. Визначаю число робочих рециркуляційних насосів – $N_{\text{нас.реци}}^{\text{роб}}$, шт, за формулою:

$$N_{\text{нас.реци}}^{\text{роб}} = G_{\text{РЕЦ}}^{\text{Т.З}} / Q_{\text{нас.реци}}^{\text{НОМ}} = 124/128 = 0,99$$

*) Примітка.

Одержане число насосів потрібно округлити до більшого цілого значення.

5.2.3. Визначаю число встановлених насосів рециркуляції з урахуванням одного резервного – $N_{\text{нас.реци}}^{\text{вст}}$, шт, за формулою:

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

5.2.4. Блок параметрів по насосам рециркуляцій наводжу в табл. 45.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						49
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Характеристика насосів рециркуляції

№п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	---	З інформаційного листа заводу-виробника	NBE 65-125/141 A-F-A-BAQE		NKG 50-32-125.1/140 A1-F-A-E-HAQK
2	$Q_{н. рец}^{ном}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	125		20
3	$H_{н. рец}^{ном}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ – “	20		20
4	$N_{н. рец}^{ном}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ – “	11		2,2
5	$\eta_{н. рец}^{ном}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,82		0,68

5.3. Вибір циркуляційних насосів теплової мережі (мережних насосів).

Передбачаємо до встановлення як мережних насосів відцентрові насоси типу Д.

5.3.1. Здійснюю вибір типорозміру мережних насосів, його номінальної подачі – $Q_{нас.мер}^{ном}$, м³/год, та напору – $H_{нас.мер}^{ном}$, м вд.ст, на базі визначених максимальних значень (в режимі ТЗ) витрати води через трубопровідну систему “Котельна – Тепломережа” – $G_1=322$ т/год, та опору трубопровідної системи – $\Delta H_{мер}$ та статичного напору тепломережі. Число робочих мережних насосів – $N_{нас.мер}^{роб}$, шт, становить — 1.

5.3.2. Визначаю число встановлених насосів рециркуляції з урахуванням одного резервного – $N_{нас.мер}^{вст}$, шт, за формулою:

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

5.3.3. Блок параметрів по мережним насосам наводжу в табл. 46.

Характеристика мережних насосів.

№п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір мережного насоса	---	З інформаційного листа заводу-виробника	NB 150-400/438 A-F-A-BAQE		NKGE 65-40-250/255 A2-F-A-E-NAQK
2	$Q_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	325	40	
3	$H_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ – “	55	55	
4	$N_{\text{нас. мер}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ – “	90	18,5	
5	$\eta_{\text{нас. мер}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,86	85,6	

5.4. Вибір внутрішньо-котельних насосів**5.4.1. Вибір насосів сирової води**

5.4.1.1. Здійснюю вибір типорозміру насосів сирової води, його номінальної подачі – $Q_{\text{нас.с.в}}^{\text{ном}}$, м³/год, та напору – $H_{\text{нас.с.в}}^{\text{ном}}$, м вд.ст, на базі визначених значень витрати води для підживлення – $G_{\text{с.в}}=18,18$ т/год, та опору трубопроводної системи – ΔH .

5.4.1.2. Визначаю число робочих насосів сирової води – $N_{\text{нас.с.в}}^{\text{роб}}$, шт, за формулою:

$$N_{\text{нас.с.в.}}^{\text{роб}} = G_{\text{с.в.}} / Q_{\text{нас.с.в}}^{\text{ном}} = 18,18 / 19 = 0,95$$

*) Примітка.

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

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

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

5.4.1.4. Блок параметрів по насосам сирової води наводжу в табл. 47.

Характеристика насосів сирії води

№п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса	---	З інформаційного листа заводу-виробника	NKGE 50-32-160.1/172 A1-F-A-E-BAQE		
2	$Q_{\text{нас.св}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	17		
3	$H_{\text{нас.св}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ – “	35		
4	$N_{\text{нас.св}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ – “	2,2		
5	$\eta_{\text{нас.св}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,54		

5.4.2. Вибір підживлювальних насосів

5.4.2.1. Здійснюю вибір типорозміру насосу, його номінальної подачі – $Q_{\text{нас.під}}^{\text{ном}}$, м³/год, та напору – $H_{\text{нас.під}}^{\text{ном}}$, м вд.ст, на базі визначених значень витрати води для підживлення – $G_{\text{під}}=15$ т/год, опору трубопровідної системи – ΔH (не вище 40 м.вд.ст.) та статичного напору.

5.4.2.2. Визначаю число робочих насосів – $N_{\text{нас.під}}^{\text{роб}}$, шт, за формулою:

$$N_{\text{нас.під}}^{\text{роб}} = G_{\text{під}} / Q_{\text{нас.під}}^{\text{ном}} = 15/17=0,97$$

*) Примітка.

Одержане число насосів потрібно округлити до більшого цілого значення Число робочих насосів – $N_{\text{нас.під}}^{\text{роб}}$, шт, становить — 1.

5.4.2.3. Визначаю число встановлених насосів рециркуляції з урахуванням одного резервного – $N_{\text{нас.під}}^{\text{вст}}$, шт, за формулою:

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

5.4.2.4. Блок параметрів по насосам наводжу в табл. 48.

Характеристика підживлювальних насосів

№п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса	---	З інформаційного листа заводу-виробника	NKGE 50-32-160.1/172 A1-F-A-E-BAQE		
2	$Q_{\text{нас.під}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	17		
3	$H_{\text{нас.під}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ – “	35		
4	$N_{\text{нас. під}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ – “	2,2		
5	$\eta_{\text{нас. під}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,54		

5.4.3. Вибір насосів технологічної води

5.4.3.1. Здійснюю вибір типорозміру насосу, його номінальної подачі – $Q_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$, м³/год, та напору – $H_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$, м вд.ст, на базі визначених значень витрати води для потреб промислового підприємства – $G_{\text{тех}}=114$ т/год та опору трубопроводної системи – ΔH .

5.4.3.2. Визначаю число робочих насосів технологічної води – $N_{\text{нас.тех}}^{\text{роб}}$, шт, за формулою:

$$N_{\text{нас.тех.}}^{\text{роб}} = G_{\text{тех}} / Q_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}} = 114/115 = 0,97 \quad *)$$

*) Примітка.

Одержане число насосів потрібно округлити до більшого цілого значення. Число робочих насосів – $N_{\text{нас.тех.}}^{\text{роб}}$, шт, становить — 1.

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

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

5.4.3.4. Блок параметрів по насосам технологічної води наводжу в табл. 49.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						53
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 49

Характеристика насосів технологічної води

№п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса	---	З інформаційного листа заводу-виробника	NB 50-160/165 D-F-A-BAQE		
2	$Q_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	115		
3	$H_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ – “	45		
4	$N_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ – “	22		
5	$\eta_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,8		

5.4.4. Вибір насосів хімоочищеної води

5.4.4.1. Здійснюю вибір типорозміру насосу, його номінальної подачі – $Q_{\text{нас.хов}}^{\text{ном}}$, м³/год, та напору – $H_{\text{нас.хов}}^{\text{ном}}$, м вд.ст, на базі визначених значень витрати хімоочищеної води для підживлення – $G_{\text{хов}}=15,15$ т/год, та опору трубопроводної системи – ΔH .

5.4.4.2. Визначаю число робочих насосів сирової води – $N_{\text{нас.хов}}^{\text{роб}}$, шт, за формулою:

$$N_{\text{нас.с.в.}}^{\text{роб}} = G_{\text{хов}} / Q_{\text{нас.реп}}^{\text{ном}} = 15,15/17=0,98$$

*) Примітка.

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

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

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

5.4.4.4. Блок параметрів по насосам сирової води наводжу в табл. 50.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						54
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Характеристика насосів хімічищеної води

№п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса	---	3 інформаційного листа заводу-виробника	NKGE 50-32-160.1/172 A1-F-A-E-BAQE		
2	$Q_{\text{нас.хов}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	17		
3	$H_{\text{нас.хов}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ _ “	35		
4	$N_{\text{нас.хов}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ _ “	2,2		
5	$\eta_{\text{нас.хов}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ _ “	0,54		

5.5. Вибір деаераторів водогрійної котельні

Загальноприйнятим рішенням для водогрійних котельних є встановлення для деаерації води не менше двох деаераторів вакуумного типу з охолодником випару для кожного. До встановлення обираємо 2 деаератори ДВ-15. Блок параметрів наводжу в таблиці 51.

Таблиця 51

Характеристика деаераторів водогрійної котельні

№ п.п	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення
1	3	4	5	6
1	Типорозмір деаератора		За інформаційними листами заводів виробників	ДВ-15
2	Номінальна продуктивність	т/год	«--»	5
3	Діапазон продуктивності	т/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

5.6. Вибір підігрівників

Вибір типорозміру підігрівників сирової води (ПСВ), хімічищеної води (ПХВ), технологічної води (ПТВ) здійснюється за визначеною в проекті їх

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						55
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

тепловою потужністю та переліком стандартних типорозмірів вказаних підігрівників за методикою, сформованою в курсі “Теплотехнологічні процеси та установки”.

5.6.1. Підігрівник сирової води

5.6.1.1. Теплове навантаження підігрівника сирової води $Q_{\text{псв}} = 0,32$ МВт;

5.6.1.2. Обчислюємо наявний температурний перепад:

$$\Delta t = (\Delta t_6 - \Delta t_m) / \ln(\Delta t_6 / \Delta t_m) = (150 - 70) / \ln(150 / 70) = 105 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

5.6.1.3. Визначаємо необхідну поверхню теплообміну:

$$F = Q_{\text{псв}} / \Delta t \cdot K = 320000 / 105 \cdot 2500 = 1,21 \text{ м}^2$$

K — коефіцієнт теплопередачі.

З переліку стандартних типорозмірів підігрівників обираємо секційний підігрівник ПВ-76х2. Площа поверхні теплообміну однієї секції — $F = 0,65 \text{ м}^2$, довжина трубки — 2 м, загальна кількість труб — 7.

5.6.2. Підігрівник хімічної води

5.6.2.1. Теплове навантаження підігрівника хіміч. води $Q_{\text{пхв}} = 0,62$ МВт;

5.6.2.2. Обчислюємо наявний температурний перепад:

$$\Delta t = (\Delta t_6 - \Delta t_m) / \ln(\Delta t_6 / \Delta t_m) = (95 - 55) / \ln(95 / 55) = 73 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

5.6.2.3. Визначаємо необхідну поверхню теплообміну:

$$F = Q_{\text{хв}} / \Delta t \cdot K = 620000 / 73 \cdot 2500 = 3,4 \text{ м}^2$$

K — коефіцієнт теплопередачі.

З переліку стандартних типорозмірів підігрівників обираємо секційний підігрівник ПВ-114-4. Площа поверхні теплообміну однієї секції — $F = 3,58 \text{ м}^2$, довжина трубки — 4 м, загальна кількість труб — 19, кількість секцій — 1.

5.6.3. Підігрівник технологічної води

5.6.3.1. Теплове навантаження підігрівника технологічної води $Q_{\text{тех}} = 12$ МВт;

5.6.3.2. Обчислюємо наявний температурний перепад:

$$\Delta t = (\Delta t_6 - \Delta t_m) / \ln(\Delta t_6 / \Delta t_m) = (60 - 55) / \ln(60 / 55) = 57,46 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

5.6.3.3. Визначаємо необхідну поверхню теплообміну:

$$F = Q_{\text{тех}} / \Delta t \cdot K = 120000 / 57,46 \cdot 2500 = 8,5 \text{ м}^2$$

K — коефіцієнт теплопередачі.

З переліку стандартних типорозмірів підігрівників обираємо секційний підігрівник ПВ-219-4. Площа поверхні теплообміну однієї секції — $F = 11,5 \text{ м}^2$, довжина трубки — 2 м, загальна кількість труб — 61, кількість секцій — 1.

5.7. 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 52

Рекомендоване тягодуттєве обладнання

№ п/п	Найменування	Димосос	Вентилятор
1	Тип обладнання	ДН-17І	ВДН-12,5у
2	Потужність, кВт	55	30
3	Частота обертання, об/хв	750	1000

Розділ III. Охорона праці

В даному дипломному проекті розглядається розрахунок та проектування обладнання водогрійної котельні.

Впровадження нового більш вдосконаленого обладнання, з сучасною системою автоматизації та управління дозволить знизити рівень впливу шкідливих та небезпечних факторів на людину, підвищить ступінь безпеки експлуатація і обслуговування, що значно покращить умови праці в котельному залі.

При здійсненні проектування враховані вимоги охорони праці до організації та забезпечення здорових і безпечних умов праці на робочому місці оператора котельні.

1. Виробнича санітарія

При плануванні приміщення враховуються:

- санітарна характеристика обладнання та технологічних процесів;
- норма корисного простору на одного працівника (15м^3);
- нормативи площі розміщення обладнання ($4,5\text{м}^2$);
- висота виробничого приміщення не менше ($4,8$) м.

Протяжність санітарно-гігієнічної зони даного підприємства (IV класу) складає – 50 м.

Для зручності обслуговування котлових апаратів змонтовані багатоярусні технологічні площадки, які починаються з висоти $2,5$ м.

1.1. Мікроклімат та чистота повітря виробничого середовища

Показниками мікроклімату є температура повітря, відносна вологість, швидкість руху повітря та атмосферний тиск.

Нормативний документ передбачає оптимальні і допустимі значення параметрів мікроклімату в залежності від періоду року (. Наприклад, у теплий період року (середньодобова температура зовнішнього середовища становить $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$), холодний (середньодобова температура зовнішнього середовища становить $<10\text{ }^{\circ}\text{C}$) та категорії важкості виконуваних робіт.

Контроль та вимірювання параметрів мікроклімату виконується спеціальними приладами – термометрами (температура), психрометрами (вологість повітря). Швидкість руху повітря вимірюється анемометром (крильчатий), межі вимірювання від $0,3 - 5$ м/с, чашковий (індукційний) анемометр – межі вимірювання $1 - 20$ м/с та кататермометрами – межі вимірювання $0 - 0,5$ м/с.

Вміст шкідливих речовин в повітрі визначається гранично допустимими концентраціями (ГДК).

CH_4 (300 мг/м^3 , клас небезпечності IV), CO (20 мг/м^3 , клас небезпечності IV), CO_2 (ГДК 9000 мг/м^3 , клас небезпечності IV), сполуки азоту (ГДК 5 мг/м^3 , клас небезпечності II).

Концентрація шкідливих речовин у повітрі, газів і парів повинна визначатися для 1-го класу безпеки безперервно, для 2-го, 3-го, 4-го класу – періодично.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово- промислового району №4 в м. Кривий Ріг Охорона праці</i>	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив	Крячек Є.В.							57
Перевірив	Бойко В.О.					ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		
Рецензув.								
Затвердив	Петренко В.П.							

Періодичність контролю вмісту шкідливих речовин складає:

- для 1-го класу небезпеки – 1 раз/10 днів;
- для 2-го класу небезпеки – 1 раз/місяць;
- для 3-го та 4-го класу небезпеки – 1 раз/квартал.

Методи визначення шкідливих речовин у повітрі:

1. Лабораторний (колориметричні, спектрофотометричні, хроматографічні).
2. Експрес (хімічні індикатори, універсальний газоаналізатор, УГ-1, УГ-2).
3. Автоматичні (стаціонарний газоаналізатор, газосигналізатор).

Для видалення надлишків теплоти та шкідливих газів в котельні застосовується загально-обмінна змішана припливно-витяжна вентиляція.

Забирання забрудненого повітря здійснюється за допомогою аераційного ліхтаря, а подача свіжого – механічним вентилятором.

Оператор котлоагрегату, у разі необхідності, повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту (костюм бавовняний, рукавиці комбіновані, навушники протишумові, окуляри захисні із світлофільтрами, та протигазами.

1.2. Виробниче випромінювання

Джерелами теплового випромінювання є водогрійний котел, трубопроводи з гарячою водою. Ознаками перегрівання організму є підвищення температури, спрага, збільшення частоти дихань та пульсу, задишка, головний біль, запаморочення, сильне потовиділення.

Зниження інтенсивності теплового випромінювання досягається застосуванням екранів, теплоізоляції устаткування та гарячих поверхонь, а також індивідуальними засобами; збільшення відстані між джерелом випромінювання та робочим місцем.

Нормальними умовами, що відповідають санітарно-гігієнічним нормам, вважають такі, за яких інтенсивність опромінення працівників інфрачервоними променями не перевищує: 35 Вт/м^2 при опромінюванні більше 50 % тіла.

Інтенсивність інфрачервоного випромінювання вимірюється актинометрами, а спектральна інтенсивність випромінювання – інфрачервоними спектрографами типу ИКС-10, ИКС-12, ИКС-14.

1.3. Шум на виробництві

Робота котлових установок супроводжується шумом.

Класифікація шумів за походженням:

- механічні;
- аерогідродинамічні (вентилятори, насоси, компресори, системи транспортування);
- електричні (трансформатори тощо).

Класифікація шумів за частотою:

- низькочастотний (до 300 Гц);
- середньо-частотний (300-800 Гц);
- високочастотний (більше 800 Гц).

Основними фізичними характеристиками звуку є: частота f (Гц), звуковий тиск P (Па), інтенсивність або сила звуку I (Вт/м^2).

Порогові значення шуму при $f=1000$ Гц складають: нижній поріг чутності ($I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$; $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$), больовий поріг ($I_6 = 10^2 \text{ Вт/м}^2$; $P_6 = 60 \text{ Па}$).

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						58
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Рівень шуму у виробничому цеху не повинен перевищувати 80 дБ.

Технічні засоби захисту від шкідливої дії шуму чутного діапазону передбачають використання трьох головних напрямків: боротьба з шумом в джерелі його утворення, шумо-поглинання, та шумо-ізоляцією.

До заходів боротьби з аеродинамічним шумом відносяться зменшення швидкостей транспортування середовища, використання плавних заокруглень, глушників шуму в місцях забору і вихлопу повітря.

Для вимірювання рівня шуму використовують шумоміри Ш-71, ПИ-14 в комплекті з активними фільтрами. Рівень вимірювання шуму даними приладами становить 10-130 дБ в діапазоні 20 Гц – 16 кГц.

1.4. Виробнича вібрація

Під впливом інтенсивної вібрації в організмі людини відбуваються функціональні зміни у серцево-судинній системі та регуляторної функції центральної нервової системи. Вібрація викликає появу вібраційної хвороби, що може призвести до втрати працездатності.

Вібрацію поділяють на загальну (передається через опорні поверхні тіла людини) та локальну (передається через руки).

Основними характеристиками (параметрами) вібрації є частота гармонічного коливального руху (Гц), віброшвидкість (м/с) та віброприскорення (м/с²), рівень вібрації (дБ).

Порогові значення віброшвидкості становить $v_0=5 \times 10^{-8}$ м/с, а віброприскорення становить $a_0=3 \times 10^{-4}$ м/с².

Загальна та локальна вібрації обмежуються допустимими значеннями віброшвидкості або логарифмічними рівнів віброшвидкості в октавних смугах із частотою 2-1000 Гц.

Для захисту від впливу виробничої вібрації застосовують наступні колективні методи: послаблення вібрації у джерелі утворення, вібро-поглинання та віброізоляція.

Вібрація вимірюється віброметрами ВІП-4 та ВІП-2М та вібрографами ВР-1, ВР-2, в діапазоні 10 Гц – 1кГц, шкала приладів проградуєвана в дБ.

1.5. Освітлення виробничих приміщень

Основними вимогами охорони праці до освітленості виробничих приміщень є:

- 1) освітлення на робочому місці має відповідати санітарно-гігієнічним нормам і бути рівномірним;
- 2) між об'єктом, що розглядається, і навколишнім фоном повинен бути певний контраст;
- 3) на робочій поверхні не повинно бути різких тіней;
- 4) не допускається освітлення (пряме чи відбите) у полі зору.

На виробництві використовується природне комбіноване освітлення(двостороннє бічне та аераційний ліхтар).

В темні години доби використовується штучне освітлення.

За призначенням **штучне освітлення** поділяється на робоче, чергове, аварійне, евакуаційне, охоронне. За виконанням (розміщенням джерел світла) штучне освітлення поділяється на:

- загальне – призначене для рівномірного освітлення приміщення або його частин;

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						59
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- місцеве – для освітлення тільки робочих поверхонь;
- комбіноване (поєднання загального та місцевого освітлення).

Джерелами штучного світла є лампи розжарювання та газозарядні лампи.

Виробниче приміщення обладнане світильниками прямого світла з лампами розжарювання у герметичному виконанні із захисним кутом 20-25°(типу ВЗГ200, потужністю 200 Вт), які розташовуються у шаховому порядку.

Контроль освітленості здійснюється люксметрами Ю-16, Ю-17, Ю-116, Ю-117.

2. Техніка безпеки

2.1. Безпечна експлуатація технологічного устаткування

Для безпечної експлуатації технологічного устаткування та запобігання виникненню небезпечних або аварійних ситуацій застосовуються в першу чергу засоби колективного захисту. За принципом дії та залежно від впливу небезпечного фактора засоби колективного захисту поділяються на огорожувальні, запобіжні пристрої, блокування, сигналізаційне обладнання, профілактичні випробування.

Роботи всередині котлів проводяться тільки після повної зупинки роботи, продувки і охолодження, якщо таке необхідно.

Огороджувальні пристрої (кожухи, щити, екрани, бар'єри) застосовуються для ізоляції зон з безпекою механічних дій, для огорожі зон випромінювань і зон з хімічними речовинами, а також робочих майданчиків, розташованих на висоті. Вони поділяються на стаціонарні, які демонтуються для виконання допоміжних операцій (заміна інструмента, змазка обладнання тощо), та переносні, що використовуються для огорожі нестационарних робочих місць (зварювальні пости), а також при виконанні ремонтних чи налагоджувальних робіт.

Запобіжні пристрої застосовуються для автоматичного виключення обладнання при виникненні аварійних ситуацій (наприклад, при виході одного з параметрів — температури, електричної напруги тощо за межі допустимих значень).

Блокування дозволяє виключити можливість проникнення людини в небезпечну зону чи ліквідувати небезпечний фактор при проникненні людини в небезпечну зону. Блокувальні пристрої поділяються на механічні, електричні, фотоелементні, радіаційні, пневматичні, гідравлічні та комбіновані.

Сигналізаційне обладнання призначено для повідомлення персоналу про режим роботи устаткування і можливості аварійних ситуацій. За засобами інформації сигналізація поділяється на кольорову, звукову, кольорово-звукову, одоризаційну (за запахом).

На виробництві використовується світлова та звукова аварійна сигналізація, яка відключається за допомогою комп'ютерного інтерфейсу, світлова і звукова передпускова сигналізація (відключення за допомогою кнопки квітування).

Нормативно-технічна документація з безпечної експлуатації основного технологічного обладнання, що працюють під тиском (водогрійні котли): «Правила будови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів», трубопроводів пари та гарячої води «Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари та гарячої води».

2.2. Безпечна експлуатація електроустаткування

Види електричних травм на виробництві:

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						60
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- 1) механічне (при проходженні через тіло людини струму великої сили; падіння людини з висоти);
- 2) місцеві зовнішні електротравми:
 - електричні опіки;
 - електричні знаки (плями сірого чи блідо-жовтого кольору на поверхні шкіри);
 - захворювання зовнішніх оболонок очей під дією ультрафіолетових променів електричної дуги;
- 3) електричний удар (призводить до паралічу серця, легень, до фібриляції серця).

Факторами, що зумовлюють небезпечне ураження електричним струмом, є:

- фактори електричного характеру (напруга, сила, рід і частота струму). Сюди ж відноситься і електричний опір людини;
- фактори неелектричного характеру (індивідуальні властивості людини, тривалість дії струму, шлях проходження струму через тіло людини);
- стан навколишнього середовища.

Згідно «ПУЕ. Правила улаштування електроустановок» за ступенем небезпеки ураження існує три класи приміщень:

- 1) приміщення без підвищеної небезпеки;
- 2) приміщення з підвищеною небезпекою
- 3) особливо небезпечні

Котельня відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою (наявність струмо-провідних підлог).

Для забезпечення електробезпеки на виробництві передбачено спеціальні заходи і засоби захисту. До них належать, наприклад, недоступність струмопровідних частин обладнання; ізоляція струмоведучих частин з опором силового устаткування та апаратури, яка освітлюється $R_{iz} \geq 0,5$ МОм, заземлення опором $R_z \leq 4$ Ом, швидкодіюче автоматичне захисне відключення; застосування низьких напруг ($U < 42$ В), використання засобів індивідуального захисту, проведення планово-попереджувальних ремонтів та профілактичних робіт устаткування, а також виробничих інструктажів з техніки безпеки.

Небезпечними є також розряди атмосферної електрики (блискавки), що утворюється і концентрується в хмарах. Сила струму блискавки досягає до 200 кА, а напруга до 150 МВ. Котельня відповідає вимогам нормативних документів по захисту від атмосферної електрики будівель і споруд II-категорії із застосуванням стержньових блискавковідводів.

3. Пожежна та вибухобезпека на виробництві

Основними причинами пожежі та вибуху в котельні є:

1. організаційні (порушення вимог проектування промислових та допоміжних будівель та споруд, вибору будівельних матеріалів та конструкцій, планування приміщень, розміщення технологічного обладнання та комунікацій; відхилення від правил експлуатації та ремонту обладнання, споживачів електроенергії та електромереж, порушення посадових інструкцій щодо пожежної безпеки; необережне поводження з вогнем та матеріалами, що легко запалюються).

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						61
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2. технологічні (відносять роботу за несправним технологічним обладнанням чи при порушенні режимів технологічних процесів; використання горючих речовин, що не відповідають технологічним характеристикам обладнання, що використовується, та порушення режиму його експлуатації та зупинки, використання невідповідних ГОСТу змащувальних матеріалів).
3. причини пов'язані із застосуванням електрики (відносять використання електричного обладнання, що не відповідає категорії вибухо- та пожежобезпеки, перевантаження мереж та електроустаткування, пошкодження ізоляції, поганий електричний контакт в місцях з'єднання контактів, відсутність захисту від статичної та атмосферної електрики).

За спалимістю речовини і матеріали поділяються на три групи:

Спалимі, важко спалимі, неспалимі.

Пожежна безпека виробництва забезпечується системою запобігання пожеж та системою пожежного захисту.

Усі будівлі та споруди за вогнестійкістю класифікуються за V ступенями.

Заходи пожежної безпеки поділяються на 4 групи:

1. заходи у виробничих процесах;
2. будівельно-технічні заходи (підвищення стійкості огорожувальних конструкцій будівель, обмеження поширення пожежі);
3. організаційні та агітаційні заходи (навчання обслуговуючого персоналу заходам поширення пожеж та поводження із пожежним інвентарем);
4. заходи із забезпеченням швидкого гасіння пожеж (вибір найбільш ефективних способів та засобів гасіння, налагодження протипожежного водопостачання та сигналізації).

Категорія відділення котельні з вибухопожежної та пожежної безпеки – «Г» .

Будівля відділення котельні – відноситься до III класу пожежонебезпечної зони.

Система пожежного захисту виробничого приміщення включає також наявність системи оповіщення (ручні (кнопкові) пости), сигналізацію та схеми евакуації працюючих, які розташовані на видних місцях.

Основними вогнегасними речовинами і матеріалами є: вода, повітряно-механічна піна, негорючі гази та пісок.

До первинних засобів гасіння пожежі відносять:

- внутрішнє пожежне водопостачання (подача води до робочих місць здійснюється пожежними кранами з рукавами, що закінчується металевим соплом обладнанням розприскувачем);
- пожежний інвентар:
 - відра, кошма, лопати;
 - вогнегасники(ВВП-10-2 шт; ВВ-2шт);
 - ящики з піском.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						62
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ IV. Нормативні вимоги до опалення та внутрішнього теплопостачання

4.1 Приєднання до джерел теплопостачання

4.1.1 Приєднання систем опалення та внутрішнього теплопостачання (у тому числі для кондиціонування повітря та повітряного опалення) слід здійснювати до наступних альтернативних джерел енергопостачання:

- децентралізованих джерел із використанням відновлюваної енергії, у тому числі сонячної енергії згідно з ДСТУ-Н Б В.2.5-43;

- централізованого теплопостачання згідно з ДБН В.2.5-39 від джерел комбінованої генерації електро- та теплоенергії (у тому числі від когенераційних установок);

- централізованого теплопостачання згідно з ДБН В.2.5-39 (перевага надається джерелам з частковим або повним використанням відновлюваної енергії);

- теплових насосів згідно з ДСТУ Б В.2.5-44.

4.1.2 Допускається відповідно до схеми теплопостачання населеного пункту, а також за технічного та економічного обґрунтування приєднувати системи опалення та внутрішнього теплопостачання до джерел, що не зазначені в 4.1.1, у тому числі до:

- місцевої котельної, яку слід проектувати згідно з ДБН В.2.5-20 і ДБН В.2.5-XX "Котельні" з урахуванням вимог НПАОП 0.00-1.20;

- квартирних газових теплогенераторів, які слід проектувати згідно з ДБН В.2.5-20, ДСТУ Б В.2.5-33, ДСТУ Б EN 13384-1 і ДСТУ Б EN 13384-2 з урахуванням вимог НПАОП 0.00-1.20;

- теплогенераторів на твердому паливі, у тому числі опалювальні печі у будівлях до двох поверхів (не рахуючи цокольного) включно згідно з 4.8.

4.1.3 Застосування електроопалення прямої дії від джерел із використанням невідновлюваної енергії допускається за технічного та економічного обґрунтування.

Допускається застосовувати генератор теплоти, що використовує електричну енергію для нагрівання теплоносія, а саме:

- з тепловим насосом;

- при споживанні електроенергії в години мінімального навантаження енергосистеми;

- при заміні ним іншого джерела енергії в існуючій системі (таку заміну не рекомендується здійснювати); для таких випадків рекомендується застосовувати інші електричні опалювальні прилади та системи, які перелічені у ДБН В.2.5-23;

- для нагрівання теплоносія системи, що обслуговує приміщення відповідно до вимог за вибухопожежобезпекою, та за відсутності інших допустимих енергоносіїв.

Електричні опалювальні прилади слід застосовувати згідно з вимогами ДБН В.2.5-23, ДБН В.2.5-27, ПУЕ та НПАОП 40.1-1.21.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в м. Кривий Ріг Нормативні вимоги до опалення та внутрішнього теплопостачання</i>	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив		Крячек Є.В.						63
Перевірив		Бойко В.О.				ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		
Рецензув.								
Затвердив		Петренко В.П.						

Електричні кабельні системи опалення прямої дії, акумуляційні, комфортного підігріву підлоги слід проектувати згідно з ДБН В.2.5-24.

Приєднання системи електроопалення будівлі слід здійснювати відповідно до ДБН В.2.5-23. При застосуванні комбінованого теплозабезпечення будівлі від тепломережі та від електромережі категорію надійності електропостачання електроприймачів системи електроопалення слід приймати III (третьою), а категорію надійності інших електроприймачів - згідно з таблицею 2.1 ДБН В.2.5-23.

4.1.4 До теплових насосів, сонячних колекторів і сонячних батарей не допускається приєднувати існуючі системи опалення та/або внутрішнього теплопостачання, які не відповідають вимогам даних будівельних норм, у будівлях, що не відповідають вимогам ДБН В.2.6-31.

4.1.5 При застосуванні теплових насосів для відбору теплоти від повітря, що видаляється з кухонь і подібних приміщень, слід убезпечувати забруднення теплообмінних елементів.

4.1.6 Допускається приєднувати систему опалення та/або внутрішнього теплопостачання одночасно до декількох джерел теплоти. При цьому слід забезпечити автоматичне упорядкування пріоритетності роботи цих джерел відповідно до вимог ДСТУ Б EN 15232 залежно від класу енергоефективності будівлі.

4.1.7 Автоматизація та регулювання джерел, до яких приєднують систему опалення та/або внутрішнього теплопостачання, повинні відповідати ДСТУ Б EN 15232 залежно від класу енергоефективності будівлі.

4.1.8 Не допускається приєднувати систему водяного опалення та/або внутрішнього теплопостачання до системи централізованого теплопостачання із застосуванням гідроелеватора, у тому числі регульованого гідроелеватора.

4.1.9 Циркуляцію теплоносія в системах водяного опалення та/або внутрішнього теплопостачання від будь-якого джерела теплопостачання слід здійснювати автоматично регульованими насосами, окрім насосів, що за вимогами безпечної роботи обладнання повинні бути нерегульованими.

У системах водяного опалення та/або внутрішнього теплопостачання житлового будинку класу енергетичної ефективності С та нижче допускається застосовувати нерегульовані циркуляційні насоси. При цьому, якщо система працює зі змінним гідравлічним режимом, то слід захищати від його впливу нерегульований насос (насосну групу) утворенням байпасу з перепускним клапаном, налаштованим на перепад тиску на 10 % більшим від перепаду тиску в точках приєднання байпасу.

4.1.10 Приєднання системи водяного опалення (у тому числі фонові та чергової) будівлі (квартири при індивідуальному опаленні) будь-якого класу енергоефективності слід здійснювати з автоматичним регулюванням теплового потоку, залежним від погодних умов, якщо таке регулювання не передбачене у джерелі. При централізованому теплопостачанні згідно з ДБН В.2.5-39 кожен індивідуальний тепловий пункт (ІТП) повинен мати автоматичне регулювання теплового потоку, залежне від погодних умов.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						64
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

У будівлі зі змінним тепловим режимом необхідно забезпечувати залежне від погодних умов автоматичне регулювання теплового потоку системи опалення з додатковим його коригуванням за усередненою температурою внутрішнього повітря або за температурою повітря у характерному за призначенням будівлі приміщенні, що має найбільші питомі тепловтрати. Рекомендується застосовувати коригування за другим способом.

Автоматичне регулювання теплового потоку системи опалення за погодними умовами слід здійснювати регулятором теплового потоку, забезпечуючи наближену до лінійної залежність теплового потоку від рівня керуючого сигналу. Необхідно забезпечувати експлуатаційну сталість зазначеної залежності шляхом автоматичної стабілізації перепаду тиску теплоносія на клапані регулятора теплового потоку, настройкою на приводі клапана витратної характеристики за технічно передбаченої такої можливості тощо. Між клапаном автоматичного регулятора теплового потоку та клапаном автоматичного регулятора перепаду тиску не повинно бути жодного місцевого опору (регулювальної арматури, дросельної шайби або діафрагми тощо).

4.1.11 Обмеження витрати теплоносія в ІТП повинно здійснюватись автоматичними засобами з урахуванням зміни параметрів теплоносія в тепломережі та внутрішніх системах теплоспоживання.

Кожна внутрішня система теплоспоживання (різного призначення, різного типу, з різними параметрами теплоносія) при залежному приєднанні або кожен вузол підготовки теплоносія при незалежному приєднанні до джерела теплопостачання повинен мати власне автоматичне обмеження максимального теплоспоживання, якщо хоча б одна з цих систем або один із вузлів мають змінний гідравлічний режим. Автоматичне обмеження максимального теплоспоживання допускається забезпечувати загальним, якщо всі внутрішні системи теплоспоживання мають постійний гідравлічний режим.

Допускається здійснювати загальне автоматичне обмеження максимального теплоспоживання для систем опалення та гарячого водопостачання у будівлі з тепловою інерцією $D > 1,5$, визначеною згідно з ДБН В.2.6-31, якщо система гарячого водопостачання має пріоритет у тепло- забезпеченні над системою опалення й гідравлічні опори цих систем відповідно узгоджені між собою.

4.1.12 Не допускається застосовувати мінімальне обмеження теплоспоживання системи опалення або внутрішнього теплопостачання, якщо це не обумовлено безпечною роботою обладнання.

4.1.13 Тепловий та гідравлічний режими джерела теплопостачання повинні бути узгоджені з тепловим та гідравлічними режимами систем теплоспоживання будівлі.

При приєднанні нових та при модернізації або реконструкції існуючих систем теплоспоживання температуру теплоносія, що повертається до джерела, необхідно забезпечувати відповідно до вимог даного джерела.

При централізованому теплопостачанні, якщо це не передбачено автоматичними засобами регулювання в ІТП, слід забезпечувати автоматичними засобами регулювання повернення теплоносія в тепломережу від систем внутрішнього теплоспоживання з температурою не вище ніж на 3°C - 4°C від

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						65
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

заданої графіком. Зниження зворотної температури теплоносія проти графіка не лімітується.

Зазначені вимоги відносяться також до частини системи опалення житлової будівлі, що залишилась після відокремлення від неї приміщень (поверхів) іншого призначення, або квартир з місцевими (квартирними) системами опалення.

4.1.14 Систему водяного опалення та/або систему внутрішнього теплопостачання, що досягає дванадцятого поверху будівлі та вище, необхідно приєднувати до теплової мережі за незалежною схемою. Систему водяного опалення та/або систему внутрішнього теплопостачання будівлі до дванадцяти поверхів рекомендується приєднувати до теплової мережі за незалежною схемою - через теплообмінники в ІТП.

Систему водяного опалення та систему гарячого водопостачання приміщень різних поверхів, групи приміщень різних орендарів або власників, у тому числі квартири тощо, допускається приєднувати через малий тепловий пункт (квартирний тепловий пункт) до системи внутрішнього теплопостачання будівлі. Систему внутрішнього теплопостачання малих теплових пунктів (квартирних теплових пунктів) слід приєднувати або до місцевого джерела теплопостачання будівлі, або через ІТП до системи централізованого теплопостачання.

Приєднання до теплової мережі системи водяного опалення та/або системи внутрішнього теплопостачання висотної будівлі повинно відповідати вимогам ДБН В.2.2-24.

4.1.15 Слід забезпечувати безпечну експлуатацію інженерних систем будівлі при робочому та неробочому режимах тепломережі - недопущення надмірного тиску, температури, недопущення спорожнення систем тощо шляхом відповідного оснащення ІТП, яке повинно відповідати взаємоузгодженому розташуванню інженерних систем будівлі з п'єзометричним графіком тепломережі.

4.1.16 Якщо система водяного опалення та/або внутрішнього теплопостачання не обладнана автоматичними регуляторами перепаду тиску на стояках або приладових вітках та не обладнана регульованим насосом, в ІТП повинен бути встановлений головний ручний балансувальний клапан всієї системи, налаштований на розрахункову витрату теплоносія. Місце розташування балансувального клапана - на подавальному чи зворотному трубопроводі в контурі перепускного регулятора.

4.1.17 Слід убезпечувати мембранний розширювальний бак (при застосуванні) від надмірного зростання температури теплоносія перед ним при закритих автоматичних регуляторах температури повітря, які встановлюються на опалювальних приладах системи опалення з постійним гідравлічним режимом.

Розраховувати мембранний розширювальний бак слід згідно з додатком Л.

4.1.18 При розташуванні ІТП під житловими приміщеннями (кімнатами) відповідно до ДБН В.2.2-15 слід забезпечити додаткові вимоги, які зазначено у додатку М.

4.1.19 Не допускається застосовувати двоступеневий послідовний підігрів води для системи гарячого водопостачання теплоносієм із системи опалення зі змінним гідравлічним режимом, а також із системи опалення з автоматичним

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						66
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

регулюванням температури зворотного теплоносія. При таких системах опалення слід застосовувати паралельний підігрів води для гарячого водопостачання.

4.2 Облік споживання енергії

4.2.1 Будівлю, що приєднана до системи централізованого теплопостачання, слід оснащати засобом/засобами обліку споживання теплової енергії.

Будівлі одного власника, підприємства, організації, які об'єднані єдиною системою теплопостачання, при приєднанні до системи централізованого теплопостачання допускається оснащати загальним засобом/засобами обліку споживання теплової енергії.

4.2.2 Засіб обліку споживання теплової енергії інженерними системами будівлі слід розташовувати в ІТП або в приміщенні місцевого джерела теплопостачання. За завданням на проектування допускається розміщувати засіб обліку теплоспоживання за межами ІТП у приміщенні (будівлі), що відповідає вимогам експлуатації цього засобу.

Засоби обліку енергоспоживання, що встановлюють додатково до засобу відповідно до 4.2.1, окрім приладів-розподільвачів теплової енергії на опалювальних приладах, які застосовуються згідно з ДСТУ EN 834 та ДСТУ EN 835, слід розташовувати у доступному для обслуговуючого персоналу місці. Вузол обліку необхідно передбачати з арматурою, що допускає демонтаж витратомірної ділянки без спорожнення системи.

4.2.3 Додатково до засобу обліку відповідно до 4.2.1, окрім житлових будівель, допускається оснащати засобами обліку: системи різного призначення; відгалужені частини систем для приміщень різного призначення, різних поверхів, різних орендарів (власників) тощо.

4.2.4 Центральну систему водяного опалення багатоквартирного житлового будинку із засобом обліку відповідно до 4.2.1 слід оснащати також засобом/засобами обліку витрати теплової енергії для кожної квартири (квартирними теплотічильниками). Розташування цих засобів обліку повинно відповідати вимогам ДБН В.2.2-15.

При реконструкції та капітальному ремонті житлового будинку облік теплоспоживання системою опалення у квартирах слід здійснювати згідно з ДБН В.3.2-2.

Застосування приладів-розподільвачів теплової енергії на опалювальних приладах слід здійснювати згідно з ДСТУ EN 834 або ДСТУ EN 835.

4.2.5 У житловому будинку необхідно, а у будівлі іншого типу допускається, згідно з ДБН В.2.5-64 оснащати малий (квартирний) тепловий пункт загальним засобом обліку теплоспоживання системами, які ним обслуговуються: опалення, гарячого водопостачання тощо.

4.2.6 Не допускається застосовувати лічильник води (гарячої води) як засіб обліку (розподілення) витрати теплової енергії.

4.2.7 Облік електроенергії, спожитої системою електроопалення квартири, будівлі, слід забезпечувати відповідно до ДБН В.2.5-23.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						67
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4.2.8 Облікгазу, спожитого квартирним газовим теплогенератором, необхідно здійснювати лічильником газу згідно з ДБН В.2.5-20.

4.3 Системи опалення

4.3.1 Системою опалення слід забезпечувати в опалюваних приміщеннях розрахункову результуючу температуру приміщення протягом опалювального періоду (окрім випадку, зазначеного у 5.8).

4.3.2 У центральні неопалюваних будівлях для підтримання відповідної до технологічних вимог температури повітря результуючу температуру в окремих приміщеннях або зонах, а також на тимчасових робочих місцях при наладці та ремонті обладнання слід забезпечувати місцевим опаленням.

4.3.3 Опалення загальних приміщень (вестибюль, хол, коридор, сходові клітки), а також загальних технічних приміщень із прокладеними у них водопровідними, каналізаційними та протипожежними системами допускається не передбачати:

- у житловому будинку, який обладнано квартирними системами теплопостачання, при забезпеченні температури внутрішнього повітря вище 0°C , підтвердженій розрахунком за температури зовнішнього повітря найхолоднішої доби забезпеченістю 0,98 відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27; за неможливості такого забезпечення слід убезпечувати (так надруковано в оригіналі) замерзання води в зазначених трубопроводах, наприклад, шляхом їх місцевого електронагрівання;

- у будівлі з будь-якою системою опалення за розрахункової температури зовнішнього повітря у холодний період року мінус 5°C і вище для найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92 відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27;

- у незадимлюваних сходових клітках типу Н1.

Опір теплопередачі внутрішніх стін неопалюваної сходової клітки слід приймати згідно з ДБН В.2.6-31.

4.3.4 Опалення слід проектувати з урахуванням теплового балансу між тепловтратами та теплонадходженнями, а саме:

а) утратою теплоти через огорожувальні конструкції;

б) витратою теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, що потрапляє у приміщення за рахунок інфільтрації або шляхом організованого припливу для вентиляції приміщень;

в) витратою теплоти на нагрівання матеріалів, обладнання та транспортних засобів;

г) надходженням теплоти, що регулярно надходить у приміщення від електричних приладів, приладів освітлення, технологічного обладнання, трубопроводів, людей та інших джерел.

Утрату теплоти через внутрішні огорожувальні конструкції приміщень допускається не враховувати, якщо різниця температури повітря в цих приміщеннях не більше ніж 3°C .

Теплове навантаження системи опалення слід визначати згідно з ДСТУ Б EN 12831.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						68
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4.3.5 У приміщеннях категорій А та Б за вибухопожежною та пожежною небезпекою слід передбачати повітряне опалення. Допускається застосовувати інші системи опалення відповідно до додатка А з урахуванням вимог 4.4.2 і 4.4.6, за винятком приміщень, де зберігають або застосовують речовини, що утворюють при контакті з водою або водяною парою вибухонебезпечні суміші або речовини, які здатні до самозаймання або вибуху в разі взаємодії з водою.

4.3.6 Системи опалення слід застосовувати згідно з додатком А.

4.3.7 Застосовувати тритрубну систему для опалення та охолодження, а також використовувати систему опалення як систему охолодження не рекомендується.

4.3.8 Не допускається застосовувати систему із супутнім рухом теплоносія, якщо це призводить до збільшення протяжності трубопроводу (водомісткості системи) у порівнянні з тупиковою схемою, або якщо це призводить до неможливості виконання вимог 4.4.7.7,а).

4.3.9 Допускається застосовувати автоматичне відключення частин водяної системи опалення при їх аварійній розгерметизації. Для будівель або їх частин, де зберігаються архівні матеріали, культурні та історичні цінності тощо, обов'язковість застосування автоматичного відключення водяної системи опалення або її частин при їх аварійній розгерметизації визначають згідно з завданням на проектування.

4.3.10 При проектуванні реконструкції або капітального ремонту однотрубною системою з П-подібними стояками водяного опалення, окрім проточно нерегульованої фонові або чергової системи:

а) рекомендується переобладнувати систему у двотрубну або в однотрубну Т-подібну, або однотрубну з транзитним підйомним стояком, або однотрубну з розподільною магістраллю стояків у верхній частині будівлі, якщо застосовані опалювальні прилади з висотою внутрішніх каналів (колонок, крайніх ниток, зміювика тощо) більше 150 мм;

б) рекомендується застосовувати опалювальні прилади з якомога меншою висотою внутрішніх каналів;

в) слід приймати витрату теплоносія в стояку, яка забезпечує в підйомній частині стояка затікання теплоносія в опалювальні прилади в усіх режимах регулювання їх теплової потужності;

г) слід забезпечувати мінімальні питомі втрати тиску в замикальних ділянках підйомної частини стояка.

Рекомендується для П-подібних систем забезпечувати автоматичне плавне підвищення температури теплоносія регулятором теплового потоку після періодів зупинки системи опалення, наприклад, відсутності електропостачання.

4.3.11 Комплектація системи опалення повинна відповідати специфікації проектною документації. Допускається заміна елементів системи на аналогічні, якщо ця заміна не суперечить вихідним даним на проектування, чинним будівельним нормам, експлуатаційній надійності, економічним вимогам, покращує техніко-економічні показники та якщо обладнання, яким замінюють, має вищий клас енергоефективності. При заміні елементів систему слід

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						69
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

перерахувати та визначити її нові характеристики, у тому числі настройки клапанів та іншого обладнання.

4.3.12 Система опалення повинна бути налагоджена - досягнута витрата теплоносія в циркуляційних кільцях відповідно до результатів гідравлічного розрахунку, та випробовувана на герметичність під тиском згідно з додатком Г.

4.3.13 Системи променевого опалення та нагріву "темними" та "світлими" газовими та електричними інфрачервоними випромінювачами допускається застосовувати:

- а) на відкритих площадках;
- б) у спорудах видовищних та культурно-просвітницьких установ (театри, кінотеатри, концертні зали, спортивні споруди з трибунами, музеї, виставки, танцювальні зали) для відвідувачів і розташованих на відкритих площадках;
- в) у приміщеннях сільськогосподарських будівель (окрім "світлих" інфрачервоних випромінювачів);
- г) у приміщеннях залів, які не мають горючих матеріалів, фізкультурно-оздоровчих комплексів та спортивно-тренувальних закладів без трибун для глядачів (окрім "світлих" інфрачервоних випромінювачів);
- д) у виробничих приміщеннях та складах категорій Г і Д, в окремих зонах та на робочих місцях в опалюваних та неопалювальних приміщеннях з температурою повітря нижче за нормовану (окрім приміщень категорій А, Б, В) згідно з додатком А.

Газові та електричні інфрачервоні випромінювачі не допускається розташовувати у вибухонебезпечних зонах виробничих приміщень та складів згідно з класифікацією НПАОП 40.1-1.32.

Не допускається застосовувати системи опалення та нагрівання з газовими та електричними інфрачервоними випромінювачами:

- у приміщеннях підвальних та цокольних поверхів;
- у будівлях III - V ступенів вогнестійкості;
- на стоянках автомобілів, у книгосховищах та архівах, у вибухонебезпечних та пожежонебезпечних приміщеннях.

4.4 Тепловий та гідравлічний режими

4.4.1 У системі опалення, крім системи одноквартирного житлового будинку, слід обмежувати можливість споживачам змінювати тепловий режим приміщень нижче від зазначеної температури повітря згідно з 5.3 шляхом застосування обладнання (автоматичний регулятор температури повітря в приміщенні на опалювальному приладі, регулятор індивідуального котла тощо) з обмеженням нижньої межі регулювання температури повітря.

4.4.2 У системі опалення, крім системи житлового будинку, слід обмежувати можливість споживачам змінювати тепловий режим приміщень вище температури повітря на рівні середньої, а на вимогу замовника - верхньої температури діапазону норми згідно з додатками Д та Е, шляхом застосування обладнання (автоматичний регулятор температури повітря в приміщенні на опалювальному приладі, регулятор індивідуального котла тощо) з обмеженням верхньої межі регулювання температури повітря.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						70
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4.4.3 Центральну систему опалення або її частини у будівлі з фіксованою тривалістю робочого дня, технологічного процесу тощо необхідно проектувати з регуляторами програмного зниження споживання теплової енергії (наприклад, нічне зниження температури повітря, зниження температури повітря у вихідні дні тощо). При застосуванні програмного зниження споживання теплової енергії для всієї будівлі слід передбачити компенсацію цього зниження для приміщень чергового персоналу, охорони тощо.

Рекомендується застосовувати програмне зниження споживання теплової енергії:

- у квартирній системі опалення та в системі опалення односімейного будинку з індивідуальними генераторами теплоти;

- у системі опалення квартири, приєднаної до системи теплопостачання через квартирний тепловий пункт;

- у системах опалення приміщень громадської будівлі, приєднаної до системи теплопостачання через малі теплові пункти, замість програмного зниження споживання теплової енергії для всієї будівлі.

4.4.4 Для приміщень зі змінним тепловим режимом (наприклад, при нічному зниженні температури повітря та у вихідні дні тощо) потрібно застосовувати запас потужності системи опалення для забезпечення впродовж періоду розігріву (форсований режим системи) досягнення на задану годину необхідної температури повітря приміщення після її зниження. Цей запас визначають згідно з додатком Н.

4.4.5 Системи водяного опалення та внутрішнього теплопостачання слід проектувати зі змінним гідравлічним режимом. Допускається застосовувати постійний гідравлічний режим у системі:

- житлової будівлі класу енергетичної ефективності С та нижче;

- житлової будівлі класу енергетичної ефективності С та нижче при проектуванні реконструкції, капітального ремонту, термомодернізації;

- фоновій або черговій, що обслуговують будівлю або приміщення, в яких температура повітря в опалювальний період автоматично підтримується догрівуючою системою або догрівуючим обладнанням;

- другорядній, що обслуговує допоміжні приміщення, в яких є небезпека замерзання теплоносія (сходові клітки, вестибюль тощо);

- або її частинах (обв'язках), що забезпечують безпечну роботу обладнання (калорифера першого підігріву, котла, нерегульованого насоса тощо).

4.4.6 На кожній другорядній частині (приладова вітка або відгалуження, стояк) системи водяного опалення з постійним гідравлічним режимом, необхідно автоматично обмежувати максимальну витрату теплоносія, якщо головна система має змінний гідравлічний режим.

4.4.7 Теплова та гідравлічна стійкість

4.4.7.1 Слід забезпечувати теплову та гідравлічну стійкість водяної системи опалення при зміні внутрішніх та зовнішніх умов експлуатації.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						71
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4.4.7.2 В однотрубних системах водяного опалення втрати тиску теплоносія в стояках повинні складати не менше ніж 70 % загальних втрат тиску в циркуляційних кільцях без урахування втрат тиску в загальних ділянках.

4.4.7.3 В однотрубних системах водяного опалення з нижнім прокладанням подавальної магістралі та верхнім прокладанням зворотної магістралі втрати тиску теплоносія в стояках слід приймати не менше ніж 300 Па на кожний метр висоти стояка.

4.4.7.4 У двотрубних вертикальних, двотрубних та однотрубних горизонтальних системах водяного опалення втрати тиску в циркуляційних кільцях через верхні прилади (приладові вітки) при нижньому розташуванні джерела теплоти у будівлі, а при верхньому розташуванні джерела теплоти - через нижні прилади (приладові вітки) слід приймати не менше гравітаційного тиску в них при розрахункових параметрах теплоносія.

4.4.7.5 При застосуванні автоматичного регулятора температури повітря (терморегулятор або електронний регулятор витрати теплоносія, крім конструкції з автоматичною стабілізацією перепаду тиску теплоносія, а також окрім конструкції з двопозиційним регулюванням витрати теплоносія) на опалювальному приладі слід забезпечувати якомога ближче до пропорційного регулювання ним витрати теплоносія залежно від зміни регульованого параметра. Для цього розрахункові втрати тиску (або гідравлічний опір) на такому регуляторі, крім конструкції з автоматичною стабілізацією перепаду тиску, повинні бути не меншими від суми втрат тиску (або суми гідравлічних опорів) на решті елементів системи, розташованих:

- між найближчими до автоматичного регулятора температури повітря точками стабілізації перепаду тиску теплоносія (або на стояку, або на приладовій вітці, або на відгалуженні, або на приєднанні перемички з перепускним клапаном циркуляційного насоса, або на насосі) при змінному гідравлічному режимі;

- між точками приєднання обвідної або замикаючої ділянки обв'язки приладового вузла до стояка чи приладової вітки при постійному гідравлічному режимі (допустиме колювання витрати теплоносія у контурі з постійним гідравлічним режимом не більше ніж 10 %).

Допускається не дотримуватись зазначених вимог за неможливості їх забезпечення для автоматичного регулятора температури повітря на опалювальному приладі з найменшою витратою теплоносія в стояку чи приладовій вітці (наприклад, рушникосушарка, приєднана до системи опалення).

4.4.7.6 На автоматичному регуляторі температури повітря в приміщенні (терморегулятор або електронний регулятор витрати теплоносія, крім конструкції з автоматичною стабілізацією перепаду тиску холодоносія) в усіх режимах його експлуатації (розрахунковому, закритому та повністю відкритому) слід забезпечувати втрати тиску теплоносія не більше ніж 20 кПа, що не призводить до шумоутворення вище допустимого рівня.

4.4.7.7 У вертикальній системі на стояках, а у горизонтальній - на приладових вітках слід забезпечувати відповідними автоматичними (балансувальними) клапанами одне з наступних автоматичних регулювань параметрів теплоносія:

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						72
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

а) стабілізації перепаду тиску з обмеженням або без нього максимальної витрати теплоносія у системі зі змінним гідравлічним режимом (двотрубна або контур опалення чотиритрубної системи);

б) стабілізації витрати у системі з постійним гідравлічним режимом (однотрубна, двотрубна або контур опалення чотиритрубної); допускаються такі системи лише для житлової будівлі класу енергетичної ефективності не вище С;

в) обмеження максимальної витрати зі стабілізацією або з регулюванням температури теплоносія на виході стояка (приладової вітки) у системі зі змінним гідравлічним режимом, що має замикальні або обвідні ділянки у вузлах обв'язки опалювальних приладів.

Рекомендується застосовувати у вузлах обв'язки опалювальних приладів терморегулятори чи електронні регулятори з функцією автоматичного регулювання перепаду тиску або обмеження витрати теплоносія. За відсутності зазначених функцій у терморегуляторів чи електронних регуляторів допускається застосовувати автоматичні клапани із зазначеними функціями у вузлах обв'язки опалювальних приладів. При застосуванні таких терморегуляторів чи електронних регуляторів із зазначеними функціями або автоматичних клапанів із зазначеними функціями у вузлах обв'язки опалювальних приладів, застосовувати (дублювати) додаткові автоматичні клапани із зазначеними функціями у циркуляційному кільці (на стояку, приладовій вітці, відгалуженні) не слід, окрім випадку недопущення надмірного перепаду тиску на зазначених регуляторах із умов шумо-неутворення.

У горизонтальній системі опалення (з поквартирними приладовими вітками) багатоквартирного житлового будинку слід застосовувати один із зазначених у переліку а) - в) способів автоматичного регулювання параметрів теплоносія на відгалуженні до кожної групи квартир з сумарною кількістю опалювальних приладів не більше восьми. Рекомендується застосовувати для кожної квартири власне автоматичне регулювання параметрів теплоносія із зазначеного переліку.

У приладовій вітці системи опалення (у тому числі квартирній приладовій вітці) з кількістю опалювальних приладів більше восьми рекомендується групувати кількістю не більше восьми на вітці й забезпечувати в ній власне автоматичне регулювання параметрів теплоносія із зазначеного переліку.

У системі зі змінним гідравлічним режимом не допускається застосовувати перепускні клапани на стояках або приладових вітках для автоматичної стабілізації (регулювання) перепаду тиску теплоносія.

Частина системи опалення житлової будівлі, що залишилась після відокремлення від неї приміщень (поверхів) іншого призначення або квартир з місцевою (квартирною) системою опалення, повинна бути гідравлічно збалансована одним із зазначених у переліку а) - в) способів автоматичного регулювання параметрів теплоносія.

4.4.7.8 Вимоги 4.4.7.7 допускається не виконувати в системі:

- а) одноквартирного житлового будинку;
- б) з однією приладовою віткою або одним стояком; в) з кількістю опалювальних приладів менше восьми; г) черговій або фоновій.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						73
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4.4.7.9 Відхил розрахункових втрат тиску в загальних точках циркуляційних кілець (без урахування втрат тиску в загальних ділянках) не повинен перевищувати 5 % при супутньому та 15 % - при тупиковому прокладанні трубопроводів.

4.4.7.10 Відхилення настроювання автоматичних балансувальних клапанів у розрахунковому режимі (розрахункова настройка) не повинне перевищувати зазначених у 4.4.7.9 відхилів розрахункових втрат тиску для відповідних систем. Розрахункову втрату тиску на ручній балансувальній арматурі (вентилі тощо), окрім конструкції з убудованим витратомірним пристроєм (шайба, труба Вентурі, колектор тощо) слід приймати не менше ніж 3 кПа. Настроювання цієї арматури приймають не менше ніж 20 % ходу штока (підйому або повороту затвора) від закритого положення.

4.4.7.11 Відхил розрахункових втрат тиску в стояках (вітках) системи парового опалення не повинен перевищувати 15 % для паропроводів та 10 % для конденсатопроводів.

4.4.7.12 Слід забезпечувати можливість наладки системи (досягнення теплових та гідравлічних параметрів згідно з проектною документацією) шляхом застосування ручних або автоматичних балансувальних клапанів відповідно до обраного та зазначеного у проектній документації методу наладки.

4.4.7.13 Не допускається застосовувати двопозиційне регулювання теплового потоку всієї системи водяного опалення або її частин. Допускається двопозиційне регулювання теплового потоку опалювальних приладів установленими в них або на підводках до них автоматичними регуляторами температури повітря. Не допускається застосовувати електромагнітні клапани для двопозиційного регулювання теплового потоку водяних систем та їх обладнання.

4.4.7.14 Не рекомендується застосовувати пофасадне регулювання системи, якщо застосовано автоматичне регулювання температури повітря приміщення (терморегулятор або електронний регулятор витрати теплоносія) на опалювальних приладах та автоматичне регулювання параметрів теплоносія на стояках відповідно до 4.4.7.7.

4.5 Теплоносій

4.5.1 Як теплоносій у трубопроводах систем опалення та внутрішнього теплопостачання слід застосовувати воду. Інші теплоносії допускається застосовувати за технічного та економічного обґрунтування, якщо вони відповідають санітарно-епідеміологічним вимогам та вимогам вибухопожежобезпеки.

4.5.2 Для виробничих приміщень, у яких зберігають або використовують речовини, що створюють при контакті з водою або водяною парою вибухонебезпечні або горючі суміші, забороняється застосовувати як теплоносій воду та водяну пару.

4.5.3 При приєднанні систем опалення та внутрішнього теплопостачання до системи централізованого теплопостачання якості води повинна відповідати вимогам ДБН В.2.5-39.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						74
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

При застосуванні мідних безшовних круглих труб якість води повинна відповідати вимогам ДСТУ-Н Б В.2.5-45.

4.5.4 Для періодично працюючої упродовж опалювального періоду системи опалення та/або внутрішнього теплопостачання допускається використовувати воду з домішками, що знижують температуру її кристалізації (замерзання). Забороняється використовувати як домішки вибухо- та пожежонебезпечні речовини, а також речовини 1-го, 2-го та 3-го класів небезпеки відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 у кількості, від якої може виникати при аварії виділення шкідливих речовин з концентрацією, що перевищує нижню концентраційну межу поширення полум'я (НКМП) відповідно до ГОСТ 12.1.044 і гранично-допустиму концентрацію (ГДК) у повітрі приміщення. Як домішки допускається застосовувати речовини 4-го класу небезпеки, які дозволені до застосування в системах теплозабезпечення будівель органом санітарно-епідеміологічного нагляду, з урахуванням 10.23.8.

Забороняється застосовувати як домішки речовини, до яких конструктивні елементи системи є хімічно нестійкими.

Слід враховувати вплив зазначених домішок на гідравлічні, теплотехнічні та інші характеристики системи й обладнання.

4.5.5 Теплоносій з домішками до води, що знижують температуру її кристалізації, не допускається скидати в каналізацію.

4.5.6 Для збору із системи та для її заповнення теплоносієм з домішками до води, що знижують температуру її кристалізації, слід передбачати бак.

4.5.7 Потрібно враховувати вплив домішок до теплоносія на гідравлічні, теплотехнічні, експлуатаційні тощо характеристики обладнання системи.

4.5.8 Тиск і температура теплоносія не повинні перевищувати допустимих значень для всіх елементів системи.

4.5.9 Початковий тиск теплоносія слід приймати таким, що дорівнює гідростатичному тиску, збільшеному на абсолютний тиск насичення пари води за розрахункової температури теплоносія в системі. При цьому необхідно передбачати початковий тиск теплоносія не меншим ніж 70 кПа. Перевищення гідростатичного тиску системи опалення потрібно приймати не менше ніж 30 кПа за розрахункової температури гарячої води до 100 °С, 50 кПа - 105 °С, 70 кПа - 110 °С, 120 кПа - 120 °С.

Початковий тиск теплоносія при розташуванні циркуляційного насоса у верхній частині системи слід приймати більшим за кавітаційну характеристику насоса.

4.5.10 Максимально допустиму температуру теплоносія або тепловіддавальної поверхні, включаючи опалювальні прилади залежно від застосовуваної системи опалення, внутрішнього теплопостачання, слід приймати згідно з додатком А.

Для підвищення енергоефективності системи відповідно до ДСТУ Б EN 15316-2-3 рекомендується приймати температуру теплоносія якомога нижчою від зазначеної у додатку А.

Температуру теплоносія системи опалення з тепловим насосом слід приймати згідно з ДСТУ Б В.2.5-44.

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						75
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Прядко М.О., Павелко В.І., Рябчук О.М. Проектування системи теплопостачання житлово-промислового району міста. 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. Бузников Е.Ф. и др.. Производственные и отопительные котельные.— М.:— Энергоатомиздат.— 1984.— 248 с.
3. Роддатис К.Ф., Соколовский Я.Б. – Справочник по котельным установкам малой производительности. М.: Энергия. – 1979. – 368 с.
4. Філоненко В.М., Масліков М.М. Джерела енергопостання промислових підприємств. – Мет. Вказ. до вивчення дисципліни для студентів спеціальності “Промислова теплоенергетики” ден. та заочн. форм навчання. – К.: НУХТ. – 2002.— 34с.
5. Торчинский Я.М. Нормирование расхода газа для отопительных котельных. – Л.: Недра. – 1991. – 163 с.
6. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов ДНАОПО.00-1.08-94. –Х.: Форт, 2000. – 184 с.
7. СНиП II-35-76. Котельные установки / ЦИТП Госстроя СССР.- М.,1977. – 47 с.
8. Лившиц О. В. Справочник по водоподготовке котельных установок.— М. : Энергия, 1976. – 287 с.
9. Шилов Е.Й., Гойко А.Ф., Ізмайлова Е.В. Складання кошторисної документації за допомогою укрупнених показників: Навч. посібник. –К.:КНУБА, 2001. – 127 с.
10. ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010 . Інженерне обладнання будинків і споруд. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення
11. ДБН В.2.5-39 «Теплові мережі».

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Крячек Є.В.			Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в м. Кривий Ріг Список використаної літератури	Літера	Аркушів	Аркуш
Перевірів		Бойко В.О.						76
Рецензув.						ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		
Затвердив		Петренко В.П.						

12. ДБН В.2.5-20 «Газопостачання».
13. ДБН В.2.5-23:2010 «Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення»
14. ДБН В.2.5-27 «Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд»
15. ПУЕ «ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК»
16. НПАОП 40.1-1.21. «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»
17. ДБН В.2.6-31 «Теплова ізоляція будівель».
18. ДСТУ Б В.2.5-44 «ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ З ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ».

					00БП144.ОПТЕ008.008.ПЗ	Арк.
						77
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

№ Познач	Найменування		Примітка
1	Водогрійний котел KB-ГМ-20	2	
2	Димосос ДН-17І	2	
3	Вентилятор ВДН-12,5у	2	
4	Насос технологічної води NB 50-160/165 D-F-A-BAQE	2	
5	Підігрівник технологічної води ПВ ПВ-219х4	1	
6	Мережевий насос NB 150-400/438 A-F-A-BAQE	2	
7	Рециркуляційний насос NBE 65-125/141 A-F-A-BAQE	2	
8	Підживлювальний насос CRE 10-3 A-A-A-E-HQQE	2	
9	Насос хімічищеної води CRNE 10-3 A-P-G-E-HQQE	2	
10	Насос сирої води NKGE 50-32-160.1/172 A1-F-A-E-BAQE	2	
11	Підігрівник сирої води ПВ-76х2	1	
12	Підігрівник хімічищеної води ПВ-114х4	1	
13	Деаератор вакуумний ДВ-15	1	
14	Бак робочої води	1	
15	Насос робочої води	1	
16	Охолодник випару ОВ-2	1	
17	Ежектор	2	
18	Рециркуляційний насос NKG 50-32-125.1/140 A1-F-A-E-HAQK	2	
19	Мережевий насос NKGE 65-40-250/255 A2-F-A-E-HAQK	2	
20	На-катіонітний фільтр	3	
21	Збірник хімічноочищеної води	1	
22	Солерозчинник	1	
23	Збірник розчину на регенерацію	1	
24	Насос розчину на регенерацію	1	

					00БП144.0ПТЕ008.008.СП		
Зм.	Лист	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Крячек Є.В.				Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 м. Кривий Ріг Специфікація		
Перевірив	Бойко В.О.						
Т. контр.							
Затверд.	Петренко В.П.						
					Літ.	Лист	Листів
						1	1
					НУХТ		
					Каф. TEXT, гр. ЗТЕ-5-10ск		