

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 Луцьк

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

Михайлов Владислав Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник проф. Прядко Микола Олексійович

(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

Михайлова Владислава Віталійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

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

керівник роботи д.т.н., проф. Прядко Микола Олексійович

(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 12,0 МВт; температура теплоносія 95 °С; розрахункова температура -18 °С; температура зовнішнього повітря -0,2 °С; температура для системи вентиляції -10 °С; тривалість роботи промислового підприємства – 7000 год; тривалість опалювального періоду – 187 діб; температури мережної води τ'_{01}/τ'_{02} : 140С/70°С.

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

1. Розрахунок теплових навантажень житлово-промислового району міста

2. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами

3. Охорона праці

4. Творче завдання

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. Компоновка обладнання. План на відмітці 0,000. Розріз 1-1, 2-2

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)

Михайлов В.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Прядко М.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.....	26
5. Вихідні дані до розділу II.....	28
РОЗДІЛ II. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами.....	30
1. Формування вихідних даних для теплового розрахунку котельні з водогрійними котлами.....	30
2. Формування принципової схеми водогрійної котельні.....	33
3. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами	34
4. Визначення енергетичних показників роботи водогрійної котельні..	44
5. Вибір обладнання котельні	47
РОЗДІЛ III. Охорона праці.....	55
РОЗДІЛ IV. Основи проектування джерел теплопостачання	61
Список використаної літератури.....	69

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в м. Луцьк</i> ЗМІСТ	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив		Михайлов В.В.						4
Перевірив		Прядко М.О.						
Рецензув.								
Затвердив		Петренко В.П.					ЗТЕ-5-5 кафедра ТЕХТ НУХТ	

АНОТАЦІЯ

Михайлов В.В. Проект системи теплопостачання житлово-промислового району № 4 в місті Луцьк - 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.

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

Четверта частина - основи проектування джерел 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.ОПТЕ008.002.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в м. Луцьк</i> АНОТАЦІЯ	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив	Михайлов В.В.							5
Перевірив	Прядко М.О.							
Рецензув.								
Затвердив	Петренко В.П.							
						ЗТЕ-5-5 кафедра ТЕХТ НУХТ		

ABSTRACT

Mikhailov V.V. Project of heat supply system of residential-industrial district № 4 in the city of Lutsk- 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 basics of designing heat supply sources.

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.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		6

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.ОПТЕ008.002.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи тепlopостачання житлово-промислового району №4 в м. Луцьк</i> ВСТУП	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив	Михайлов В.В.							7
Перевірив	Прядко М.О.							
Рецензув.								
Затвердив	Петренко В.П.							
						ЗТЕ-5-5 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.Луцьк**.
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 12,0 МВт
 (Теплоносій – гаряча вода $t_2'' = 95$ °С, степінь повернення води 1,0)
4. Розрахункова температура (максимально зимова) для проектування системи опалення **$t_{3.0} = (-18)$ °С**.
5. Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період – **$t_3^{ср.оп} = (-0,2)$ °С**.
6. Розрахункова температура для проектування системи вентиляції – **-10 °С**.
7. Температура початку опалювального періоду, **$t_{зпк} = +8$ °С**
8. Температура точки “зламу”, $t_{3.3}$ (розраховуються після побудови графіка зміни температури і витрати мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря)
9. В дипломному проекті розрахунки всіх видів теплових навантажень здійснюються для трьох характерних режимів:
 - максимально зимового;
 - точки “зламу” температурного графіка опалення;
 - літнього.
10. Тривалість роботи промислового підприємства – 7000 год.
11. Тривалість опалювального періоду – **$n_o = 187$ діб**.
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	5,9	13,4	27,9	52,3	60,4	27,1
Нижче даної	0	0	5,9	19,3	47,2	99,5	159,9	187

13. Розрахункові температури мережної води $\tau_{01}' / \tau_{02}' : 140^\circ C / 70^\circ C$.

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ							
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в м. Луцьк РОЗДІЛ І			Літера	Аркушів	Аркуш		
Розробив	Михайлов В.В.										8	
Перевірив	Прядко М.О.							ЗТЕ-5-5 кафедра ТЕХТ НУХТ				
Рецензув.												
Затвердив	Петренко В.П.											

14. Система теплопостачання – закрита

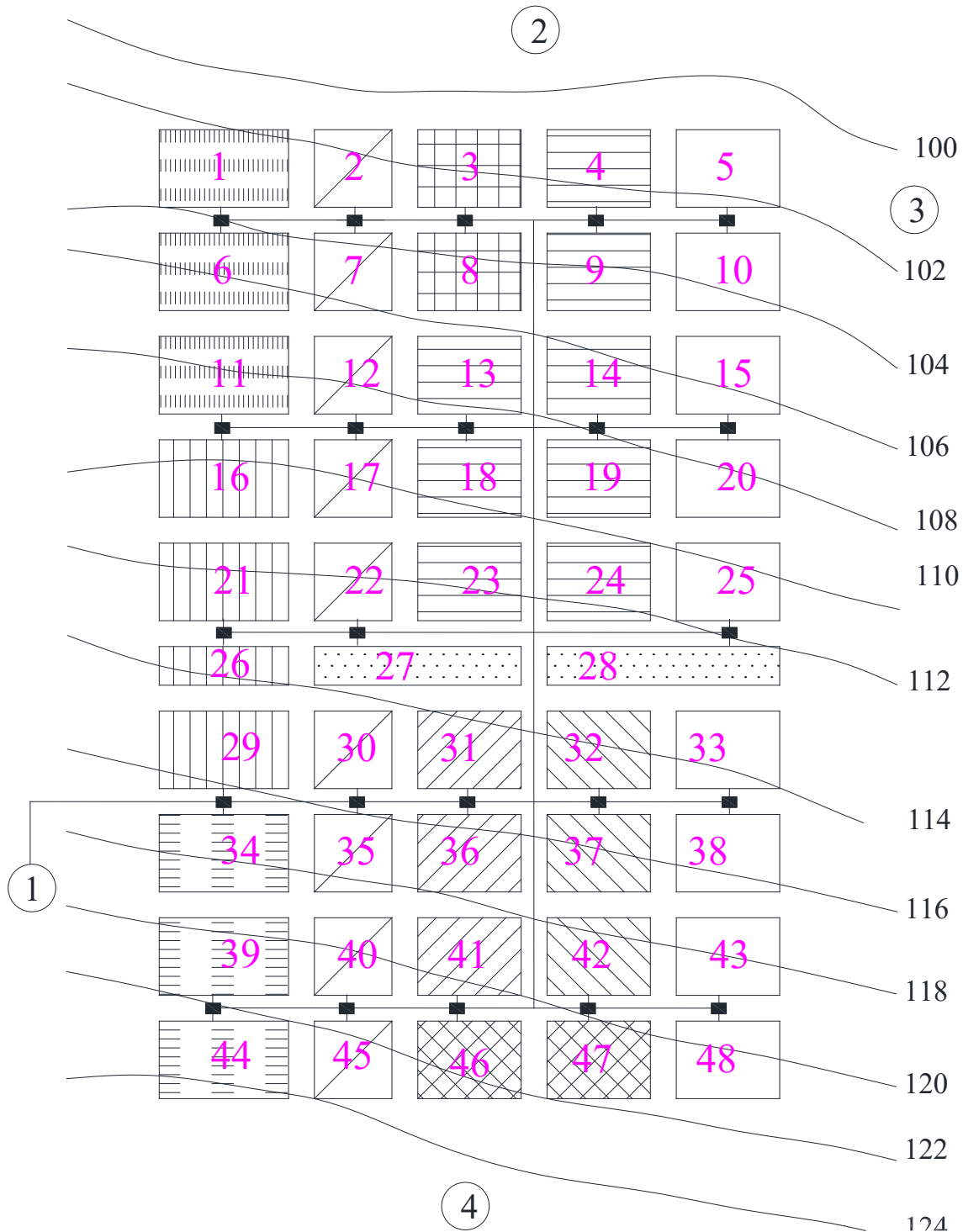
15. Метод регулювання теплового навантаження на опалення - центральне якісне регулювання спільно з місцевим кількісним регулюванням.

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

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		9

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 для першого кварталу:

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

де f_i - густина (щільність) житлового фонду, $\text{м}^2/\text{га}$, приймається в залежності від поверховості забудови (Додаток 8 [1]).

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		10

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

$$Q'_{o\max} = q_o F_{ж} (1 + K_{зр}) 10^{-6} = 71,8 \cdot 6454,46 \cdot (1 + 0,25) \cdot 10^{-6} = 0,58 \text{ МВт}$$

де q_o - укрупнений показник максимального теплового потоку на опалення 1 м^2 загальної площі житлових споруд, $\text{Вт}/\text{м}^2$ (Додаток 9 [1]); $K_{зр}$ - коефіцієнт, що враховує тепловий потік на опалення громадських споруд, $K_{зр} = 0,25$.

2.5. Визначаємо максимальне теплове навантаження системи вентиляції громадських споруд:

$$Q'_{в\max} = K_{зр} K_{в} q_o F_{ж} 10^{-6} = 0,25 \cdot 0,6 \cdot 71,80 \cdot 6454,46 \cdot 10^{-6} = 0,07 \text{ МВт}$$

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

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

$$m = \frac{F_{ж}}{f_3} = \frac{6454,46}{20} = 323$$

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:

$$Q'_{ГВП} = q_2 m 10^{-6} = 332 \cdot 323 \cdot 10^{-6} = 0,11 \text{ МВт}$$

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

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

Таблиця 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 $Q'_{в\max}$, 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	323	0,58	0,07	0,11	0,76
2	0,46	8100	3690,49	185	0,33	0,04	0,06	0,43
3	0,61	7400	4495,50	225	0,40	0,05	0,07	0,53
4	0,61	6500	3948,75	197	0,35	0,04	0,07	0,46
5	0,61	4000	2430,00	122	0,50	0,06	0,04	0,60
6	0,76	8500	6454,46	323	0,58	0,07	0,11	0,76
7	0,46	8100	3690,49	185	0,33	0,04	0,06	0,43
8	0,61	7400	4495,50	225	0,40	0,05	0,07	0,53
9	0,61	6500	3948,75	197	0,35	0,04	0,07	0,46

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ				Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					11

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,61	4000	2430,00	122	0,50	0,06	0,04	0,60
11	0,76	8500	6454,46	323	0,58	0,07	0,11	0,76
12	0,46	8100	3690,49	185	0,33	0,04	0,06	0,43
13	0,61	6500	3948,75	197	0,35	0,04	0,07	0,46
14	0,61	6500	3948,75	197	0,35	0,04	0,07	0,46
15	0,61	4000	2430,00	122	0,50	0,06	0,04	0,60
16	0,76	6100	4632,02	232	0,42	0,05	0,08	0,54
17	0,46	7200	3280,44	164	0,29	0,04	0,05	0,38
18	0,61	5800	3523,50	176	0,32	0,04	0,06	0,41
19	0,61	5800	3523,50	176	0,32	0,04	0,06	0,41
20	0,61	3600	2187,00	109	0,45	0,05	0,04	0,54
21	0,76	6100	4632,02	232	0,42	0,05	0,08	0,54
22	0,46	7200	3280,44	164	0,29	0,04	0,05	0,38
23	0,61	5800	3523,50	176	0,32	0,04	0,06	0,41
24	0,61	5800	3523,50	176	0,32	0,04	0,06	0,41
25	0,61	3600	2187,00	109	0,45	0,05	0,04	0,54
26	0,38	6100	2315,90	116	0,21	0,02	0,04	0,27
27	0,61	7500	4556,25	228	0,41	0,05	0,08	0,53
28	0,68	7500	5125,68	256	0,46	0,06	0,09	0,60
29	0,76	6100	4632,02	232	0,42	0,05	0,08	0,54
30	0,46	7200	3280,44	164	0,29	0,04	0,05	0,38
31	0,61	4500	2733,75	137	0,30	0,04	0,05	0,39
32	0,61	5000	3037,50	152	0,34	0,04	0,05	0,43
33	0,61	3600	2187,00	109	0,45	0,05	0,04	0,54
34	0,76	7800	5922,91	296	0,53	0,06	0,10	0,69
35	0,46	7500	3417,12	171	0,31	0,04	0,06	0,40
36	0,61	4700	2855,25	143	0,32	0,04	0,05	0,40
37	0,61	5200	3159,00	158	0,35	0,04	0,05	0,45
38	0,61	3700	2247,75	112	0,46	0,06	0,04	0,55
39	0,76	7800	5922,91	296	0,53	0,06	0,10	0,69
40	0,46	7500	3417,12	171	0,31	0,04	0,06	0,40
41	0,61	4700	2855,25	143	0,32	0,04	0,05	0,40
42	0,61	5200	3159,00	158	0,35	0,04	0,05	0,45
43	0,61	3700	2247,75	112	0,46	0,06	0,04	0,55
44	0,76	7800	5922,91	296	0,53	0,06	0,10	0,69
45	0,46	7500	3417,12	171	0,31	0,04	0,06	0,40
46	0,61	7100	4313,25	216	0,39	0,05	0,07	0,51
47	0,61	7100	4313,25	216	0,39	0,05	0,07	0,51
48	0,61	3700	2247,75	112	0,46	0,06	0,04	0,55
Всього	29,01		180090,65	9005	18,90	2,27	2,99	24,16

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		12

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

$$Q'_{ГВП \max} = 2,4 Q'_{ГВП} = 2,4 \cdot 2,99 = 7,17 \text{ МВт}$$

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

$$Q_{ГВП \text{Л}}^{сеп} = Q'_{ГВП} \frac{55 - t_{x.в.л}}{55 - t_{x.в.з}} \beta = 2,99 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 1,91 \text{ МВт}$$

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

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

$$Q_{ГВП \max \text{Л}}^{сеп} = Q'_{ГВП \max} \frac{55 - t_{x.в.л}}{55 - t_{x.в.з}} \beta = 7,17 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 4,59 \text{ МВт}$$

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 , $t_3^{сеп.опал}$, $t_{3.3}$, $t_{зпк}$:

$$Q_o = Q'_{o \max} \bar{Q}_o = Q'_{o \max} \frac{t_{в.п} - t_3}{t_{в.п} - t_{3.0}} = 18,9 \cdot \frac{+18 - (-18)}{+18 - (-18)} = 18,9 \cdot 1 = 18,9 \text{ МВт}$$

$$Q_v = Q'_{v \max} \bar{Q}_o = Q'_{v \max} \frac{t_{в.п} - t_3}{t_{в.п} - t_{3.0}} = 2,47 \cdot \frac{+18 - (-18)}{+18 - (-18)} = 2,27 \cdot 1 = 2,27 \text{ МВт}$$

де $t_{в.п}$ - температура повітрі всередині приміщення, $+18 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_{3.0}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення, $^\circ\text{C}$.

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.

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		13

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

№ п/п	Позначення	Одиниця виміру	Тепловий потік при t_3					літо
			$t_{3.0}$ -18 °C	t_3 -10 °C	$t_3^{сер.опал}$ -0,2 °C	$t_{3.3}$ +4,1 °C	$t_{3пк}$ +8 °C	
1	\bar{Q}_o		1,00	0,78	0,51	0,39	0,28	
2	Q_o	МВт	18,90	14,70	9,55	7,30	5,25	
3	Q_e	МВт	2,27	1,76	1,15	0,88	0,63	
4	$Q'_{ГВП}$	МВт	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99	1,91
5	$Q'_{ГВП max}$	МВт	7,17	7,17	7,17	7,17	7,17	4,59
6	Всього: 2+3+4	МВт	24,16	19,45	13,69	11,16	8,87	1,91
7	Всього: 2+3+5	МВт	28,34	23,64	17,88	15,35	13,05	4,59

2.15. Визначаємо річну витрату теплоти:

- на опалення:

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

$$= 18,9 \cdot 187 \cdot 24 \cdot \frac{+18 - (-0,2)}{+18 - (-18)} \cdot 3,6 = 154367,80 \text{ ГДж/рік}$$

- на вентиляцію: $Q_e^{річн} = Q'_{e max} n_o \frac{z}{24} \frac{t_{в.р} - t_3^{сер.опал}}{t_{в.р} - t_{3.0}} 3,6 =$

$$= 2,27 \cdot 187 \cdot 24 \cdot \frac{16}{24} \cdot \frac{+18 - (-0,2)}{+18 - (-18)} \cdot 3,6 = 12349,42 \text{ ГДж/рік}$$

- на гаряче водопостачання: $Q_{ГВП}^{річн} = (Q'_{ГВП} n_o + Q_{ГВП}^{сер} (n - n_o)) 3,6 =$
 $= (2,99 \cdot 187 \cdot 24 + 1,91 \cdot (8400 - 187 \cdot 24)) \cdot 3,6 = 75245,98 \text{ ГДж/рік}$

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, °C.

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

$$\sum Q^{річн} = Q_o^{річн} + Q_e^{річн} + Q_{ГВП}^{річн} = 154367,80 + 12349,42 + 75245,98 =$$

$$= 241963,20 \text{ ГДж/рік}$$

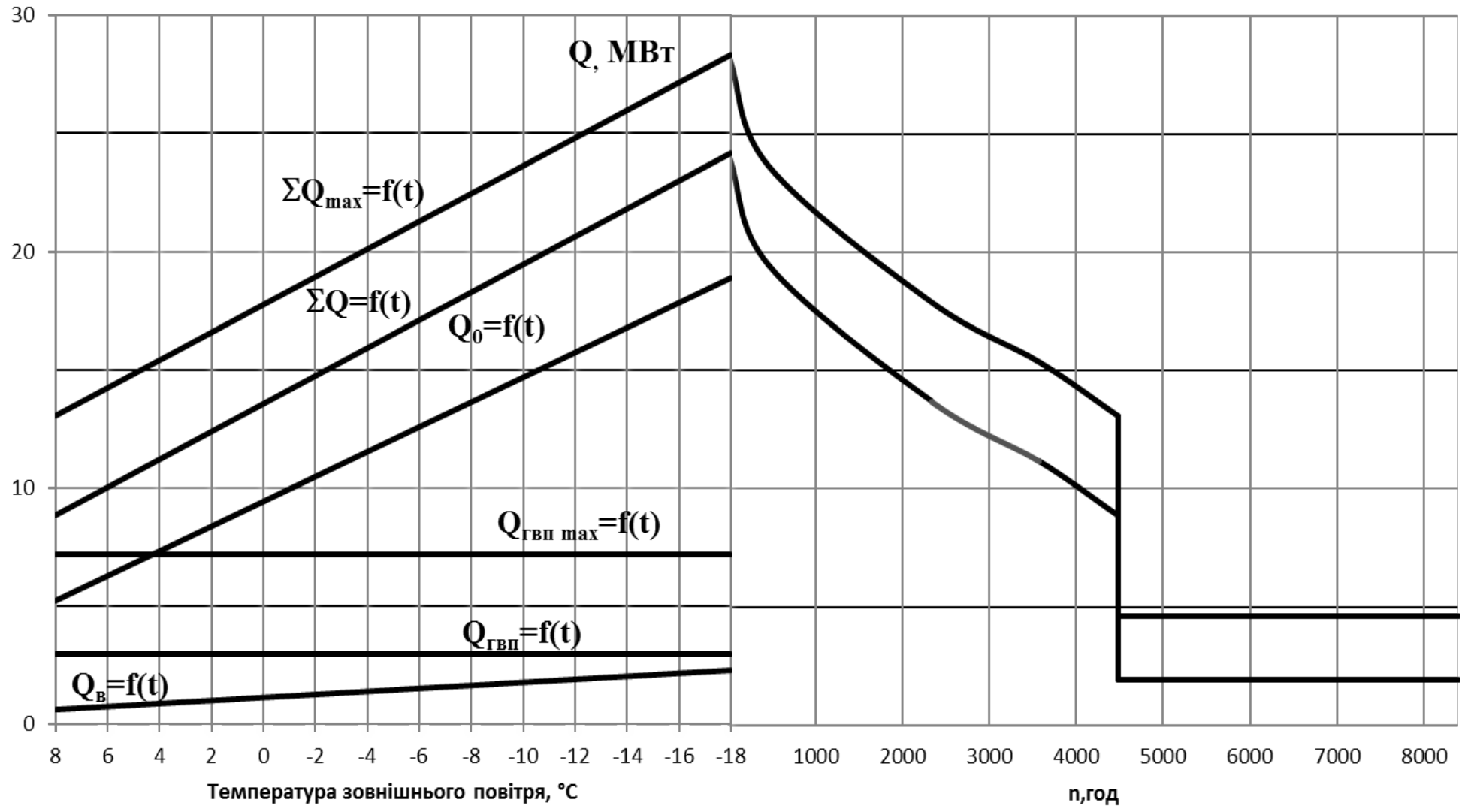
$$\sum Q^{річн} = 67212,0 \text{ МВт*год/рік}$$

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

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						14
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Эм.	
Дакш.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	

00БП144.ОПГ Е008.002.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 , $t_3^{cep.onal}$, $t_{3,3}$, $t_{3ПК}$:

- в подавальному трубопроводі:

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

- після вузла змішування:

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

після системи опалення (опалювальних приладів):

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

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

$$\bar{Q}_o = \frac{t_{e.p} - t_3}{t_{e.p} - t_{3,0}} = \frac{18 - (-18)}{18 - (-18)} = 1; \delta \tau_o' = \tau_{o1}' - \tau_{o2}' = 140 - 70 = 70 \text{ °C};$$

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

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

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

$$G_o = \frac{Q_o 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} = \frac{5,25 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 43,3)} = 46,92 \text{ кг/с}$$

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):

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		16

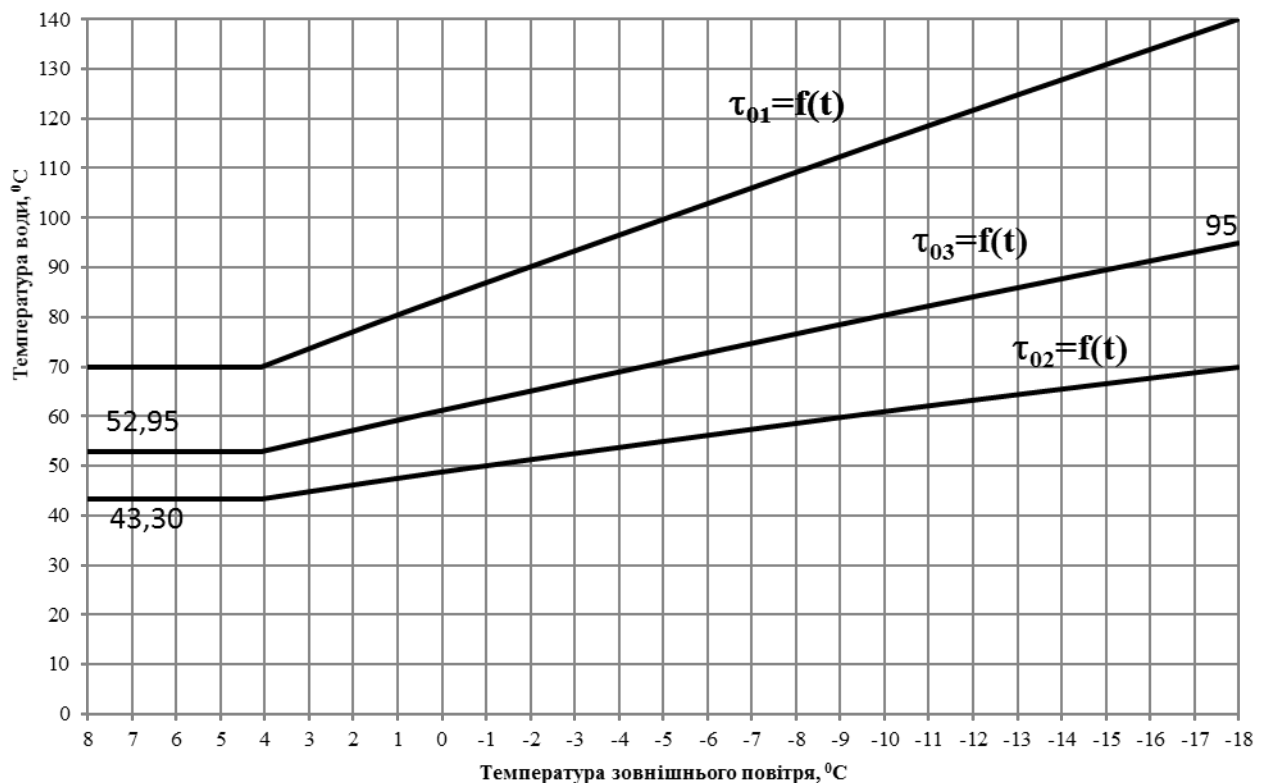
$$G'_{o\max} = \frac{Q'_{o\max} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{o2})} = \frac{18,9 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 70)} = 64,43 \text{ кг/с}$$

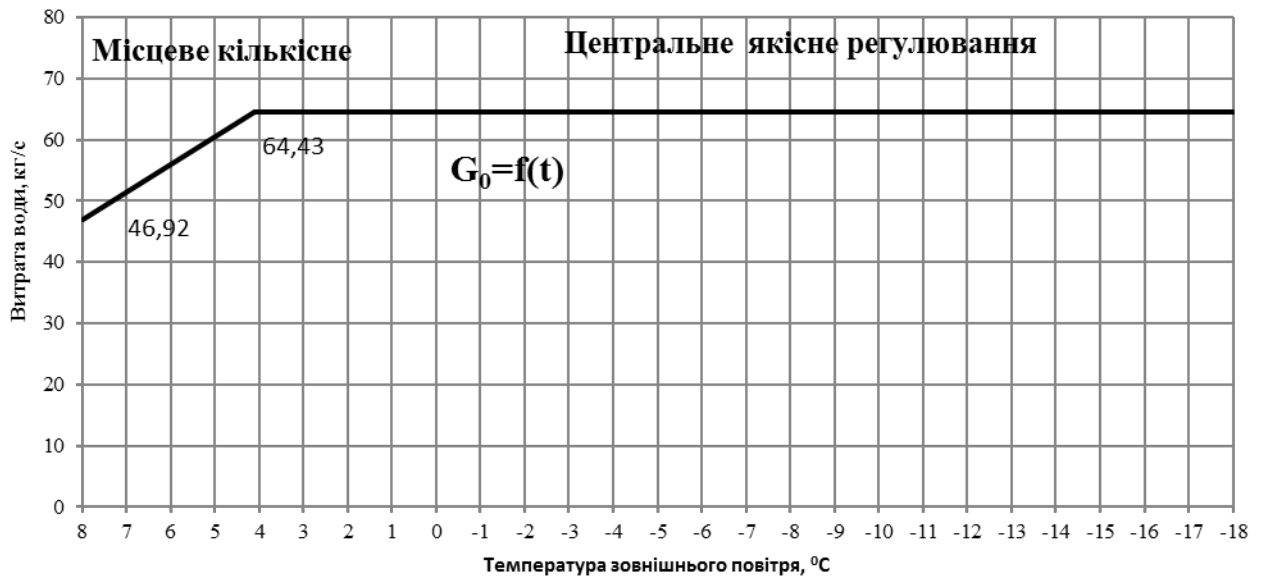
3.1.4 Зводимо результати визначення температур і витрат в таблицю 4.
Таблиця 4

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

Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при				
		$t_{z.o}$ -18 °C	t_z -10 °C	$t_z^{сеп.опал}$ -0,2 °C	$t_{z.з}$ +4,1 °C	$t_{зпк}$ +8 °C
τ_{o1}	°C	140	115,47	84,44	70	70
τ_{o2}	°C	70	61,03	49,06	43,30	43,30
τ_{o3}	°C	95	80,47	61,69	52,95	52,95
G_o	кг/с	64,43	64,43	64,43	64,43	46,92

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:

$$G_{ГВП\max} = \frac{Q_{ГВП\max} 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} \frac{t_2 - t_n}{t_2 - t_{x.3}} = \frac{7,17 \cdot 10^3}{4,19(70 - 43,3)} \cdot \frac{60 - (43,3 - 5)}{60 - 5} = 25,3 \text{ кг/с}$$

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

$$\begin{aligned} \tau_2 &= \tau_{o2} - Q_{ГВП} \frac{t_n - t_{x.3}}{t_2 - t_{x.3}} \frac{1}{c(G_{o\max} + G_{ГВП})} = \\ &= 43,3 - 7,17 \cdot 10^3 \cdot \frac{(43,3 - 5) - 5}{60 - 5} \cdot \frac{1}{4,19 \cdot (64,43 + 25,3)} = 31,75 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

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 ($t_3 = 4,1$ $^\circ\text{C}$):

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

$$\Delta t_I = \frac{\Delta t_{\delta_1} - \Delta t_{M_1}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta_1}}{\Delta t_{M_1}}} = \frac{(\tau_2 - t_{x.3}) - (\tau_{o2}''' - t_n)}{\ln \frac{\tau_2 - t_{x.3}}{\tau_{o2}''' - t_n}} = \frac{(31,75 - 5) - (43,3 - 38,3)}{\ln \frac{31,75 - 5}{43,3 - 38,3}} = 12,97^\circ\text{C}$$

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		18

$$\Delta t_{II} = \frac{\Delta t_{\delta_{II}} - \Delta t_{M_{II}}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta_{II}}}{\Delta t_{M_{II}}}} = \frac{(\tau_{o1}''' - t_2) - (\tau_{2e} - t_n)}{\ln \frac{\tau_{o1}''' - t_2}{\tau_{2e} - t_n}} = \frac{(70 - 60) - (43,3 - 38,13)}{\ln \frac{70 - 60}{43,3 - 38,3}} = 7,21 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3.2.5. Визначаємо витрату водопровідної води на ГВП:

$$q_{2M} = \frac{Q_{ГВП\max} 10^3}{c(t_n - t_{x.3})} = \frac{7,17 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (60 - 5)} = 31,13 \text{ кг/с}$$

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

$$Q_I = cq_{2M}(t_n - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 31,13 \cdot (38,3 - 5) = 4,34 \text{ МВт}$$

$$Q_{II} = cq_{2M}(t_2 - t_n) = 4,19 \cdot 31,13 \cdot (60 - 38,3) = 2,83 \text{ МВт}$$

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,:

$$G_I = G_{II} + G'_{o\max} = 35,27 + 64,43 = 99,70 \text{ кг/с}$$

$$G_{II} = \frac{0,55 Q_{ГВП\max} 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} = \frac{0,55 \cdot 7,17 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 43,3)} = 35,27 \text{ кг/с}$$

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

$$\Phi_I = \frac{Q_I 10^3}{\Delta t_I c \sqrt{G_{M_I} G_{\delta_I}}} = \frac{4,34 \cdot 10^3}{12,97 \cdot 4,19 \cdot \sqrt{31,13 \cdot 99,71}} = 1,43$$

$$\Phi_{II} = \frac{Q_{II} 10^3}{\Delta t_{II} c \sqrt{G_{M_{II}} G_{\delta_{II}}}} = \frac{2,83 \cdot 10^3}{7,21 \cdot 4,19 \cdot \sqrt{31,13 \cdot 35,27}} = 2,83$$

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 $\tau_{cm} = \tau_{o2}$:

$$Q_I = c\varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,77 \cdot 31,13 \cdot (49,06 - 5) = 4,41 \text{ МВт}$$

де ε_I визначаю за формулою:

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

$$= \left(0,35 \frac{31,13}{64,43} + 0,65 + \frac{1}{1,43} \sqrt{\left[\frac{31,13}{64,43} \right]} \right)^{-1} = 0,77$$

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

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{cq_{2M}} = 5 + \frac{4,41 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 31,13} = 38,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		19

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

$$Q_{II} = Q_{ГВП max} - Q_I = 7,17 - 4,41 = 2,76 \text{ МВт}$$

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

$$G_{II} = \frac{Q_{II} 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{2z})} = \frac{2,76 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (84,44 - 38,8)} = 14,46 \text{ кг/с}$$

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

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

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

$$G_I = G_{II} + G'_{o max} = 14,46 + 64,43 = 78,9 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2z} = \frac{64,43}{78,9} \cdot 49,06 + \frac{14,46}{78,9} \cdot 38,8 = 47,17 \text{ }^\circ\text{C}$$

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_{z_M} .

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,77 \cdot 31,13 \cdot (47,17 - 5) = 4,49 \text{ МВт}$$

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

$$= \left(0,35 \frac{31,13}{78,9} + 0,65 + \frac{1}{1,43} \sqrt{\left[\frac{31,13}{78,9} \right]} \right)^{-1} = 0,82$$

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

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{z_M}} = 5 + \frac{4,49 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 31,13} = 39,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

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

$$Q_{II} = Q_{ГВП max} - Q_I = 7,17 - 4,49 = 2,68 \text{ МВт}$$

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

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		20

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

$$= \frac{1,7 \cdot 2,83^2 \cdot 31,13}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \cdot 2,85^2 \cdot \left(\frac{(84,44 - 39,4) \cdot 4,19 \cdot 31,13}{2,69 \cdot 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 12,62 \text{ кг/с}$$

3.2.19. Визначаємо температуру мережної води на виході із підігрівника 2-го ступеню, за формулою:

$$\tau_{2z} = \tau_{01} - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 84,44 - \frac{2,68 \cdot 10^3}{12,62 \cdot 4,19} = 33,64 \text{ }^\circ\text{C}$$

3.2.20. Визначаємо витрату мережної води через підігрівник 1-го ступеню, за формулою:

$$G_I = G_{II} + G'_{o_{max}} = 12,62 + 64,43 = 77,06 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o_{max}}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2z} = \frac{64,43}{77,06} \cdot 49,06 + \frac{13,41}{77,06} \cdot 33,64 = 46,53^\circ\text{C}$$

3.2.22. Перевіряю теплову продуктивність 1-го і 2-го ступенів підігрівників за формулами. 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:

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,81 \cdot 31,13 \cdot (46,53 - 5) = 4,39 \text{ МВт}$$

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

$$= \left(0,35 \frac{31,13}{77,06} + 0,65 + \frac{1}{1,43} \sqrt{\left[\frac{31,13}{77,06} \right]} \right)^{-1} = 0,81$$

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

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{z_M}} = 5 + \frac{4,39 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 31,13} = 38,64^\circ\text{C}$$

- Визначаємо теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} = Q_{ГВП_{max}} - Q_I = 7,17 - 4,39 = 2,78 \text{ МВт}$$

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

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		21

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

$$= \frac{1,7 \cdot 2,83^2 \cdot 31,13}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \cdot 2,85^2 \cdot \left(\frac{(84,44 - 39,4) \cdot 4,19 \cdot 31,13}{2,78 \cdot 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 12,91 \text{ кг/с}$$

$$G_{II} \leq \frac{Q_{II} 10^3}{(\tau_{01} - t_n) c} \quad (12,91 \leq \frac{Q_{II} 10^3}{(\tau_{01} - t_n) c} = 14,84)$$

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

$$\tau_{2z} = \tau_1 - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 84,44 - \frac{2,79 \cdot 10^3}{14,84 \cdot 4,19} = 39,64 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначаємо витрату мережної води через підігрівник I ступеню:

$$G_I = G_{II} + G'_{o_{max}} = 14,84 + 64,43 = 79,28 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o_{max}}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2z} = \frac{64,43}{79,28} \cdot 49,06 + \frac{14,84}{79,28} \cdot 39,64 = 47,29 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначаємо теплопродуктивність 1-го ступеню:

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,82 \cdot 31,13 \cdot (47,29 - 5) = 4,47 \text{ МВт}$$

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

$$= \left(0,35 \frac{31,13}{79,28} + 0,65 + \frac{1}{1,43} \sqrt{\left[\frac{31,13}{79,28} \right]} \right)^{-1} = 0,82$$

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

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{z_M}} = 5 + \frac{4,47 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 31,13} = 39,26 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначаємо теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} = Q_{ГВП_{max}} - Q_I = 7,17 - 4,47 = 2,71 \text{ МВт}$$

3.2.23. Визначаємо температуру мережної води на виході з підігрівника 1-го ступеню, за формулою:

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		22

$$\tau_2 = \tau_{см} - \frac{Q_I 10^3}{G_{Ic}} = 47,29 - \frac{4,47 \cdot 10^3}{79,28 \cdot 4,19} = 33,84^\circ\text{C}$$

3.2.24. Здійснюємо перевірку, за формулою. 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:

$$G_{ГВП} = \frac{Q_{ГВП}^{сеп} 10^3}{(\tau_{01}''' - 30)c} = \frac{1,91 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4,19} = 11,42 \text{ кг/с.}$$

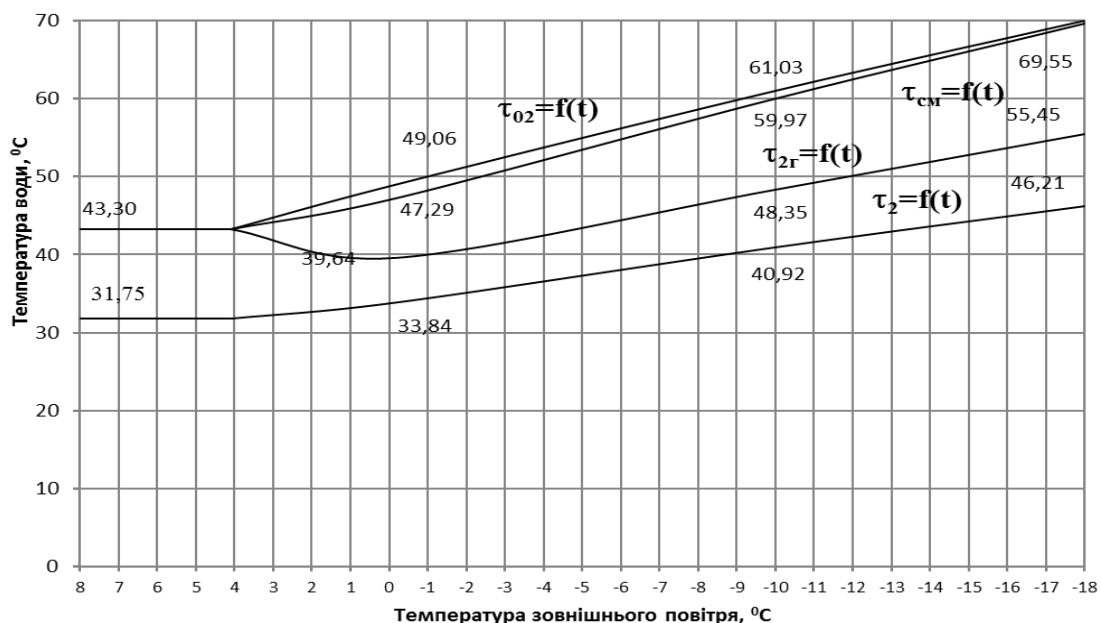
3.2.26. Зводимо результати розрахунків у таблицю 5.

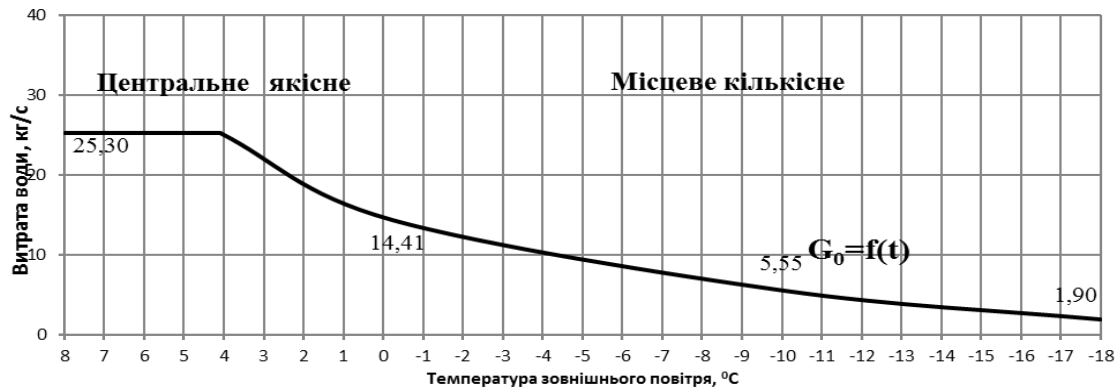
Таблиця 5

Результати розрахунку витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання

Позначення	Одиниця виміру	Температура мережної води при					літо
		$t_{3.0}$ -18 °C	t_3 -10 °C	$t_3^{сеп.опал}$ -0,2 °C	$t_{3.3}$ +4,1 °C	$t_{зпк}$ +8 °C	
τ_{o2}	°C	70,00	61,03	49,06	43,30	43,30	70
τ_{2z}	°C	55,45	48,35	39,64	43,30	43,30	30
t_n	°C	54,84	48,02	39,26	38,30	38,30	60
$\tau_{см}$	°C	69,55	59,97	47,29	43,30	43,30	-
τ_2	°C	46,21	40,92	33,84	31,75	31,75	-
$G_{ГВП}$	кг/с	1,90	5,55	14,41	25,30	25,30	11,42

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 ді-
апазони.

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

3.3.1. Визначаємо температуру мережної води після калориферів за форму-
лою:

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

$$\frac{(140 + \tau_{2в}) - (18 + (-18))}{(115,47 + 61,03) - (18 + (-10))} \cdot \left(\frac{115,47 - 61,03}{140 - \tau_{2в}} \right)^{0,15} = 1$$

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

Методом підбору знаходимо $\tau_{2в} = 45$ °C.

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

$$G_в = \frac{Q_в \cdot 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{2в})} = \frac{2,27 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 45)} = 5,7 \text{ кг/с}$$

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

3.3.3. Визначаємо температуру води після калориферів, за формулою:

$$\tau_{2в} = \tau_{01} - (\tau_{01}'' - \tau_{2в}'') \frac{t_{в.р} - t_3}{t_{в.р} - t_{3.в}} = 70 - (115,47 - 61,03) \cdot \frac{18 - 4,1}{18 - (-10)} = 43,3^\circ\text{C}$$

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

$$G_в'' = \frac{Q_в \cdot 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{2в})} = \frac{2,27 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (115,7 - 61,03)} = 7,73 \text{ кг/с}$$

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

3.3.5. Визначаю температуру води після калориферів, за формулою:

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		24

$$\frac{(\tau_{01}''' + \tau_{2B}) - (t_{B,P} - t_{3ПК}) \left(\frac{\tau_{01}'' - \tau_{2B}''}{\tau_{01}''' - \tau_{2B}''} \right)^{0,15}}{(\tau_{01}'' + \tau_{2B}'') - (t_{B,P} - t_{3,B}) \left(\frac{\tau_{01}''' - \tau_{2B}''}{\tau_{01}'' - \tau_{2B}''} \right)^{0,85}} = 1,$$

$$\frac{(70 + \tau_{2B}) - (18 + 8)}{(115,47 + 61,03) - (18 + (-10))} \cdot \left(\frac{115,47 - 61,03}{70 - \tau_{2B}} \right)^{0,15} = 1$$

$$\left(\frac{18 - 8}{18 - (-10)} \right)^{0,85}$$

Методом підбору знаходимо $\tau_{2B} = 24,5$ °С.

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

$$G_{\delta} = \frac{Q_{\delta} 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{2B})} = \frac{0,63 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 24,5)} = 3,3 \text{ кг/с}$$

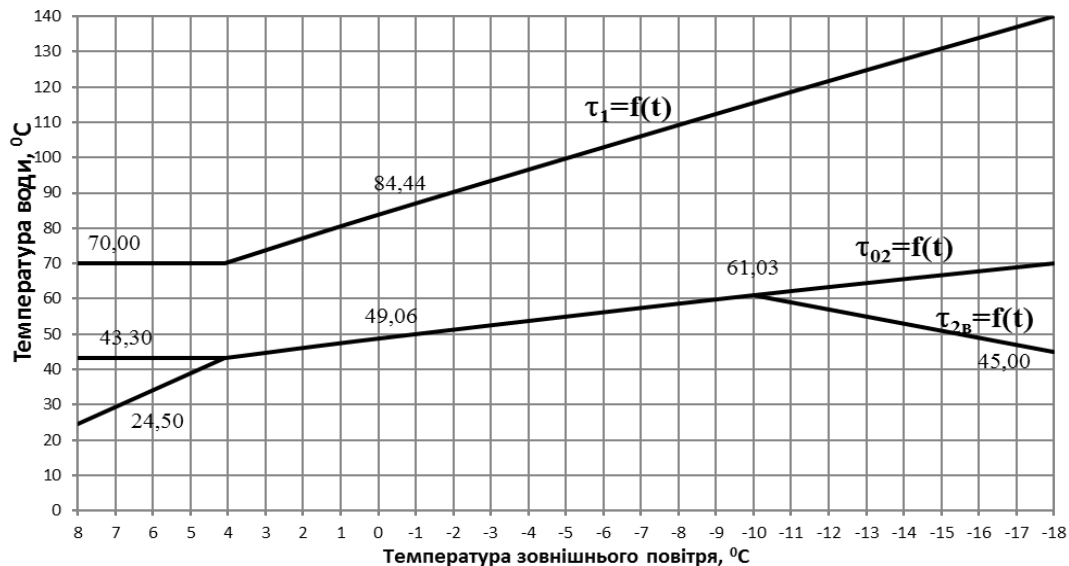
3.3.7. Зводимо результати розрахунків у таблицю 6.

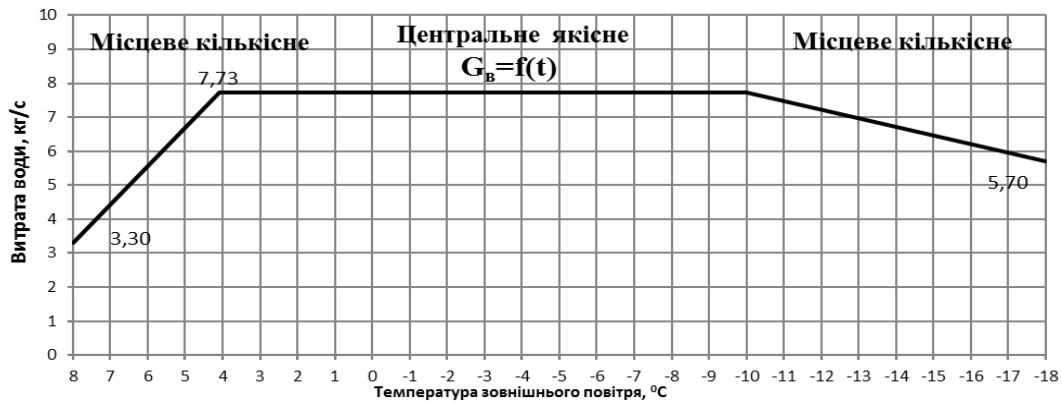
Таблиця 6

Результати розрахунку витрат та температур мережної води на вентиляцію

Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при				
		$t_{3,0}$ -18 °С	t_3 -10 °С	$t_3^{сер.опал}$ -0,2 °С	$t_{3,3}$ +4,1 °С	$t_{зпк}$ +8 °С
τ_1	°С	140,00	115,47	84,44	70,00	70,00
τ_{02}	°С	70,00	61,03	49,06	43,30	43,30
τ_{2B}	°С	45,00	61,03	49,06	43,30	24,50
G_{δ}	кг/с	5,70	7,73	7,73	7,73	3,30

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

$$G'_{Omax} = \frac{Q'_{Omax} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{o2})} = \frac{18,9 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 70)} = 64,43 \text{ кг/с}$$

- на вентиляцію, для максимально зимового режиму:

$$G_{vmax} = \frac{Q_{vmax} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{2v})} = \frac{2,27 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 45)} = 5,7 \text{ кг/с}$$

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

$$G_{ГВП}^{сер} = \frac{Q'_{ГВП} 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} \left(\frac{55 - t'}{55 - t_x} + 0,2 \right) = \frac{2,99 \cdot 10^3}{4,19(70 - 43,3)} \cdot \frac{55 - (43,3 - 5)}{55 - 5} = 8,93 \text{ кг/с}$$

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

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

$$G_{ГВП}^{max} = \frac{0,55 Q'_{ГВП max} 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} = \frac{0,55 \cdot 7,17 \cdot 10^3}{4,19(70 - 43,3)} = 35,27 \text{ кг/с}$$

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

$$G' = G'_{Omax} + G'_{vmax} + K_3 G_{ГВП}^{сер} = 64,43 + 5,7 + 1,2 \cdot 8,93 = 80,84 \text{ кг/с}$$

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:

$$G'_л = \frac{Q_{ГВП Л}^{сер} 10^3}{(\tau'''_{o1} - 30)c} = \frac{1,91 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4,19} = 11,42 \text{ кг/с}$$

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		26

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					
	$G'_{o\max}$	$G'_{в\max}$	$G'_{ГВП}$	$K_3 \cdot G'_{ГВП}$	G'	$G'_л$
1	1,98	0,17	0,32	0,38	2,53	0,41
2	1,13	0,10	0,18	0,22	1,45	0,23
3	1,38	0,12	0,22	0,27	1,76	0,28
4	1,21	0,11	0,20	0,23	1,55	0,25
5	1,69	0,15	0,12	0,14	1,98	0,15
6	1,98	0,17	0,32	0,38	2,53	0,41
7	1,13	0,10	0,18	0,22	1,45	0,23
8	1,38	0,12	0,22	0,27	1,76	0,28
9	1,21	0,11	0,20	0,23	1,55	0,25
10	1,69	0,15	0,12	0,14	1,98	0,15
11	1,98	0,17	0,32	0,38	2,53	0,41
12	1,13	0,10	0,18	0,22	1,45	0,23
13	1,21	0,11	0,20	0,23	1,55	0,25
14	1,21	0,11	0,20	0,23	1,55	0,25
15	1,69	0,15	0,12	0,14	1,98	0,15
16	1,42	0,13	0,23	0,28	1,82	0,29
17	1,00	0,09	0,16	0,20	1,29	0,21
18	1,08	0,10	0,17	0,21	1,38	0,22
19	1,08	0,10	0,17	0,21	1,38	0,22
20	1,52	0,13	0,11	0,13	1,79	0,14
21	1,42	0,13	0,23	0,28	1,82	0,29
22	1,00	0,09	0,16	0,20	1,29	0,21
23	1,08	0,10	0,17	0,21	1,38	0,22
24	1,08	0,10	0,17	0,21	1,38	0,22
25	1,52	0,13	0,11	0,13	1,79	0,14
26	0,71	0,06	0,11	0,14	0,91	0,15
27	1,39	0,12	0,23	0,27	1,79	0,29
28	1,57	0,14	0,25	0,30	2,01	0,32
29	1,42	0,13	0,23	0,28	1,82	0,29
30	1,00	0,09	0,16	0,20	1,29	0,21
31	1,04	0,09	0,14	0,16	1,29	0,17
32	1,15	0,10	0,15	0,18	1,43	0,19
33	1,52	0,13	0,11	0,13	1,79	0,14
34	1,81	0,16	0,29	0,35	2,32	0,38
35	1,05	0,09	0,17	0,20	1,34	0,22
36	1,08	0,10	0,14	0,17	1,35	0,18
37	1,20	0,11	0,16	0,19	1,49	0,20
38	1,56	0,14	0,11	0,13	1,84	0,14

39	1,81	0,16	0,29	0,35	2,32	0,38
40	1,05	0,09	0,17	0,20	1,34	0,22
41	1,08	0,10	0,14	0,17	1,35	0,18
42	1,20	0,11	0,16	0,19	1,49	0,20
43	1,56	0,14	0,11	0,13	1,84	0,14
44	1,81	0,16	0,29	0,35	2,32	0,38
45	1,05	0,09	0,17	0,20	1,34	0,22
46	1,32	0,12	0,21	0,26	1,69	0,27
47	1,32	0,12	0,21	0,26	1,69	0,27
48	1,56	0,14	0,11	0,13	1,84	0,14
всього	64,43	5,70	8,93	10,71	80,84	11,42

5. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ЧАСТИНИ 2 ПРОЕКТУ

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

$$\tau_2 = \frac{(G_o + G_{ГВП})}{(G_o + G_{ГВП}) + G_e} \tau_{o2ГВП} + \frac{G_e}{(G_o + G_{ГВП}) + G_e} \tau_{o2e} =$$

$$= \frac{64,43 + 1,9}{64,43 + 1,9 + 5,7} \cdot 46,2 + \frac{5,7}{64,43 + 1,9 + 5,7} \cdot 45 = 46,11 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$\tau_2 = \frac{64,43 + 31,75}{64,43 + 31,75 + 7,73} \cdot 25,3 + \frac{7,73}{64,43 + 31,75 + 7,73} \cdot 43,3 = 32,66 \text{ } ^\circ\text{C}$$

5.3. Формую результати розрахунку теплової мережі, що необхідні для теплового розрахунку джерела теплопостачання (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			Луцьк		
2	Тип системи теплопостачання			Закрита		
3	Температурна характеристика тепломережі району	τ_1/τ_2	$^\circ\text{C}/^\circ\text{C}$	140/70		
4	Температура зовнішнього повітря	$t_{зовн}$	$^\circ\text{C}$	-18,00	4,1	15-30
5	Теплове навантаження системи опалення	$Q_{оп}$	МВт	18,90	7,30	-
6	Теплове навантаження системи ГВП	$Q_{ГВП}$	МВт	7,17	7,17	1,91

						Арк.
					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	28
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

7	Теплове навантаження системи вентиляції	$Q_{\text{вент}}$	МВт	2,27	0,88	-
8	Річне теплове навантаження житлового району	$Q_{\text{ЖР}}^{\text{рік}}$	ГДж/рік	241963,20		
9	Теплове навантаження промислового підприємства	$Q_{\text{п.п}}$	МВт	12	12	12
10	Температура технологічної води для промислового підприємства на виході з котельні	t_2	°С	95		
11	Річне теплове навантаження промислового підприємства	$Q_{\text{п.п}}^{\text{рік}}$	МВт год/рік	84000		
12	Температура “прямої” мережної води	t_1	°С	140,00	70,00	70,00
13	Температура “зворотної” мережної води	t_2	°С	46,11	32,66	30,00
14	Витрата “прямої” води в тепломережу	G_1	кг/с	72,03	97,47	11,42
			т/ год	259,31	350,89	41,10
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	244,31	335,89	36,10
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

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						29
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ II. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНОЇ З ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ

1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ТЕПЛООВОГО 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 здійснюють балансову перевірку взаємоузгодженості по тепловій енергії одержаних в розділі I проекту результатів для трьох режимів за наступним балансовим рівнянням:

$$(Q_{оп} + Q_{ГВП}^6 + Q_{вент}) = G_1 \cdot 4,2 \cdot (\tau_1 - \tau_2)$$

МЗ	28,34	=	28,40
ТЗ	15,35	=	15,29
Л	1,91	=	1,92

(Висновок – результати для режиму МЗ, ТЗ, Л - взаємоузгоджені)

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

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4</i> в м. Луцьк РОЗДІЛ II	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив	Михайлов В.В.							30
Перевірив	Прядко М.О.					ЗТЕ-5-5 кафедра ТЕХТ НУХТ		
Рецензув.								
Затвердив	Петренко В.П.							

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 паливо-постачання міста
2	Теплота згорання палива	$Q_{н^p}$	кДж / м ³	33730			Сертифікат палива
3	Температура в деаераторі	$t_{дa}$	°С	65	65	65	Е.Р: 70 °С – 60 °С
4	Розрідження в деаераторі	$p_{дa}$	бар	0,75	0,75	0,75	Е.Р:
							0,70 – 0,80 бар
5	Номінальна температура води на вході в котел	$t'_{вк.н ом}$	°С	70	70	70	Е.Р. для водогрійних котлів
6	Номінальна температура води на виході з котла	$t''_{вк.н ом}$	°С	150	150	150	“—“
7	Температура сиріої води	$t'_{с.в}$	°С	5	5	5	Е.Р: – 5 °С для МЗ та ТЗ режимів, 15 °С – для режиму Л
8	Температура сиріої води перед станцією хіводоочищення	$t''_{с.в}$	°С	15	15	15	Е.Р: 15 °С - 20 °С
9	Температура хімочищеної води на виході зі станції ХВО	$t'_{хов}$	°С	20	20	20	Е.Р: 15 °С – 20 °С
10	Температура хімочищеної води перед деаератором	$t''_{хов}$	°С	55	55	55	Е.Р: 50 °С – 65 °С
11	Температура технологічної води на вході в котельну	$t'_{техн.в}$	°С	5	5	15	Е.Р: 8 °С для МЗ та ТЗ режимів, 15 °С для режиму Л
12	Температура технологічної води на виході з котельні	$t''_{техн.в}$	°С	95	95	95	Технологічний регламент промислового підприємства

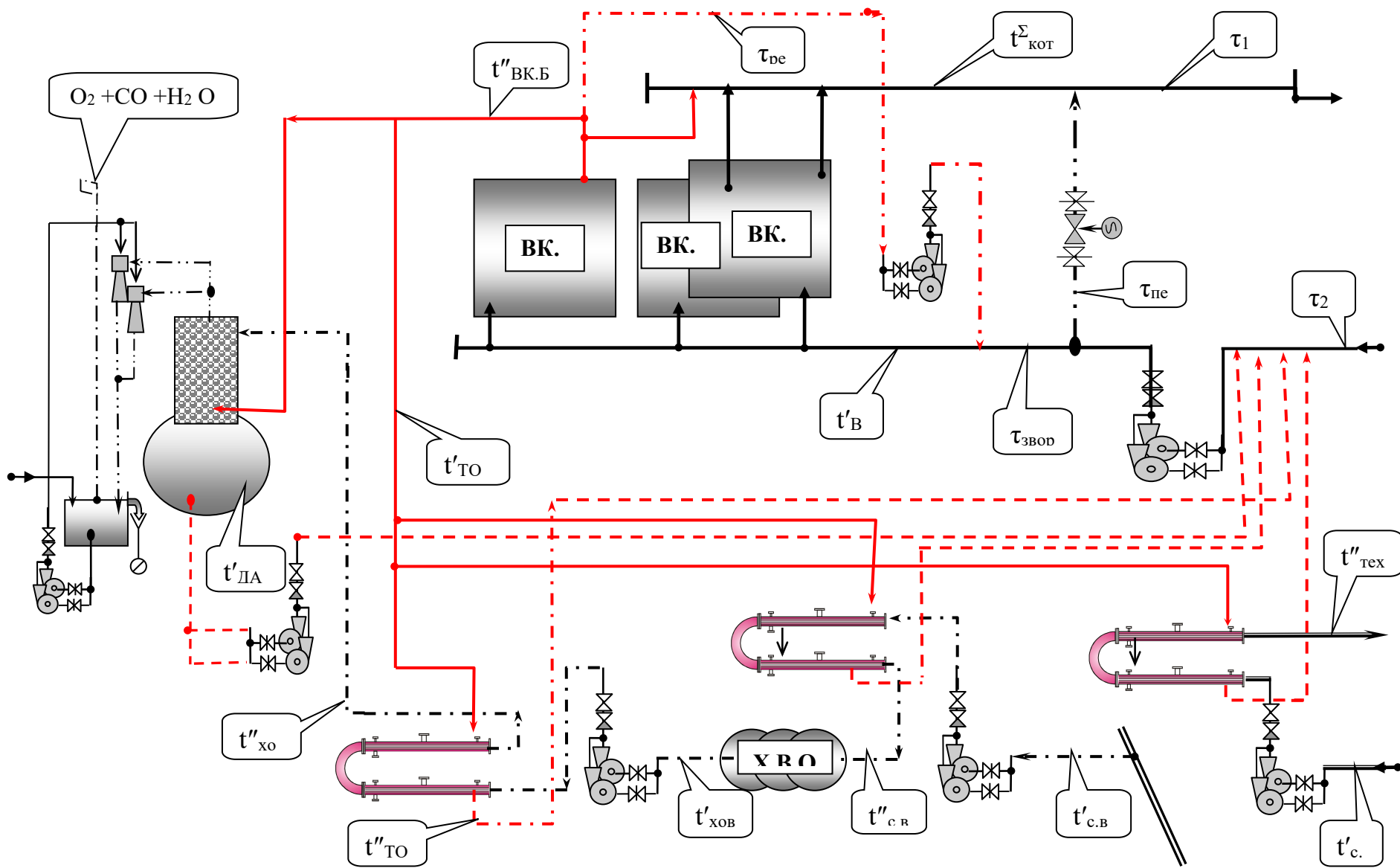
									Арк.	
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ					31

13	Температура грієної води на вході у внутрішньокотельні підігрівники та на вході в деаератор	$t'_{\text{ТОВА}}$	°C	150	150	150	Е.Р: $t'_{\text{ТОВА}} = t''_{\text{ВК.НОМ}}$
14	Температура грієної води на виході з внутрішньокотельних підігрівників	$t''_{\text{ТОВА}}$	°C	65	65	65	Е.Р: $t''_{\text{ТОВА}} = 65 \text{ °C}$
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 хім-водоочищення	$K_{\text{ХВО}}$	од.	1,1	1,1	1,1	Е.Р: 1,05 – 1,10

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						32
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2. ФОРМУВАННЯ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНІ

Представлено принципову теплотехнологічну схему котельні у відповідності до встановлених технічних рішень, щодо направлення 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
$\sum Q_{ЖР}$	=	29,76	29,76		
$\sum Q_{ЖР}$	=	16,11		16,11	
$\sum Q_{ЖР}$	=	2,01			2,01

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.

										Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ					34

Таблиця 14

Визначення результату			Значення для режимів, °С		
			МЗ	ТЗ	Л
t''_{TOA}	=	65,00	65,00	65,00	65,00

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

$$G_{ДА}^{підж} = G_{убут}$$

Результати визначення наводжу у таблиці 15.

Таблиця 15

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

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

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

та формулою:

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

Результати визначення наводжу у таблиці 16.

Таблиця 16

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

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

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

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

3.13. Визначаю теплову потужність підігрівника хімоочищеної води (ПХВ) – $Q_{\text{ПХВ}}$, МВт, та витрату грійної води на ПХВ – $D^{\text{гр.в}}_{\text{ПХВ}}$, 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
$Q_{\text{ПХВ}}$	=	0,62			0,62		
$Q_{\text{ПХВ}}$	=	0,62				0,62	
$Q_{\text{ПХВ}}$	=	0,21					0,21
Визначення результату					Значення для режимів, т/год		
					МЗ	ТЗ	Л
$G_{\text{ПХВ}} \text{ гр.в.}$	=	6,24			6,24		
$G_{\text{ПХВ}} \text{ гр.в.}$	=	6,24				6,24	
$G_{\text{ПХВ}} \text{ гр.в.}$	=	2,08					2,08

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

Таблиця 22

Визначення результату					Значення для режимів, т/год		
					МЗ	ТЗ	Л
$G \text{ техн.в.}$	=	114,29			114,2		
$G \text{ техн.в.}$	=	114,29				114,2	
$G \text{ техн.в.}$	=	128,57					128,5
Визначення результату					Значення для режимів, МВт		
					МЗ	ТЗ	Л
$Q_{\text{ПТВ}}$	=	12,00			12,00		
$Q_{\text{ПТВ}}$	=	12,00				12,00	
$Q_{\text{ПТВ}}$	=	12,00					12,00
Визначення результату					Значення для режимів, т/год		
					МЗ	ТЗ	Л
$G_{\text{ПТВ}} \text{ гр.в.}$	=	121,01			121,01		
$G_{\text{ПТВ}} \text{ гр.в.}$	=	121,01				121,0	
$G_{\text{ПТВ}} \text{ гр.в.}$	=	121,01					121,0

Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ

Арк.

37

3.15 Визначаю сумарну витрату грійної з базового котла води 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) – $t_{\text{звор}}$, °С, за формулою:

$$t_{\text{звор}} = (G_2 \cdot t_2 + G_{\text{ПТВ}}^{\text{гр.в}} \cdot t''_{\text{ТОА}} + G_{\text{ПХВ}}^{\text{гр.в}} \cdot t''_{\text{ТОА}} + G_{\text{ПСВ}}^{\text{гр.в}} \cdot t''_{\text{ТОА}} + G''_{\text{ДА}} \cdot t''_{\text{ДА}}) / (G_2 + G_{\text{ПТВ}}^{\text{гр.в}} + G_{\text{ПХВ}}^{\text{гр.в}} + G_{\text{ПСВ}}^{\text{гр.в}} + G''_{\text{ДА}})$$

Результати визначення наводжу у таблиці 24.

Таблиця 24

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
Тзвор	=	53,21	53,21		
Тзвор	=	42,51		42,51	
Тзвор	=	57,35			57,35

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 25.

Таблиця 25

Визначення результату			Значення для режимів, МВт		
			МЗ	ТЗ	Л
$\Sigma Q_{\text{КОТ}}$	=	42,78	42,78		
$\Sigma Q_{\text{КОТ}}$	=	29,14		29,14	
$\Sigma Q_{\text{КОТ}}$	=	14,22			14,22

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.

Таблиця 27

Визначення результату			Значення для режимів, шт		
			МЗ	ТЗ	Л
$N_{\text{ВК.ВСТ}}$	=	1,98	2,00		
$N_{\text{ВК.ВСТ}}$	=	1,34		2,00	
$N_{\text{ВК.ВСТ}}$	=	0,58			1,00

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

$$N_{\text{ВК.Б}} = 1$$

Результати визначення наводжу у таблиці 28.

Таблиця 28

Визначення результату			Значення для режимів, шт		
			МЗ	ТЗ	Л
$N_{\text{ВК.Б}}$	=	1,00	1,00		
$N_{\text{ВК.Б}}$	=	1,00		1,00	
$N_{\text{ВК.Б}}$	=	1,00			1,00

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

$$N_{\text{ВК.З}} = N_{\text{ВК.ВСТ}} - 1$$

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 – $N_{ВК.Р}$, шт, за формулою:

$$N_{ВК.Р} = N_{ВК.Б} + N_{ВК.З}$$

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:

$$Q_{ВК.Б} = Q_{ВК.НОМ}, \text{МВт}$$

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

$$t'_{ВК.Б} = t'_{ВК}, \text{°C}$$

$$G_{ВК.Б} = G_{ВК.НОМ}, \text{т/ч}$$

- у разі експлуатації в котельні одного котлоагрегата:

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

$$t'_{ВК.Б} = t'_{ВК}, \text{°C}$$

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 31

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						40
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 31

Визначення результату					Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
Q _{вк.б}	=	23,26	2	котла	23,26		
t' _{вк.б}	=	70,00			70,00		
t'' _{вк.б}	=	150,00			150,00		
G _{вк.б}	=	247,00			247,00		
Визначення результату					Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
Q _{вк.б}	=	23,26	2	котла		23,26	
t' _{вк.б}	=	70,00				70,00	
t'' _{вк.б}	=	150,00				150,00	
G _{вк.б}	=	247,00				247,00	
Визначення результату					Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
Q _{вк.б}	=	14,22	1	котла			14,22
t' _{вк.б}	=	70,00					70,00
t'' _{вк.б}	=	150,00					150,00
G _{вк.б}	=	152,38					152,38

3.24. Визначаю теплове навантаження водогрійних котлів, що несуть змінну складову теплового навантаження котельні – $\sum Q_{\text{вк.з}}$, 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
$\sum Q_{\text{вк.з}}$	=	19,52			19,52		
$\sum Q_{\text{вк.з}}$	=	5,88				5,88	
$\sum Q_{\text{вк.з}}$	=	0,00					0,00

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

$$Q_{\text{вк.з}} = \sum Q_{\text{вк.з}} / N_{\text{вк.з}}$$

Результати визначення наводжу у таблиці 33.

Таблиця 33

Визначення результату					Значення для режимів, МВт		
					МЗ	ТЗ	Л
Q _{вк.з}	=	19,52			19,52		
Q _{вк.з}	=	5,88				5,88	
Q _{вк.з}	=	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:

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

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

$$G_{ВК.З} = G_{ВК.НОМ}$$

- для Л режиму (за відсутності такого котла):

$$G_{ВК.З} = 0,0$$

Результати визначення навести у таблиці 34.

Таблиця 34

Визначення результату		Значення для режимів, т/год		
		МЗ	ТЗ	Л
$G_{ВК.З}$	=	209,19		
$G_{ВК.З}$	=	247,00	247,00	
$G_{ВК.З}$	=	0,00		0,00

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 35.

Таблиця 35

Визначення результату		Значення для режимів, т/год		
		МЗ	ТЗ	Л
$\sum G_{ВК}$	=	456,19		
$\sum G_{ВК}$	=	494,00	494,00	
$\sum G_{ВК}$	=	152,38		152,38

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

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

Результати визначення навести у таблиці 36.

Таблиця 36

Визначення результату		Значення для режимів, т/год		
		МЗ	ТЗ	Л
$t''_{ВК.З}$	=	150,00		
$t''_{ВК.З}$	=	90,41	90,41	
$t''_{ВК.З}$	=			

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

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

									Арк.
									42
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ				

Результати визначення наводжу в таблиці 37

Таблиця 37

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
Грец	=	79,13	79,13		
Грец	=	126,34		126,34	
Грец	=	20,81			20,81

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

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

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}	=	87,48		87,48	
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) – $G_{пер}$, т/ГОД, для трьох режимів за формулою:

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

Результати визначення наводжу в таблиці 39.

Таблиця 39

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$G_{пер}$	=	26,79	26,79		
$G_{пер}$	=	136,39		136,39	
$G_{пер}$	=	35,48			35,48

3.30. Визначаю похибку балансових розрахунків водогрійної котельні за формулою:

$$\Delta G\% = (\Sigma G_{BK} - G_2 - G_{BH} + G_{пер} - G_{рец}) \cdot 100 / \Sigma G_{BK}$$

Результати визначення наводжу в таблиці 40.

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						43
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 40

Визначення результату			Значення для режимів, %		
			МЗ	ТЗ	Л
$\Delta G\%$	=	5,99	5,99		
$\Delta G\%$	=	7,27		7,27	
$\Delta G\%$	=	4,54			4,54

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 – $W_{\text{КОТ}}$, тис. $\text{м}^3/\text{год}$, для трьох режимів роботи за формулою:

$$W_{\text{КОТ}} = (1,01-1,02) \cdot \Sigma Q_{\text{КОТ}} \cdot 10^3 \cdot 3,6 / (\eta_{\text{КОТ}} \cdot Q_{\text{H}}^{\text{робо}})$$

Результати визначення наводжу у табл. 41.

Таблиця 41

Визначення результату			Значення для режимів, тис $\text{м}^3/\text{год}$		
			МЗ	ТЗ	Л
$W_{\text{КОТ}}$	=	5,00	5,00		
$W_{\text{КОТ}}$	=	3,40		3,40	
$W_{\text{КОТ}}$	=	1,66			1,66

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

$$\Sigma W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} = W_{\text{нас.реци}} + W_{\text{нас.т/м}} + W_{\text{нас.підж}} + W_{\text{техн.води}} + W_{\text{нас.св}} + W_{\text{нас.хв}} + \Sigma W_{\text{ВД}} + \Sigma W_{\text{Д}} + W_{\text{освітл}} = 11+90+2,2+22+2,2+2,2+2 \cdot 55+2 \cdot 30=300 \text{ кВт}$$

де:

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

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

$\Sigma W_{\text{ВД}}$ – встановлена потужність робочих дутьових 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:

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

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

										Арк.
										44
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ					

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

де:

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

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

$K_{\text{т}}^{\text{рік}}$ – 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:

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

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

Результати визначення навести у таблиці 42.

Таблиця 42

Визначення результату				Значення для режимів, кг у.п./МВт		
				МЗ	ТЗ	Л
$(b_{\text{т}}^{\text{відп}})_{\text{газ}}$	=	33,24	м ³ /ГДж			
$(b_{\text{т}}^{\text{відп}})_{\text{у.п.}}$	=	38,22	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:

$$e_{\text{е/е}}^{\text{відп}} = \Sigma W^{\text{доб}} / (\Sigma Q_{\text{т/ф}} \cdot 24) = 5400 / (33,92 \cdot 24) = 6,6$$

4.6 Визначити собівартість теплоти, відпущеної від котельні – C_{Q} , грн/ГДж за формулою:

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

$$C_{\text{Q}} = (38,18 / 1,15) \cdot 9000 \cdot 10^{-3} + 6,6 \cdot 1,68 + 30,0 = 339 \text{ грн/ГДж}$$

4.7 Формую висновок щодо енергоефективності проектної котельні.

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

Основні результати розрахунку зводжу в таблицю 43.

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						45
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

**Результати розрахунку теплової схеми котельні
з водогрійними котлами**

№ п.п	Умовне позначення	Назва параметра	Один. виміру	Числові значення для режимів		
				МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7
1	$t_{зовн}$	Температура зовнішнього повітря	°С	- 18	+4,1	+ 15
2	$\Sigma Q_{Ж.Р}$	Сумарне теплове навантаження житлового району	МВт	29,76	16,11	2,01
3	$Q_{П.П}$	Теплове навантаження промислового підприємства	МВт	12	12	12
4	$\Sigma Q_{КОТ}$	Сумарне теплове навантаження котельні	МВт	42,78	29,14	14,22
5	t_1	Температура мережної води в "прямій" магістралі на виході з котельні	°С	140°	70°	70°
6	t_2	Температура води в "зворотній" магістралі на вході в котельню	°С	46,11	32,66	30,00
7	$t_{звор}$	Температура води в "зворотній" магістралі на вході в мережні насоси	°С	53,21	42,51	57,35
8	G_1	Витрата води в "прямій" магістралі на виході з котельні	т/год	259,31	350,89	41,10
9	$G_{убут}$	Убуток води в тепломережі	т/год	15,0	15,0	5,0
10	G_2	Витрата води в «зворотній» магістралі на вході в котельню	т/год	244,31	335,89	36,10
11	$G_{рец}$	Витрата води в трубопроводі рециркуляції котлів	т/год	79,13	126,34	20,81
12	$G_{пер}$	Витрата води в трубопроводі перепуску	т/год	26,79	136,39	35,48
13	$N_{ВК.ВСТ}$	Число встановлених водогрійних котлів	од	2	2	2
14	$N_{ВК.Р}$	Число котлів, що знаходяться в експлуатації	од	2	2	2
15	$N_{ВК.Б}$	Число котлів, що експлуатуються в базовому (номінальному) режимі	од	1	1	1
16	$N_{ВК.З}$	Число котлів, що експлуатуються в режимі змінного навантаження	од	1	1	0

Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

17	$V_{КОТ}$	Годинна витрата природного газу в котельні	тис.м ³ / год	5,0	3,4	1,66
18	$(b_T^{відп})_{газ}$	Питома витрата природного газу на відпущену від котельні теплову енергію	м ³ /ГДж	33,24		
19	$(b_T^{відп})_{у.п}$	Питома витрата умовного палива на відпущену від котельні теплову енергію	кг у.п /ГДж	38,22		
20	$\Sigma W_{ВК}$	Сумарна встановлена потужність споживачів електроенергії котельні	кВт	300		
21	$e_{с/с}^{доб}$	Середньодобова питома витрата електроенергії на відпуск теплоти від котельні	кВт/МВт	6,6		
22	$C_{Палив}$	Вартість природного газу	грн./ тис. м ³	9000	9000	9000
23	$C_{Е/Е}$	Вартість електроенергії	грн./ кВт.год	1,68	1,68	1,68
24	C_Q	Собівартість теплоти, що відпущена від котельні	Грн./ГДж	339	339	307

5. ВИБІР ОБЛАДНАННЯ КОТЕЛЬНОЇ 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	$Q_{ВК.НОМ}$	Номінальна теплова потужність котла	МВт(т)	З паспорта котла	23,26
3	$G_{ВК.НОМ}$	Номінальна витрата води на котел	т/год	«--»	247
4	$V_{ВК.НОМ}$	Номінальна витрата природного газу на котел	тис. м ³ /год	«--»	2,53
5	$\Delta p'_{ВК.НОМ}$	Номінальний гідравлічний опір котла	атм	«--»	2,5
6	$\Delta p''_{ВК.НОМ}$	Номінальний аеродинамічний опір котла	мм.вд.ст	«--»	57
7	$t'_{ВК.НОМ}$	Номінальна температура води на вході в котел	°С	«--»	70
8	$t''_{ВК.НОМ}$	Номінальна температура води на виході з котла	°С	«--»	150
9	$\eta_{ВК.НОМ}$	Номінальний ККД котла	од.	«--»	0,925

						Арк.
						47
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	

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 в.д.ст, на базі визначених максимальних значень (в режимі ТЗ) пропуску води через трубопровід рециркуляції – $G_{\text{РЕЦ}}=126,3$ 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:

$$N_{\text{нас.реци}}^{\text{роб}} = G_{\text{РЕЦ}}^{\text{Т.З}} / Q_{\text{нас.реци}}^{\text{ном}} = 126,3/127=0,99$$

*) 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 рециркуляції наводжу в табл. 45.

Таблиця 45

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-NAQK
2	$Q_{\text{н. реци}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	127		21
3	$H_{\text{н. реци}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м.в.д.ст..	“ – “	20		20
4	$N_{\text{н. реци}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(є)	“ – “	11		2,2
5	$\eta_{\text{н. реци}}^{\text{ном}}$	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 – $Q_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$, м³/год, та напору – $H_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$, м в.д.ст, на базі визначених максимальних значень (в режимі ТЗ) витрати води через трубопровідну систему “Котельня – Тепломережа” – $G_1=351$ т/год, та опору трубопровідної системи – $\Delta H_{\text{мер}}$ та статичного напору тепломережі.

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

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

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						48
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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

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

Таблиця 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	355		42
3	$H_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ – “	50		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 трубопровідної системи – ΔH .

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

$$N_{\text{нас.с.в}}^{\text{роб}} = G_{\text{с.в.}} / Q_{\text{нас.с.в}}^{\text{ном}} = 18,18 / 19 = 0,99$$

*) 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.

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						49
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Характеристика насосів сирі 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	19		
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 трубопроводної 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.

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						50
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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 завода-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 – $G_{\text{тех}}=129$ 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:

$$N_{\text{нас.тех}}^{\text{роб}} = G_{\text{тех}} / Q_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}} = 129/130 = 0,97 \quad *)$$

*) 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.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						51
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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 завода-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	130		
3	$H_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ – “	40		
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 в.д.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 сирі води – $N_{\text{нас.хов}}^{\text{роб}}$, шт, за формулою:

$$N_{\text{нас.с.в.}}^{\text{роб}} = G_{\text{хов}} / Q_{\text{нас.реци}}^{\text{ном}} = 15,15/17=0,95$$

*) 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 сирі води наводжу в табл. 50.

Характеристика насосів хімоочищеної 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 НАСО-СА	Типорозмір насоса	---	З 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 1 деаератор 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), хімоочищеної води (ПХВ), технологічної води (ПТВ) здійснюється за визначеною в проекті їх тепло-

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						53
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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 вимогою охорони праці до організації та забезпечення здорових і безпечних умов праці на робочому місці оператора котельні.

3.1. 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.

3.1.1. 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 обмішується 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 небезпеки безперервно, для 2-го, 3-го, 4-го класу – періодично.

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в м. Луцьк ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив		Михайлов В.В.						55
Перевірив		Прядко М.О.						
Рецензув.								
Затвердив		Петренко В.П.						ЗТЕ-5-5 кафедра ТЕХТ НУХТ

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).

3.1.2. Виробниче випромінювання

Джерелами теплового випромінювання є водогрійний, трубопроводи з 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; збільшенням 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.

3.1.3. 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.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						56
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, шумопоглинання, та шумоізоляцією.

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.

3.1.4. 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, вібропоглинання та віброізоляція.

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

3.1.5. 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:

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		57

- загальне – призначене для рівномірного освітлення приміщення або його частин;
- 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 люксометрами Ю-16, Ю-17, Ю-116, Ю-117.

3.2. Техніка безпеки

3.2.1. 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 (парові 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».

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						58
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

3.2.2. Безпечна експлуатація електроустаткування

Види електричних травм на виробництві:

- 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 струмопровідних 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 освітлюючої апаратури $R_{i3} \geq 0,5$ МОм, заземлення опором $R_3 \leq 4$ 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.

3.3. 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

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						59
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

та електромереж, порушення посадових інструкцій щодо пожежної безпеки; необережне поводження з вогнем та матеріалами, що легко запалюються).

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 ТЕЦ з вибухопожежної та пожежної безпеки – «Г» .

Будівля відділення ТЕЦ – 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 обладнаним розприскувачем);
- пожежний інвентар:
 - відра, кошма, лопати;
 - вогнегасники(ОВП-10-2 шт; ОУ-2шт);
 - ящики з піском.

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						60
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ IV. Основи проектування джерел теплопостачання

Технічні та економічні вимоги до котелень

Проектування котелень, що знову будуються, або розширення та реконструкція діючих котелень, призначених для централізованого теплопостачання підприємств, міст та інших населених пунктів, теплових вузлів із загальною розрахунковою тепловою потужністю 116 МВт (100 Гкал/год) і вище, виконуються на підставі затверджених схем теплопостачання [1].

В разі меншої розрахункової теплової потужності районів, для яких схеми теплопостачання не розроблені, до проектування джерел теплопостачання рекомендується скласти технологічні пропозиції щодо централізації теплопостачання. Для розрахункової теплової потужності до 29 МВт (25 Гкал/год) і обмеженій площі району теплопостачання, коли вибір котельні як джерела теплопостачання може бути визначений однозначно, підставою для розроблення її проекту є завдання на проектування котельні, що визначає коло споживачів теплоти та їх потужності.

Схемою теплопостачання обґрунтовуються: очікуване теплоспоживання; кількість і тип джерел теплопостачання, їх теплова потужність; район будівництва і склад основного енергетичного обладнання; технічна можливість і економічна доцільність розширення або реконструкції існуючих джерел теплопостачання; вид палива; вибір відкритої чи закритої системи теплопостачання; вибір основних технологічних і будівельних рішень, що стосуються джерел теплопостачання та теплових мереж; основні техніко-економічні показники системи теплопостачання.

Схеми теплопостачання розробляються з урахуванням розвитку районів і міст протягом 10...15 років з виділенням першої черги будівництва об'єктів до п'яти років, причому розробка схем теплопостачання з обґрунтуванням будівництва ТЕЦ здійснюється відповідними проектними організаціями, а без обґрунтування – лише спеціалізованими проектними організаціями незалежно від їх відомчої підпорядкованості.

Завдання на проектування котелень, будівництво яких проводиться без урахування схем теплопостачання, розглядаються й затверджуються територіальними проектними організаціями, відповідними міністерствами або відомствами і узгоджуються з виконавчими комітетами місцевих Рад народних депутатів.

Проектування і спорудження котелень слід, як правило, здійснювати з розрахунком на їх кінцеву теплову потужність, без поділу на черги.

При недостатній забезпеченості котелень тепловими навантаженнями, а також недостатній мірі готовності теплових мереж може бути доцільним спорудження котелень за чергами.

Проекти котелень розробляються за нормативними технічними документами, затвердженими Держбудом України.

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в м. Луцьк Основи проектування джерел теплопостачання</i>	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив		Михайлов В.В.						61
Перевірив		Прядко М.О.						
Рецензув.								
Затвердив		Петренко В.П.						
						ЗТЕ-5-5 кафедра ТЕХТ НУХТ		

При проектуванні котелень необхідно використовувати типові проекти і вузли їх основних і допоміжних будівель, запозичувати економічні індивідуальні проекти, а також типові будівельні та технологічні конструкції підвищеної заводської готовності.

Індивідуальні проекти котелень та їх окремих споруд з необхідними характеристиками основного і допоміжного устаткування розробляються за відсутності придатних типових, а також раніше розроблених економічних індивідуальних проектів, з використанням нових видів устаткування і технологічних схем, за умови доцільності блокування будівель та у випадках, коли застосування типових проектів призводить до невиправданого здороження будівництва.

Все обладнання (основне і допоміжне), необхідна апаратура в процесі проектування котелень вибираються за номенклатурою заводських виробів з урахуванням рекомендацій спеціалізованих науково-дослідних і проектних інститутів.

Котельні, що проектуються, споруджуються та експлуатуються, мають задовольняти вимогам надійності теплопостачання, економічності будівництва, безпеки та зручності експлуатації, а також вимогам санітарних норм.

При проектуванні котелень слід враховувати сучасні тенденції розвитку джерел теплопостачання: дахові котельні, індивідуальне теплопостачання тощо.

Під надійністю теплопостачання розуміють безперебійне постачання теплотою споживачів відповідно до заданих параметрів і графіка теплових навантажень. При цьому, виходячи із заданої витрати мережної води, параметри теплоносіїв мають підтримуватись з такою точністю: температура води в подавальному трубопроводі водяних теплових мереж – 2 °С, її тиск – 5 %, тиск води в зворотному трубопроводі – 0,02 МПа. Перевищення середньодобової температури води в зворотному трубопроводі має бути не більше 2 °С, а її зниження не обмежується. Тиск і температура пари, що відпускається споживачам в парових теплових мережах мають не перевищувати 5 % від заданих значень.

Надійність теплопостачання споживачів на стадії проектування котельні визначається: вибором її типу, обладнання і схем комунікацій, які забезпечують мінімальні значення коефіцієнта потужності, що вимикається, та недовідпуску теплоти; установленням резервного обладнання; комплексною автоматизацією технологічних процесів.

Для створення резерву в процесі відпуску теплоти від великої районної котельні рекомендується об'єднання теплових мереж району або промислового вузла у спільну систему.

Економічність спорудження та експлуатації котелень визначається мінімумом приведених витрат за умови високої надійності теплопостачання споживачів. Під час проектування котелень їх економічність досягається: збільшенням теплової потужності в цілому та одиничної потужності котлоагрегатів; комплексною механізацією трудомістких процесів; застосуванням автоматизованих котлоагрегатів з ККД не менш як 93 %

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						62
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

(газоподібне паливо), 90 % (мазут), 85% (кам'яне вугілля), 80% (буре вугілля та інші види палива).

Однією з економічних вимог є зниження капіталовкладень на спорудження котельні і скорочення терміну введення її в експлуатацію, що забезпечується індустріалізацією будівництва. При цьому зводяться до мінімуму обсяги робіт на будівельній площадці завдяки передаванню їх на заводи, спеціалізовані підприємства та централізовані будівельні бази. Проектуючи котельні, рекомендується застосовувати готові уніфіковані залізобетонні та металеві конструкції, а також деталі з найменшим числом їх типорозмірів для спорудження каркасів будівель, полегшені матеріали для стінового заповнення, комплектні транспортабельні агрегати і монтажні блоки для складання обладнання за місцем установки, блоки трубо- і пилогазоповітропроводів заводського виготовлення.

Безпека й зручність експлуатації котелень досягаються дотриманням в проектах вимог Правил устрою і безпеки експлуатації парових та водогрійних котлів [2], Правил технічної експлуатації електричних станцій і мереж, а також інших нормативних технічних документів [3].

Вимоги санітарних норм забезпечуються в проектах котелень виділенням для обслуговуючого персоналу службово-побутових приміщень з відповідним обладнанням, додержанням норм освітленості, вологісно-температурного режиму і допустимих рівнів шуму від працюючого обладнання на робочих місцях та на прилеглий до них території, запобіганню забрудненню навколишнього середовища (повітряного басейну та водоймищ).

Визначення виду палива

Розрізняють чотири види палива для котелень:

- 1) основне, що призначене для спалювання протягом усього або тривалого часу роботи котельні;
- 2) резервне, яке використовується в періоди запланованих перерв у подаванні основного палива (наприклад, в разі перерв у подаванні природного газу взимку);
- 3) аварійне, що застосовується в короткочасний період аварійної відсутності основного чи резервного палива (передбачається для тих випадків, коли згідно з вимогами споживачів до теплопостачання перерва в роботі котельні недопустима);
- 4) розпалювальне, яке використовується для розпалювання та підсвічування пиловугільних топок.

Резервне, аварійне та розпалювальне паливо вибирається для котелень з урахуванням наступного:

- 1) в разі річної витрати природного газу до 10 млн. м³ робота котелень на інших видах палива не передбачається;
- 2) у котельнях з річною витратою природного газу 10 млн. м³ і більше як резервне паливо застосовується мазут;
- 3) у пиловугільних котельнях як розпалювальне паливо використовується топковий мазут;

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						63
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4) у котельнях, які переводяться з твердого палива на спалювання природного газу чи мазуту, як інший вид палива рекомендується застосовувати тверде паливо без демонтажу встановленого обладнання.

Стадії проектування

Проектування будівель і споруд котельні здійснюється на підставі техніко-економічного обґрунтування або іншої передпроектної документації, що підтверджує економічну доцільність їх будівництва.

Передпроектним документом, в якому обґрунтовуються проектування і будівництво нових або розширення та реконструкція діючих джерел теплопостачання і теплових мереж, є схема теплопостачання.

Схеми теплопостачання міст та інших населених пунктів є початковими документами для розроблення проектів (робочих проектів) джерел теплопостачання і теплових мереж, а для великих і складних джерел теплопостачання — для розроблення техніко-економічного обґрунтування будівництва цих об'єктів. Схеми теплопостачання груп підприємств із загальними джерелами теплопостачання входять до складу схем генеральних планів цих підприємств, а схеми теплопостачання окремих промислових підприємств є складовою частиною техніко- економічного обґрунтування їх будівництва.

До позастадійних робіт (передпроектної документації) належать схема теплопостачання, техніко-економічне обґрунтування і технічні рішення, на підставі яких може розроблятися експериментальний проект із застосуванням нових видів обладнання та схем. Стадійні роботи включають в себе проект, робочу документацію і робочий проект.

Двостадійне проектування зводиться до складання проекту і робочої документації, а одностадійне — робочого проекту. Розробка робочої документації при двостадійному проектуванні здійснюється після затвердження проекту. При одностадійному проектуванні одночасно з проектно-кошторисною документацією робочого проекту, яка має бути затверджена, розробляється робоча документація.

Робочий проект розробляється для технічно нескладних об'єктів, будівництво яких передбачається здійснити за типовими проектами з використанням типових вузлів і за запозиченими економічними індивідуальними проектами.

Завдання на проектування. Проект будівництва котельні розробляється на підставі завдання на проектування, складеного замовником проекту з участю автора проекту і генерального проектувальника.

Завдання містить: теплові навантаження; параметри теплоносія; дані про вид робочого палива і умови теплопостачання; схему приєднання котельні до теплових мереж; дані про джерело водопостачання; умови приєднання котельні до мереж енерго- і водопостачання, каналізації та зв'язку; відомості про вибрану площадку для будівництва; дані для складання проекту будівництва котельні та кошторисів.

В разі розміщення котельні на території міст і населених пунктів виконавчим комітетом місцевої Ради народних депутатів видається

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						64
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

архітектурно-планувальне завдання, що містить будівельний паспорт ділянки, технічні умови приєднання до міських інженерних мереж і споруд, відомості про існуючу забудову та підземні споруди, діючі та перспективні джерела теплопостачання.

Теплові навантаження наводяться в початкових даних для проектування котельні у вигляді зведеної таблиці, складеної пооб'єктно за такими групами споживачів:

- а) технологічні споживачі;
- б) системи опалення та вентиляції; в) системи гарячого водопостачання;
- г) загальне споживання теплоти (окремо для пари і гарячої води).

При цьому за п. б) і в) навантаження у вигляді виробничих, житлових та загальних будівель задаються окремо.

Теплові навантаження задаються для чотирьох основних режимів роботи котельні:

- 1) максимального (зимового) – для розрахункової температури зовнішнього повітря для опалення;
- 2) найбільш холодного місяця – для середньої температури цього місяця;
- 3) середнього опалювального періоду – для середньої температури цього періоду;
- 4) літнього.

Задаються: параметри теплоносіїв згідно з видом теплоспоживання; параметри пари на виході з котельні з урахуванням зниження тиску і температури у зовнішніх теплових мережах; масова витрата та спосіб повернення конденсату в котельню; система гарячого водопостачання; тривалість теплових навантажень протягом доби і року.

Для великих систем теплопостачання додаються графіки споживання теплоти: добові — технологічної пари або гарячої води в різні періоди року (для робочих та вихідних днів); річні — пари або гарячої води; суміщені — технологічного навантаження за тривалістю. В такому ж обсязі подаються графіки комунально-побутових навантажень.

Зазначаються вторинні енергоресурси для видів теплопостачання: м'ята пара від молотів і пресів, гаряча вода, димові гази і промислові відходи. Наводяться відомості про їх масові витрати, режими виходу та параметри.

Теплові навантаження зазначаються без втрат у зовнішніх теплових мережах. При наявності об'єктів, що кооперуються, теплові потужності кожного з них подаються у вигляді окремих таблиць.

Оскільки відомості про теплові навантаження і параметри теплоносіїв, які одержуються від замовника, не завжди відбивають специфіку проектування джерела теплопостачання, рекомендується перед початком проектування котельні ретельно їх проаналізувати.

Обсяг і зміст проектної документації

Проект. У проекті котельні обґрунтовується вибір оптимальних технічних рішень, які забезпечують мінімальні приведені витрати і надійну експлуатацію котельні з найменшими експлуатаційними витратами. У ньому висвітлюються питання, пов'язані з додержанням вимог безпеки, санітарних і протипожежних

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						65
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

норм, а також умов охорони повітряного та водного басейнів. Розробляється проект котельні з урахуванням сучасного рівня автоматизації та механізації технологічних процесів. У проекті складаються локальні, об'єктні та зведений кошториси на будівництво котельні, визначаються її енергетичні та техніко-економічні показники.

Проект котельні містить такі частини: загальну; електротехнічну; частину, що стосується автоматизації та контрольно-вимірювальних приладів; архітектурно-будівельну; санітарно-технічну; частину, яка стосується генерального плану і транспорту; проект організації будівництва; техніко-економічну частину та кошториси; заходи щодо охорони водоймищ, ґрунту і атмосферного повітря від забруднення стічними водами та викидами з котельні.

Кожна частина проекту котельні складається з:

- пояснювальної записки, яка містить аналіз та обґрунтування прийнятих рішень, а також результати розрахунків у табличній формі;
- замовних специфікацій і заявочних відомостей на обладнання і основні матеріали;
- креслень;
- на стадії проекту котельні проробляються заходи щодо антикорозійного захисту її обладнання і будівельних конструкцій.

Робочий проект. Матеріали робочого проекту котельні, які передаються на затвердження, складаються з тих самих частин, що й матеріали її проекту.

Робоча документація. До робочої документації, яка розробляється проектною організацією, входять:

1. Робочі креслення всіх будівель та споруд котельні в технологічній і будівельній частинах (крім креслень обладнання), а також креслення генерального плану і внутрішньомайданчикових комунікацій в межах 500-метрової зони від будівлі котельні.

2. Технічні завдання і опитувальні листи заводам–виробникам на проектування, виготовлення, постачання основного та допоміжного технологічного обладнання котельні.

3. Технічні завдання спеціалізованій проектній або монтажній організації на розроблення робочих креслень котельного і допоміжного обладнання, технічні завдання заводу–виробнику на постачання металоконструкцій.

4. Робочі конструктивні креслення трубопроводів (загальнокотельних, хімводоочистки, газомазутних- та золо- і шлакопроводів, пневмотранспорту), які вважаються кресленнями обладнання.

5. Креслення нестандартного обладнання.

6. Креслення пристроїв, пов'язаних з охороною праці та технікою безпеки.

7. Креслення антикорозійного захисту конструкцій, обладнання і трубопроводів.

8. Переліки застосованих стандартів і нормалей, а також креслення типових конструкцій вузлів і деталей.

9. Замовні специфікації обладнання, що не ввійшли в специфікацію проекту, а також нестандартного обладнання, приладів, арматури, труб, кабельних та інших виробів.

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						66
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

10. Уточнені відомості конструкцій, напівфабрикатів, деталей, виробів і матеріалів.

11. Відомості обсягів будівельно-монтажних робіт, які стосуються об'єктів будівництва і видів робіт.

До складу робочих креслень котельні входять також креслення типових і запозичених економічних індивідуальних проектів.

Використання типових проектів. Для об'єктів, будівництво яких намічено вести за типовими проектами, проектна організація видає замовнику повний комплект типових креслень, прив'язаних до конкретної площадки будівництва (з внесенням змін, зумовлених застосуванням проекту, і розробкою в разі необхідності додаткових креслень).

В процесі проектування слід використовувати типові проекти і вузли споруд, а також допоміжних будівель котельні. В разі прив'язування типових проектів допускається вносити в них зміни з метою підвищення економічної ефективності і зниження вартості будівництва. В матеріалах прив'язування типового проекту додаються обґрунтування внесених змін і порівняння техніко-економічних показників затвердженого та відкорегованого проектів.

Класифікація котельні

Котельні систем централізованого теплопостачання поділяються на районні, квартальні, групові та котельні підприємств [4]. Перші призначені для постачання теплотою усіх споживачів району житлової забудови або промислового вузла і входять до складу підприємств об'єднаних котельні та теплових мереж, а другі і треті – для теплопостачання одного чи кількох кварталів, групи житлових будинків або громадських будівель і проектується в разі незначних питомих теплових навантажень, входячи до складу підприємств, об'єднаних котельнею та тепловою мережею. Котельні підприємств — це котельні, які є на промислових підприємствах і використовуються для теплопостачання цих підприємств, їхніх житлових фондів, а також інших промислових підприємств, передбачених схемою теплопостачання в порядку кооперування.

Залежно від характеру теплових навантажень районні котельні та котельні підприємств поділяються на:

- промислові, що використовуються для технологічного постачання парою або гарячою водою промислових підприємств;
- опалювальні, призначені для забезпечення опалення, вентиляції та гарячого водопостачання;
- промислово-опалювальні, які застосовуються для технологічного теплопостачання та постачання теплотою систем опалення, вентиляції й гарячого водопостачання промислових підприємств, житлових і громадських будівель.

Квартальні та групові котельні, як правило, є опалювальними.

Котельні всіх типів класифікуються за такими ознаками:

1) за типом котлів (парові; водогрійні, пароводогрійні – з паровими і водогрійними або пароводогрійними котлами);

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		67

2) за видом робочого палива (котельні, які працюють на газоподібному, рідкому чи твердому паливі);

3) за видом теплоносія і схемою відпуску теплоти (котельні, що відпускають пару з поверненням або без повернення конденсату; котельні, які відпускають теплоту в закриту чи відкриту систему теплопостачання; котельні, що відпускають пару і гарячу воду за переліченими схемами в їх різних сполученнях);

4) за способом розміщення на генеральному плані (вбудовані, прибудовані, відокремлені);

5) за технологічною структурою (блочні, неблочні);

6) за компоновкою обладнання (закриті, напіввідкриті, відкриті);

7) за режимом роботи (базові, районні, пікові, які працюють сумісно з ТЕЦ).

Загальні відомості про теплові схеми котелень

Теплова схема котельні — це умовне графічне зображення її основного та допоміжного устаткування, що об'єднується лініями трубопроводів для робочих середовищ. Розрізняють принципову, розгорнуту та робочу (монтажну) теплові схеми котельні.

На принциповій тепловій схемі котельні показують лише її головне устаткування (котлоагрегати, підігрівники, деаератори, насоси) і основні трубопроводи без арматури, найрізноманітніших допоміжних пристроїв та другорядних трубопроводів, а також без уточнення кількості і розташування обладнання.

Розгорнута теплова схема котельні містить все встановлене устаткування, а також усі трубопроводи, які з'єднують обладнання, із запірною та регулювальною арматурою. Якщо об'єднати в розгорнутій тепловій схемі велику кількість елементів та обладнання котельні, то цю схему поділяють на частини відповідно до технологічного процесу. Наприклад, як самостійні виконують теплові схеми підготовки води, продування парових котлів тощо.

Робочу (монтажну) теплову схему котельні, як правило, подають в ортогональному, а її окремі складні вузли — іноді в аксонометричному зображенні із зазначенням позначок розташування трубопроводів та їх нахилу, арматури, кріплень, розмірів і т. д. Наводяться всі необхідні відомості про марку сталі чи матеріалу, з якого виготовлено той або інший вузол, способи його з'єднання із суміжними деталями, їх масу чи масу всього блока, тобто складається специфікація всіх елементів, які входять в теплову схему котельні.

Розгорнута і робоча (монтажна) теплові схеми котельні можуть бути складені лише після розробки її принципової теплової схеми і виконання відповідних розрахунків, на підставі яких вибирається обладнання котельні.

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ	Арк.
						68
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., Измайлова Е.В. Складання кошторисної документації за допомогою укрупнених показників: Навч. посібник. –К.:КНУБА, 2001. – 127 с.
10. С.Й. Ткаченко, М.М. Чепурний, Д.В. Степанов «Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання». Вінниця ВНТУ 2004.

					00БП144.ОПТЕ008.002.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в м. Луцьк</i> Список використаної літератури	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив		Михайлов В.В.						69
Перевірив		Прядко М.О.				ЗТЕ-5-5 кафедра ТЕХТ НУХТ		
Рецензув.								
Затвердив		Петренко В.П.						