

**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 допущено»

Завідувач кафедри

Петренко В.П.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« » 2021 p.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

144 Теплоенергетика

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Теплоенергетика

на тему: Проект системи теплопостачання житлово-промислового району № 1 в місті Кременчук

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

Прусаков Святослав Ігорович

(підпис)

Керівник проф. Петренко Валентин Петрович

(підпис)

Рецензент

(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. Петренко В.П.

“09” листопада 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Прусаков Святослав Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

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

керівник роботи д.т.н., проф. Петренко Валентин Петрович

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

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

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 -21 °С; температура зовнішнього повітря -1,0 °С; температура для системи вентиляції -10 °С; тривалість роботи промислового підприємства – 7000 год; тривалість опалювального періоду – 185 діб; температури мережної води t'_{01}/t'_{02} : 140°С/70°С.

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

1. Розрахунок теплових навантажень житлово-промислового району міста

2. Розрахунок теплової схеми котельні з водоگрійними котлами

3. Охорона праці

4. Творче завдання

5. Перелік графічного матеріалу

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

2. Теплова схема котельні.

3. Компановка обладнання.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 17.12.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Прусаков С.І.
(прізвище та ініціали)

Петренко В.П.
(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.....	23
4. Визначення розрахункових витрат теплоносія.....	25
5. Вихідні дані до розділу II.....	27
РОЗДІЛ II. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами.....	29
1. Формування вихідних даних для теплового розрахунку котельні з водогрійними котлами.....	30
2. Формування принципової схеми водогрійної котельні.....	32
3. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами	33
4. Визначення енергетичних показників роботи водогрійної котельні...	43
5. Вибір обладнання котельні з водогрійними котлами.....	47
РОЗДІЛ III. Охорона праці.....	54
РОЗДІЛ IV. Правила технічної експлуатації теплових установок і мереж.....	60
Список використаної літератури.....	77

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Прусаков С.І.			Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №1 в м. Кременчук ЗМІСТ	Літера	Аркушів	Аркуш
Перевірив		Петренко В.П.						4
Рецензув.						ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		
Затвердив		Петренко В.П.						

АНОТАЦІЯ

Прусаков С.І. Проект системи теплопостачання житлово-промислового району № 1 в місті Кременчук - кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Даний проект містить розрахунок теплових навантажень в системі теплопостачання житлового району на 32 квартали, 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.

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.ОПТЕ008.006.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №1 в м. Кременчук</i> АНОТАЦІЯ	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив		Прусаков С.І.						5
Перевірив		Петренко В.П.				ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		
Рецензув.								
Затвердив		Петренко В.П.						

ABSTRACT

Prusakov S.I. Project of heat supply system of residential-industrial district № 1 in the city of Kremenchuk - 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 32 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 devoted to district heating of large cities.

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.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						6
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ВСТУП

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

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

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

Для реалізації виконані такі задачі :

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

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

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи тепlopостачання житлово-промислового району №1 в м. Кременчук</i> ВСТУП	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив		Прусаков С.І.						7
Перевірив		Петренко В.П.						
Рецензув.								
Затвердив		Петренко В.П.				ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		

14. Система теплопостачання – закрита

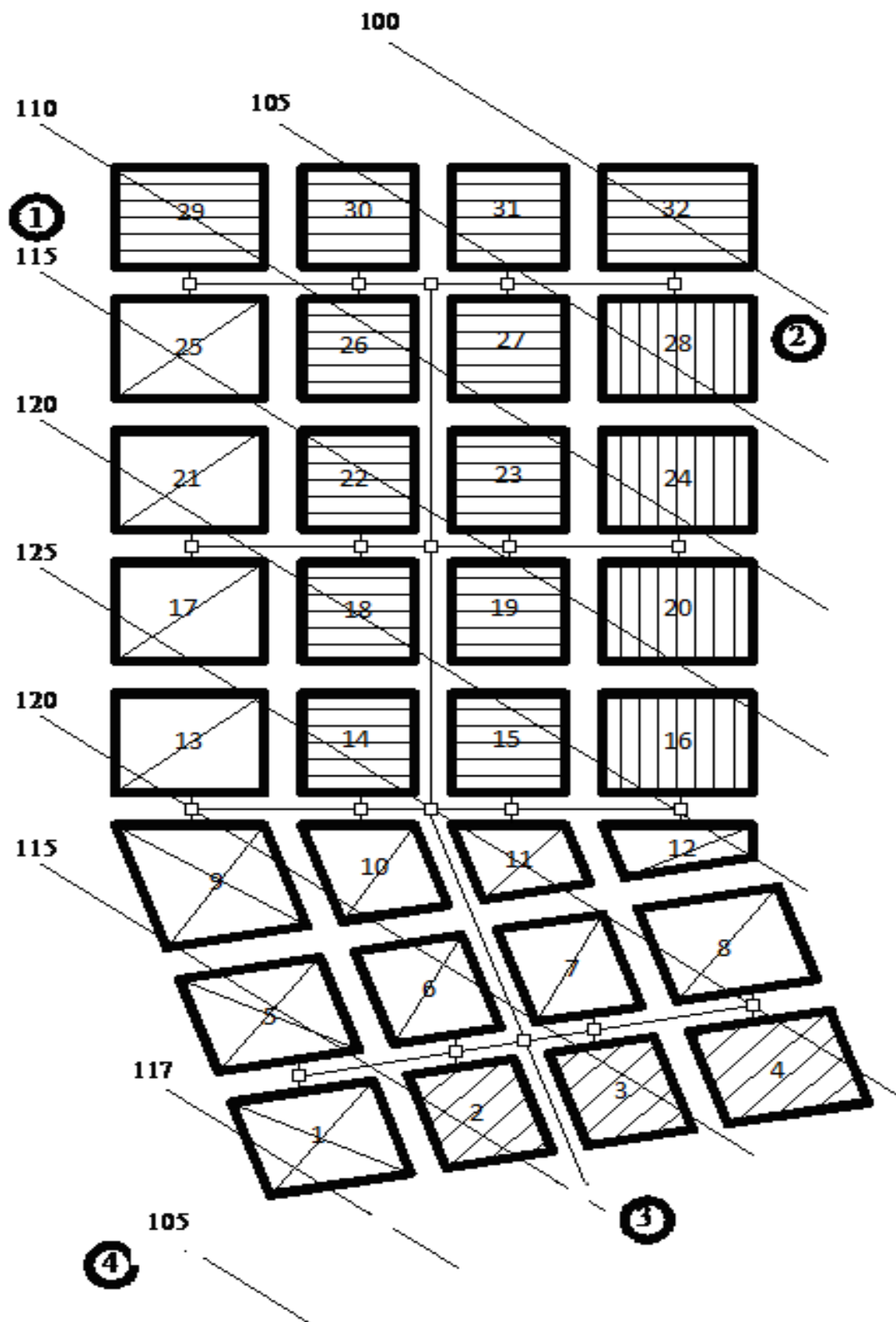
15. Метод регулювання теплового навантаження на опалення - центральне якісне регулювання спільно з місцевим кількісним регулюванням.

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

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						9
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ В СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО РАЙОНУ

2.1. Викреслюємо план району, у відповідності із завданням у масштабі 1:6400 .



Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ

Арк.

10

2.2. Нумеруємо на плані району квартали району тепlopостачання.

2.3. Визначаємо загальну площу житлових споруд району:

$$F_{ж} = F_i f_i = 1,23 \cdot 6500 = 7987,20 \text{ м}^2$$

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

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

$$Q'_{o \max} = q_o F_{ж} (1 + K_{ep}) 10^{-6} = 74,6 \cdot 7987,20 \cdot (1 + 0,25) \cdot 10^{-6} = 0,74 \text{ МВт}$$

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

2.5. Визначаємо максимальне теплове навантаження системи вентиляції громадських споруд:

$$Q'_{в \max} = K_{в} K_{г} q_o F_{ж} 10^{-6} = 0,25 \cdot 0,6 \cdot 74,6 \cdot 7987,20 \cdot 10^{-6} = 0,09 \text{ МВт}$$

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

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

$$m = \frac{F_{ж}}{f_3} = \frac{7987,20}{23} = 347$$

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:

$$Q'_{ГВП} = q_г m 10^{-6} = 376 \cdot 347 \cdot 10^{-6} = 0,13 \text{ МВт}$$

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

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

Таблица 1

Розрахунок теплових навантажень

Номер кварталу	Площа кварталу, га	Густина (щільність) житлового фонду м ² /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	1,23	6500	7987,20	347	0,74	0,09	0,13	0,96
2	1,23	6500	7987,20	347	0,74	0,09	0,13	0,96

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						11
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	1,23	6900	8478,72	369	0,79	0,09	0,14	1,02
4	1,23	8100	9953,28	433	0,93	0,11	0,16	1,20
5	0,92	6500	5990,40	260	0,56	0,07	0,10	0,72
6	0,92	6500	5990,40	260	0,56	0,07	0,10	0,72
7	0,92	6500	5990,40	260	0,56	0,07	0,10	0,72
8	0,92	6500	5990,40	260	0,56	0,07	0,10	0,72
9	1,23	6100	7495,68	326	0,70	0,08	0,12	0,91
10	1,23	6100	7495,68	326	0,70	0,08	0,12	0,91
11	1,23	6100	7495,68	326	0,70	0,08	0,12	0,91
12	1,23	7200	8847,36	385	0,83	0,10	0,14	1,07
13	1,23	7200	8847,36	385	0,83	0,10	0,14	1,07
14	1,23	7200	8847,36	385	0,83	0,10	0,14	1,07
15	0,92	5800	5345,28	232	0,50	0,06	0,09	0,65
16	0,92	5800	5345,28	232	0,50	0,06	0,09	0,65
17	0,92	5800	5345,28	232	0,50	0,06	0,09	0,65
18	0,92	5800	5345,28	232	0,50	0,06	0,09	0,65
19	0,92	5800	5345,28	232	0,50	0,06	0,09	0,65
20	0,92	5800	5345,28	232	0,50	0,06	0,09	0,65
21	1,40	7800	10931,92	475	1,02	0,12	0,18	1,32
22	0,82	7500	6167,35	268	0,58	0,07	0,10	0,74
23	0,64	7500	4764,98	207	0,44	0,05	0,08	0,58
24	0,50	7500	3768,12	164	0,35	0,04	0,06	0,46
25	1,15	7800	8991,99	391	0,84	0,10	0,15	1,09
26	1,15	7800	8991,99	391	0,84	0,10	0,15	1,09
27	1,15	7500	8646,14	376	0,81	0,10	0,14	1,04
28	1,15	4700	5418,25	236	0,62	0,07	0,09	0,79
29	0,86	7500	6484,68	282	0,60	0,07	0,11	0,78
30	0,86	7500	6484,68	282	0,60	0,07	0,11	0,78
31	0,86	4700	4063,74	177	0,47	0,06	0,07	0,59
32	0,86	4700	4063,74	177	0,47	0,06	0,07	0,59
Всього	32,94		218246,38	9488,97	20,65	2,48	3,57	26,70

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

$$Q'_{ГВП \max} = 2,4 Q'_{ГВП} = 2,4 \cdot 3,57 = 8,56 \text{ МВт}$$

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

$$Q_{ГВП \text{ л}}^{сер} = Q'_{ГВП} \frac{55 - t_{x.6 \text{ л}}}{55 - t_{x.6 \text{ з}}} \beta = 3,57 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 2,28 \text{ МВт}$$

де $t_{x.6 \text{ л}}$ - температура холодної водопровідної води для літнього періоду, $t_{x.6 \text{ л}} = 15^{\circ}\text{C}$; $t_{x.6 \text{ з}}$ - температура холодної водопровідної води для опалювального

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ			Арк.
								12
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				

(зимового) періоду, $t_{x.г_3} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$; 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:

$$Q_{ГВП \max \text{ Л}}^{сер} = Q'_{ГВП \max} \frac{55 - t_{x.г_л}}{55 - t_{x.г_3}} \beta = 8,56 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 5,48 \text{ МВт}$$

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

$$Q_o = Q'_{o \max} \bar{Q}_o = Q'_{o \max} \frac{t_{в.р} - t_3}{t_{в.р} - t_{3.0}} = 20,65 \cdot \frac{+18 - (-21)}{+18 - (-21)} = 20,65 \cdot 1 = 20,65 \text{ МВт}$$

$$Q_v = Q'_{v \max} \bar{Q}_v = Q'_{v \max} \frac{t_{в.р} - t_3}{t_{в.р} - t_{3.0}} = 2,48 \cdot \frac{+18 - (-21)}{+18 - (-21)} = 2,48 \cdot 1 = 2,48 \text{ МВт}$$

де $t_{в.р}$ - температура повітря 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.

Таблиця 2

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

№ п/п	Позначення	Одиниця виміру	Тепловий потік при t_3					
			$t_{3.0}$ -21 $^{\circ}\text{C}$	t_3 -10 $^{\circ}\text{C}$	$t_3^{сер.опал}$ -1 $^{\circ}\text{C}$	$t_{3.3}$ 3 $^{\circ}\text{C}$	$t_{зпк}$ +8 $^{\circ}\text{C}$	літо
1	$\bar{Q}_o$		1,00	0,72	0,49	0,38	0,26	
2	Q_o	МВт	20,65	14,83	10,06	7,94	5,29	
3	Q_v	МВт	2,48	1,78	1,21	0,95	0,64	
4	$Q'_{ГВП}$	МВт	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57	2,28
5	$Q'_{ГВП \max}$	МВт	8,56	8,56	8,56	8,56	8,56	5,48
6	Всього: 2+3+4	МВт	26,70	20,17	14,84	12,46	9,50	2,28
7	Всього: 2+3+5	МВт	31,69	25,17	19,83	17,46	14,49	5,48

2.15. Визначаємо річну витрату теплоти (1 квартал):

- на опалення:

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

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						13
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$= 20,65 \cdot 185 \cdot 24 \cdot \frac{+18 - (-1)}{+18 - (-21)} \cdot 3,6 = 160799,09 \text{ ГДж/рік}$$

- на вентиляцію:

$$Q_6^{pichn} = Q_{6\max}' n_o \frac{z}{24} \frac{t_{6.p} - t_3^{сер.опал}}{t_{6.p} - t_{3.o}} 3,6 =$$

$$= 2,48 \cdot 185 \cdot 24 \cdot \frac{16}{24} \cdot \frac{+18 - (-1)}{+18 - (-21)} \cdot 3,6 = 12863,93 \text{ ГДж/рік}$$

- на гаряче водопостачання:

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

$$= (3,57 \cdot 185 \cdot 24 + 2,28 \cdot (8400 - 185 \cdot 24)) \cdot 3,6 = 89581,10 \text{ ГДж/рік}$$

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

2.16. Визначаємо сумарну річну витрату теплоти на опалення, на вентиляцію та на ГВП(1 квартал):

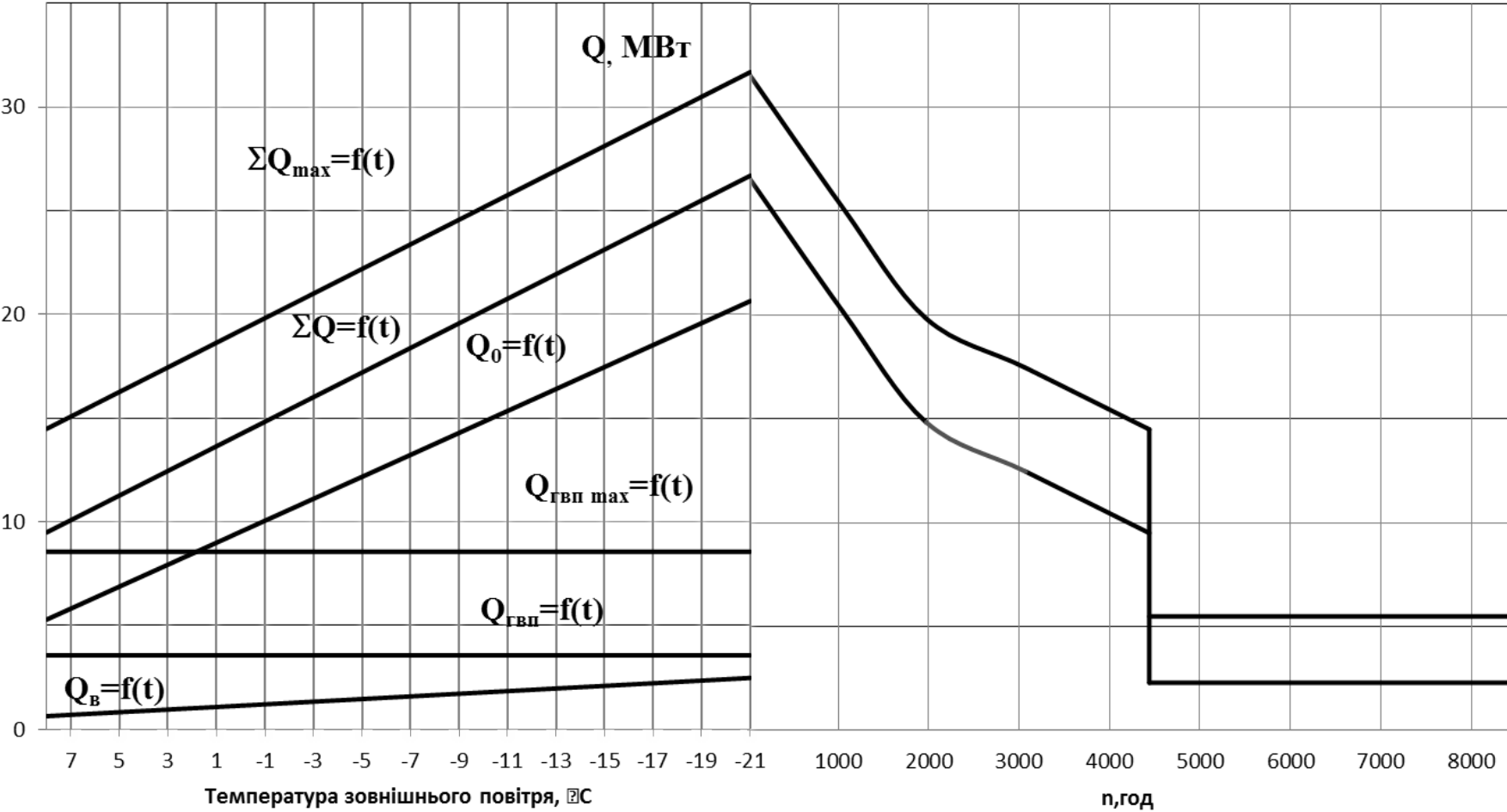
$$\sum Q^{pichn} = Q_o^{pichn} + Q_6^{pichn} + Q_{ГВП}^{pichn} = 160799,09 + 12863,93 + 89581,10 = 263244,12 \text{ ГДж/рік}$$

$$\sum Q^{pichn} = 73123,37 \text{ МВт*год/рік}$$

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

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						14
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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



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

3.1. Розрахунок витрат та температур мережної води на опалення

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

- в подавальному трубопроводі:

$$\begin{aligned}\tau_{o1} &= t_{6,p} + \Delta t_o' \bar{Q}_o^{0,8} + \bar{Q}_o (\delta \tau_o' - 0,5\theta') = \\ &= 18 + \left(\frac{95+70}{2} - 18 \right) \cdot \left(\frac{18-(-21)}{18-(-21)} \right)^{0,8} + \frac{18-(-21)}{18-(-21)} (70 - 0,5 \cdot 25) = 140 \text{ } ^\circ\text{C}\end{aligned}$$

- після вузла змішування:

$$\begin{aligned}\tau_{o3} &= t_{6,p} + \Delta t_o' \bar{Q}_o^{0,8} + 0,5\theta' \bar{Q}_o = \\ &= 18 + 64,5 \cdot \left(\frac{18-(-21)}{18-(-21)} \right)^{0,8} + 0,5 \cdot 25 \frac{18-(-21)}{18-(-21)} = 95 \text{ } ^\circ\text{C}\end{aligned}$$

після системи опалення (опалювальних приладів):

$$\begin{aligned}\tau_{o2} &= t_{6,p} + \Delta t_o' \bar{Q}_o^{0,8} - 0,5\theta' \bar{Q}_o = \\ &= 18 + 64,5 \cdot \left(\frac{18-(-21)}{18-(-21)} \right)^{0,8} - 0,5 \cdot 25 \frac{18-(-21)}{18-(-21)} = 70 \text{ } ^\circ\text{C}\end{aligned}$$

де $\Delta t_o' = \tau_{np}' - t_{6,p} = 82,5 - 18 = 64,5 \text{ } ^\circ\text{C}$; $\tau_{np}' = \frac{\tau_{o3}' + \tau_{o2}'}{2} = \frac{95 + 70}{2} = 82,5 \text{ } ^\circ\text{C}$;

$$\bar{Q}_o = \frac{t_{6,p} - t_3}{t_{6,p} - t_{3,0}} = \frac{18 - (-21)}{18 - (-21)} = 1; \quad \delta \tau_o' = \tau_{o1}' - \tau_{o2}' = 140 - 70 = 70 \text{ } ^\circ\text{C};$$

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

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

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

$$G_o = \frac{Q_o 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} = \frac{5,29 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 43,22)} = 47,19 \text{ кг/с}$$

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

$$G_{o\max}' = \frac{Q_{o\max}' 10^3}{c(\tau_{o1}' - \tau_{o2}')} = \frac{20,65 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 70)} = 70,4 \text{ кг/с}$$

3.1.4 Зводимо результати визначення температур і витрат в таблицю 4.

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						16
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

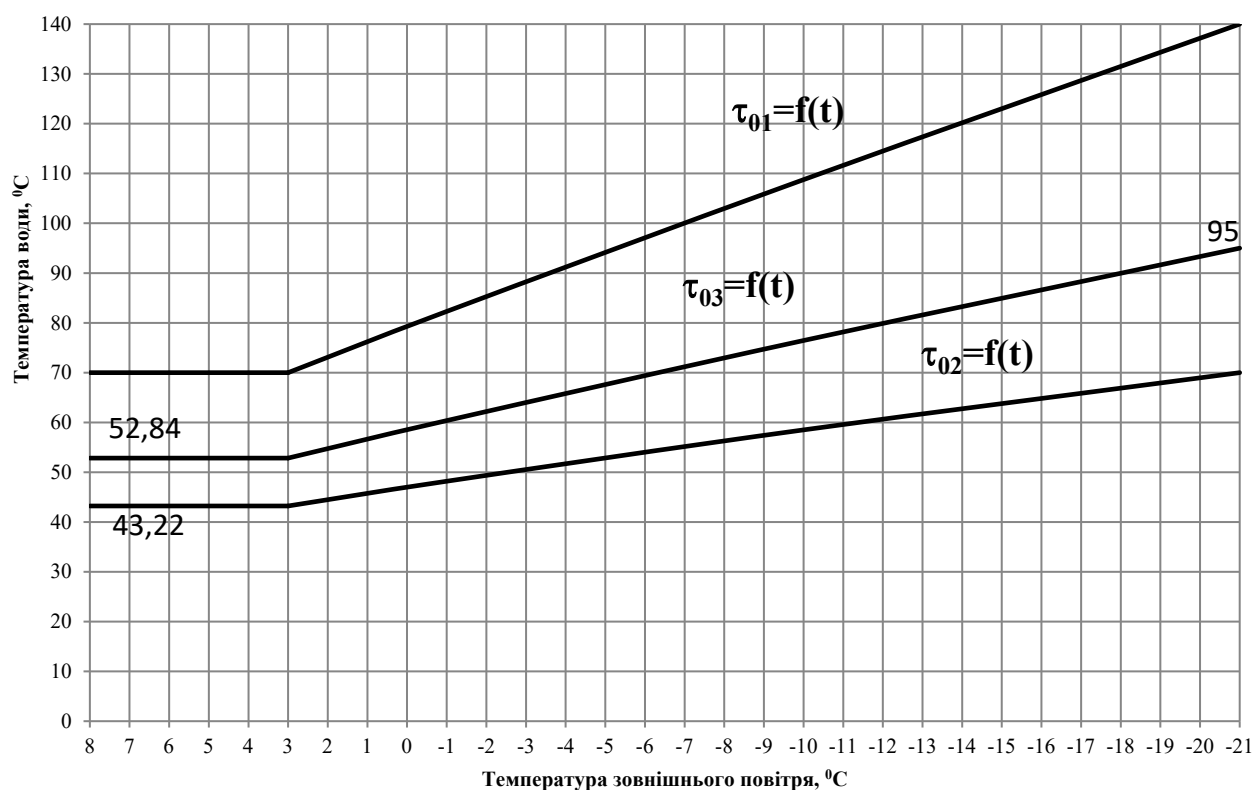
Таблиця 4

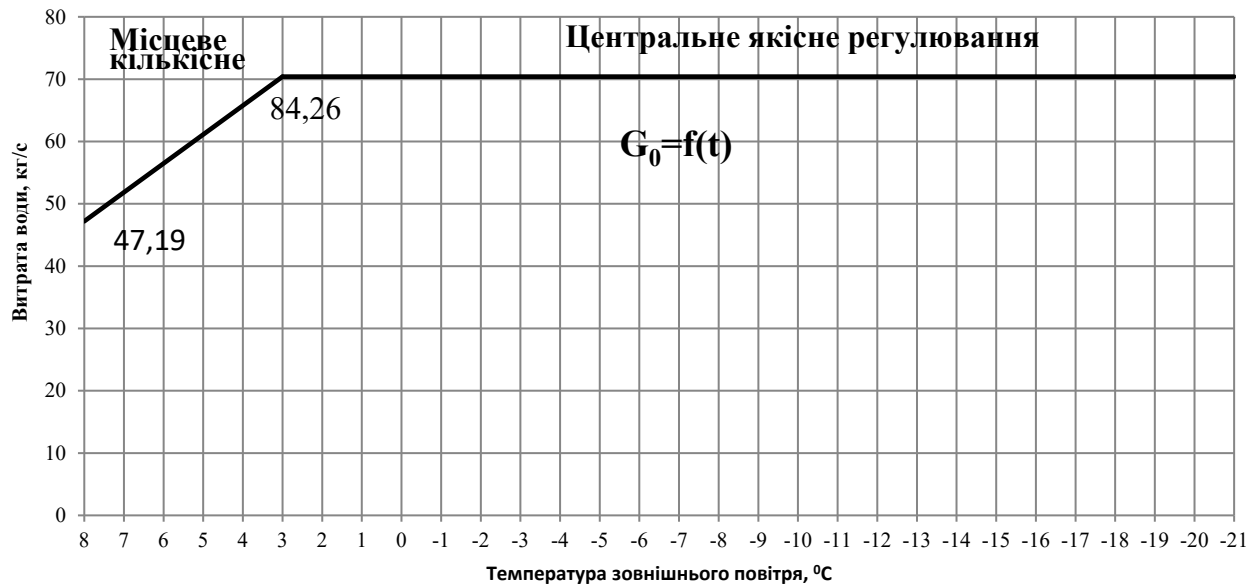
Результати розрахунку температури і витрати мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря

Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при				
		$t_{z.o}$ -21 °C	t_z -10 °C	$t_z^{сер.опал}$ -1 °C	$t_{z.з}$ 3°C	$t_{зпк}$ +8 °C
τ_{o1}	°C	140	108,76	82,30	70	70
τ_{o2}	°C	70	58,51	48,19	43,22	43,22
τ_{o3}	°C	95	76,45	60,37	52,84	52,84
G_o	кг/с	70,40	70,40	70,40	70,40	47,19

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:

$$G_{ГВП \max} = \frac{Q_{ГВП \max} 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} \frac{t_2 - t_n}{t_2 - t_{x.3}} = \frac{8,56 \cdot 10^3}{4,19(70 - 43,22)} \cdot \frac{60 - (43,22 - 5)}{60 - 5} = 30,22 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_2 = \tau_{o2} - Q_{ГВП} \frac{t_n - t_{x.3}}{t_2 - t_{x.3}} \frac{1}{c(G_{o \max} + G_{ГВП})} = 43,22 - 8,56 \cdot 10^3 \cdot \frac{(43,22 - 5) - 5}{60 - 5} \cdot \frac{1}{4,19 \cdot (70,4 + 30,22)} = 30,96 \text{ °C}$$

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

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

Попередній розрахунок ($t_3 = 3 \text{ °C}$):

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

$$\Delta t_I = \frac{\Delta t_{\delta_I} - \Delta t_{M_I}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta_I}}{\Delta t_{M_I}}} = \frac{(\tau_2 - t_{x.3}) - (\tau_{o2}''' - t_n)}{\ln \frac{\tau_2 - t_{x.3}}{\tau_{o2}''' - t_n}} = 12,72 \text{ °C}$$

$$\Delta t_{II} = \frac{\Delta t_{\delta_{II}} - \Delta t_{M_{II}}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta_{II}}}{\Delta t_{M_{II}}}} = \frac{(\tau_{o1}''' - t_2) - (\tau_{22} - t_n)}{\ln \frac{\tau_{o1}''' - t_2}{\tau_{22} - t_n}} = 7,21 \text{ °C}$$

3.2.5. Визначаємо витрату водопровідної води на ГВП:

$$q_{z_M} = \frac{Q_{ГВП \max} 10^3}{c(t_2 - t_{x.3})} = \frac{8,56 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (60 - 5)} = 37,16 \text{ кг/с}$$

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

$$Q_I = cq_{z_M} (t_n - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 37,16 \cdot (38,22 - 5) = 5,17 \text{ МВт}$$

$$Q_{II} = cq_{z_M} (t_2 - t_n) = 4,19 \cdot 37,16 \cdot (60 - 38,22) = 3,39 \text{ МВт}$$

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						18
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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,:

$$G_I = G_{II} + G'_{o \max} = 41,98 + 70,4 = 112,38 \text{ кг/с}$$

$$G_{II} = \frac{0,55 Q_{ГВП \max} 10^3}{c(\tau_{o1}'' - \tau_{o2}'')} = \frac{0,55 \cdot 8,56 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 43,22)} = 41,98 \text{ кг/с}$$

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

$$\Phi_I = \frac{Q_I 10^3}{\Delta t_I c \sqrt{G_{M_I} G_{\delta_I}}} = 1,5$$

$$\Phi_{II} = \frac{Q_{II} 10^3}{\Delta t_{II} c \sqrt{G_{M_{II}} G_{\delta_{II}}}} = 2,84$$

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

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,76 \cdot 37,16 \cdot (48,19 - 5) = 5,1 \text{ МВт}$$

де ε_I визначаю за формулою:

$$\varepsilon_I = \left(0,35 \frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \sqrt{\left[\frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} \right]} \right)^{-1} = 0,76$$

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

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{z_M}} = 5 + \frac{5,1 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 37,16} = 37,76 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$Q_{II} = Q_{ГВП \max} - Q_I = 8,56 - 5,1 = 3,46 \text{ МВт}$$

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

$$G_{II} = \frac{Q_{II} 10^3}{c(\tau_{o1} - \tau_{2z})} = \frac{3,46 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (82,3 - 37,76)} = 18,56 \text{ кг/с}$$

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]:

$$G_I = G_{II} + G'_{o \max} = 18,56 + 70,4 = 88,96 \text{ кг/с}$$

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

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						19
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o\max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2e} = \frac{70,4}{88,96} \cdot 48,19 + \frac{18,56}{88,96} \cdot 37,76 = 46,02 \text{ } ^\circ\text{C}$$

На цьому попередній розрахунок закінчуємо.

Кінцевий розрахунок.

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

$$Q_I = c\varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x,3}) = 4,19 \cdot 0,82 \cdot 37,16 \cdot (46,02 - 5) = 5,21 \text{ МВт}$$

$$\varepsilon_I = \left(0,35 \frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \sqrt{\left[\frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} \right]} \right)^{-1} = 0,82$$

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

$$t_n = t_{x,3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{e_M}} = 5 + \frac{5,21 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 37,16} = 38,44 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$Q_{II} = Q_{ГВП\max} - Q_I = 8,56 - 5,21 = 3,35 \text{ МВт}$$

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

$$G_{II} = \frac{1,7 \Phi_{II}^2 q_{e_M}}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \Phi_{II}^2 \left(\frac{(\tau_{01} - t_n) c q_{e_M}}{Q_{II} 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 16,36 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_{2e} = \tau_{01} - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 82,3 - \frac{3,35 \cdot 10^3}{16,36 \cdot 4,19} = 33,32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$G_I = G_{II} + G'_{o\max} = 16,36 + 70,4 = 86,76 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o\max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2e} = \frac{70,4}{86,76} \cdot 48,19 + \frac{22,70}{86,76} \cdot 33,32 = 45,39 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

- Визначаємо теплопродуктивність 1-го ступеню:

$$Q_I = c\varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x,3}) = 4,19 \cdot 0,81 \cdot 37,16 \cdot (45,19 - 5) = 5,09 \text{ МВт}$$

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						20
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$\varepsilon_I = \left(0,35 \frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \sqrt{\left[\frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} \right]} \right)^{-1} = 0,81$$

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

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{\varepsilon_M}} = 5 + \frac{5,09 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 37,16} = 37,68 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Визначаємо теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} = Q_{ГВП \max} - Q_I = 8,56 - 5,09 = 3,47 \text{ МВт}$$

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

$$G_{II} = \frac{1,7 \Phi_{II}^2 q_{\varepsilon_M}}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \Phi_{II}^2 \left(\frac{(\tau_{01} - t_n) c q_{\varepsilon_M}}{Q_{II} 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 16,69 \text{ кг/с}$$

$$G_{II} \leq \frac{Q_{II} 10^3}{(\tau_{01} - t_n) c} \quad (16,69 \leq \frac{Q_{II} 10^3}{(\tau_{01} - t_n) c} = 20,42)$$

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

$$\tau_{2c} = \tau_1 - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 82,3 - \frac{3,47 \cdot 10^3}{20,42 \cdot 4,19} = 41,68 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Визначаємо витрату мережної води через підігрівник I ступеню:

$$G_I = G_{II} + G'_{o \max} = 20,42 + 70,4 = 90,82 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o \max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2c} = 45,02 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Визначаємо теплопродуктивність 1-го ступеню:

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,82 \cdot 37,16 \cdot (45,02 - 5) = 5,11 \text{ МВт}$$

$$\varepsilon_I = \left(0,35 \frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \sqrt{\left[\frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} \right]} \right)^{-1} = 0,82$$

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

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{\varepsilon_M}} = 5 + \frac{5,11 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 37,16} = 37,83 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Визначаємо теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} = Q_{ГВП \max} - Q_I = 8,56 - 5,11 = 3,45 \text{ МВт}$$

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

$$\tau_2 = \tau_{cm} - \frac{Q_I 10^3}{G_I c} = 46,95 - \frac{5,11 \cdot 10^3}{90,82 \cdot 4,19} = 31,59 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						21
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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

3.2.25. Визначаємо витрату мережної води в літньому режимі:

$$G_{ГВП} = \frac{Q_{ГВП}^{сер} \cdot 10^3}{(\tau_{01}''' - 30)c} = \frac{2,28 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4,19} = 13,62 \text{ кг/с.}$$

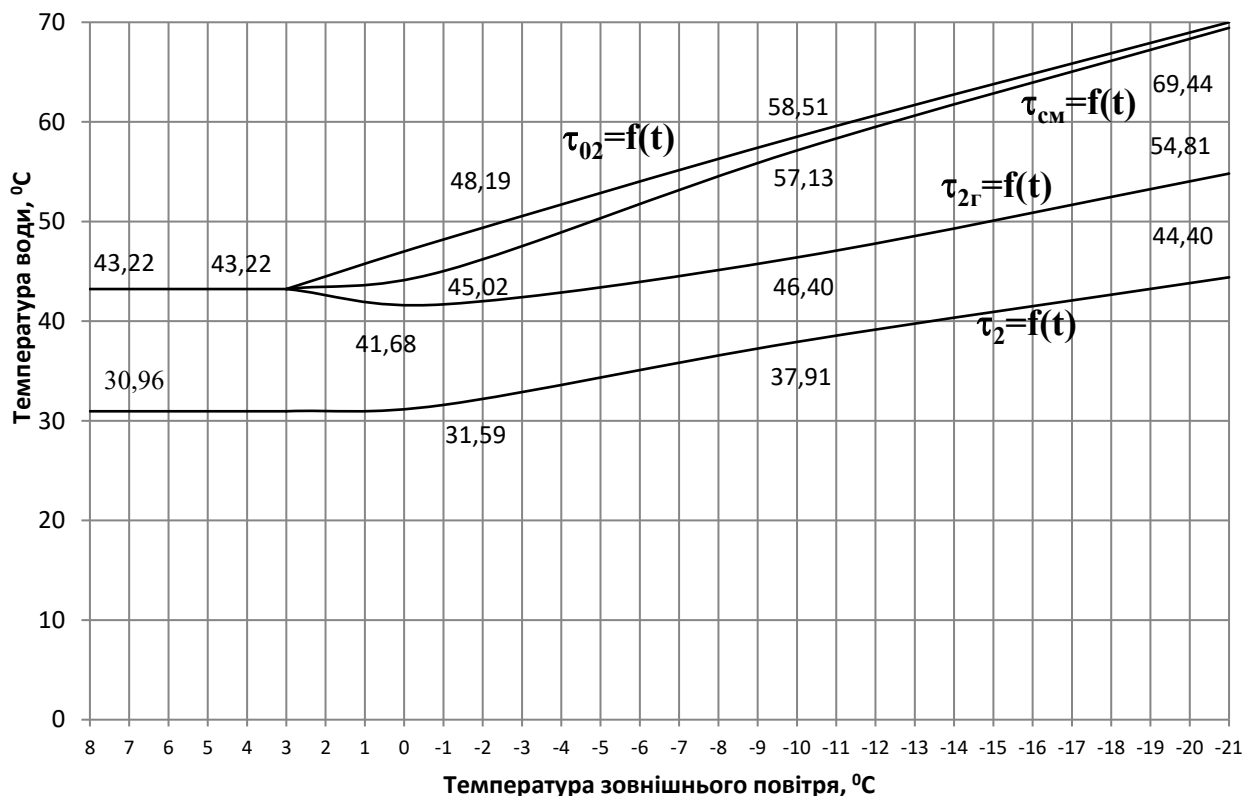
3.2.26. Зводимо результати розрахунків у таблицю 5.

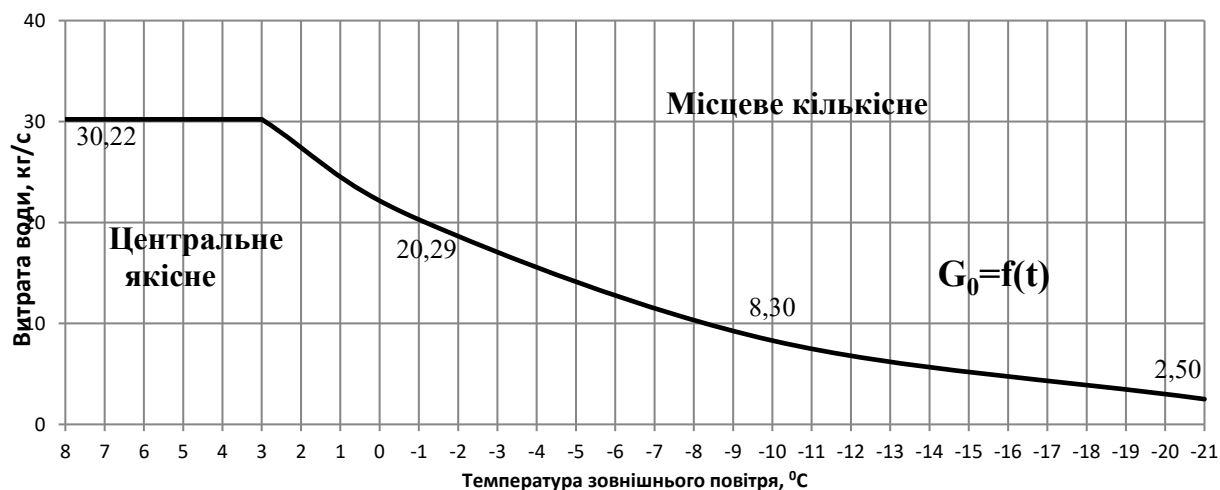
Таблиця 5

Результати розрахунку витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання

Позначення	Одиниця виміру	Температура мережної води при					
		$t_{3.0}$ -21 °C	t_3 -10 °C	$t_3^{сер.опал}$ -1 °C	$t_{3.з}$ 3 °C	$t_{зпк}$ +8 °C	літо
τ_{02}	°C	70,00	58,51	48,19	43,22	43,22	70
$\tau_{2г}$	°C	54,81	46,40	41,68	43,22	43,22	30
t_n	°C	54,26	46,07	37,83	38,22	38,22	60
$\tau_{см}$	°C	69,44	57,13	45,02	43,22	43,22	-
τ_2	°C	44,40	37,91	31,59	30,96	30,96	-
$G_{ГВП}$	кг/с	2,50	8,30	20,29	30,22	30,22	13,62

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





3.3. Розрахунок витрат та температур мережної води на вентиляцію
За наявності “зрізки” температурного графіка виділяю три характерних діапазони.

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

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

$$\frac{(\tau_{01} + \tau_{26}) - (t_{6.p} + t_3)}{(\tau_{01} + \tau_{26}) - (t_{6.p} + t_{3.6})} \left(\frac{\tau_{01}'' - \tau_{26}''}{\tau_{01} - \tau_{26}} \right)^{0,15} = 1,$$

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

Методом підбору знаходимо $\tau_{26} = 35$ °C.

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

$$G_6 = \frac{Q_6 \cdot 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{26})} = \frac{2,48 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 35)} = 5,63 \text{ кг/с}$$

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

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

$$\tau_{26} = \tau_{01} - (\tau_{01}'' - \tau_{26}'') \frac{t_{6.p} - t_3}{t_{6.p} - t_{3.6}} = 70 - (108,76 - 58,51) \cdot \frac{18 - (3)}{18 - (-10)} = 43,22 \text{ °C}$$

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

$$G_6'' = \frac{Q_6 \cdot 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{26})} = \frac{1,78 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (108,76 - 58,51)} = 8,45 \text{ кг/с}$$

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

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

t_3 , °C

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						23
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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

Методом підбору знаходимо $\tau_{2B} = 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

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

$$G_{\theta} = \frac{Q_{\theta} 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{2B})} = \frac{0,64 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 22)} = 3,16 \text{ кг/с}$$

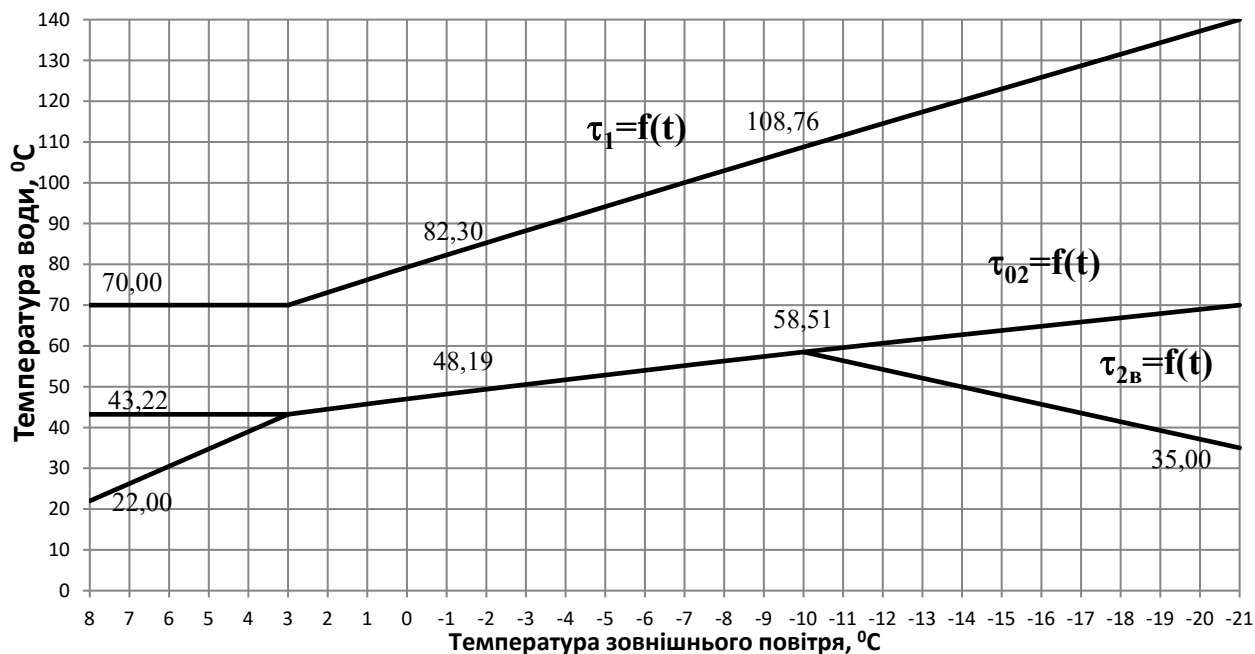
3.3.7. Зводимо результати розрахунків у таблицю 6.

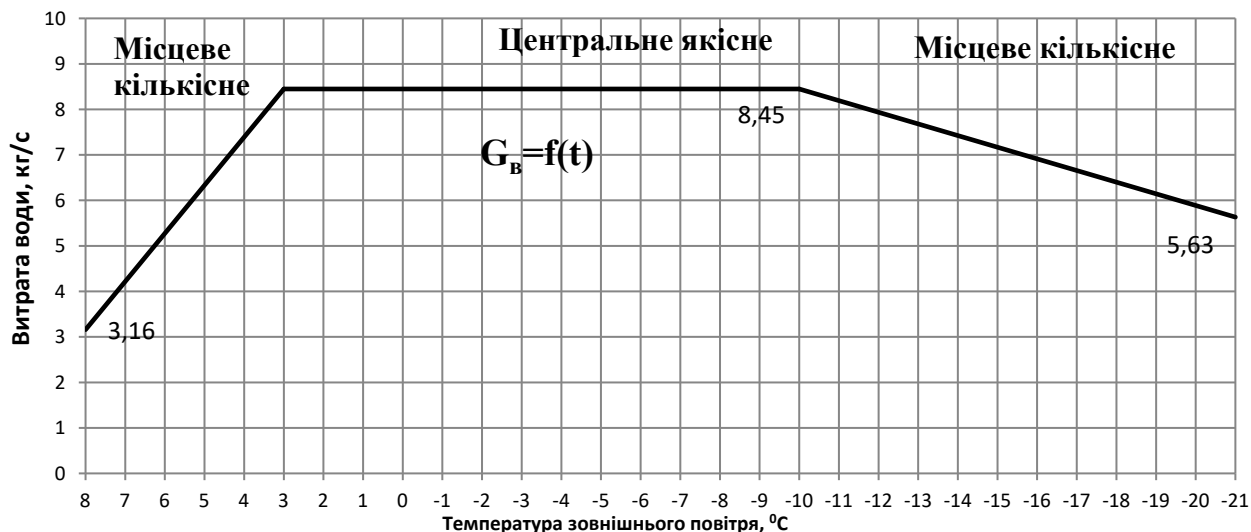
Таблиця 6

Результати розрахунку витрат та температур мережної води на вентиляцію

Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при				
		$t_{3.0}$ -21 $^{\circ}\text{C}$	t_3 -10 $^{\circ}\text{C}$	$t_3^{сер.опал}$ -1 $^{\circ}\text{C}$	$t_{3.3}$ 3 $^{\circ}\text{C}$	$t_{3ПК}$ +8 $^{\circ}\text{C}$
τ_1	$^{\circ}\text{C}$	140,00	108,76	82,30	70,00	70,00
τ_{02}	$^{\circ}\text{C}$	70,00	58,51	48,19	43,22	43,22
τ_{2B}	$^{\circ}\text{C}$	35,00	58,51	48,19	43,22	22,00
G_{θ}	кг/с	5,63	8,45	8,45	8,45	3,16

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





4. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИ ТРАТ ТЕПЛОНОСІЯ

4.1. Визначаю розрахункову витрату мережної води:

- на опалення, за формулою (6.1)

$$G'_{o\max} = \frac{Q'_{o\max} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{o2})} = \frac{20,65 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 70)} = 70,4 \text{ кг/с}$$

- на вентиляцію, для максимально зимового режиму:

$$G'_{\text{вmax}} = \frac{Q'_{\text{вmax}} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{\text{в}})} = \frac{2,48 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 35)} = 5,63 \text{ кг/с}$$

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

$$G_{\text{ГВП}}^{\text{сеп}} = \frac{Q'_{\text{ГВП}} 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} \left(\frac{55 - t'}{55 - t_x} + 0,2 \right) = \frac{3,57 \cdot 10^3}{4,19(70 - 43,22)} \cdot \frac{55 - (43,22 - 5)}{55 - 5} = 10,67 \text{ кг/с}$$

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

- максимальна при двоступеневих схемах приєднання підігрівників води в системі ГВП, за формулою (6.8)

$$G_{\text{ГВП}}^{\max} = \frac{0,55 Q'_{\text{ГВПmax}} 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} = \frac{0,55 \cdot 8,56 \cdot 10^3}{4,19(70 - 43,22)} = 41,98 \text{ кг/с}$$

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

$$G' = G'_{o\max} + G'_{\text{вmax}} + K_3 G_{\text{ГВП}}^{\text{сеп}} = 70,4 + 5,63 + 1,2 \cdot 10,67 = 88,84 \text{ кг/с}$$

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 (6.11):

$$G'_\text{л} = \frac{Q_{\text{ГВПл}}^{\text{сеп}} 10^3}{(\tau'''_{o1} - 30)c} = \frac{2,28 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4,19} = 13,62 \text{ кг/с}$$

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						25
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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

Таблиця 7

Значення розрахункових витрат теплоносія

Номер кварталу	Розрахункова витрата теплоносія для максимально зимового режиму, кг/с					
	$G'_{o\max}$	$G'_{e\max}$	$G'_{ГВП}^{сер}$	$K_з \cdot G'_{ГВП}^{сер}$	G'	$G'_л$
1	2,54	0,20	0,39	0,47	3,21	0,50
2	2,54	0,20	0,39	0,47	3,21	0,50
3	2,70	0,22	0,41	0,50	3,41	0,53
4	3,16	0,25	0,49	0,58	4,00	0,62
5	1,90	0,15	0,29	0,35	2,41	0,37
6	1,90	0,15	0,29	0,35	2,41	0,37
7	1,90	0,15	0,29	0,35	2,41	0,37
8	1,90	0,15	0,29	0,35	2,41	0,37
9	2,38	0,19	0,37	0,44	3,01	0,47
10	2,38	0,19	0,37	0,44	3,01	0,47
11	2,38	0,19	0,37	0,44	3,01	0,47
12	2,81	0,23	0,43	0,52	3,56	0,55
13	2,81	0,23	0,43	0,52	3,56	0,55
14	2,81	0,23	0,43	0,52	3,56	0,55
15	1,70	0,14	0,26	0,31	2,15	0,33
16	1,70	0,14	0,26	0,31	2,15	0,33
17	1,70	0,14	0,26	0,31	2,15	0,33
18	1,70	0,14	0,26	0,31	2,15	0,33
19	1,70	0,14	0,26	0,31	2,15	0,33
20	1,70	0,14	0,26	0,31	2,15	0,33
21	3,48	0,28	0,53	0,64	4,40	0,68
22	1,96	0,16	0,30	0,36	2,48	0,39
23	1,51	0,12	0,23	0,28	1,92	0,30
24	1,20	0,10	0,18	0,22	1,51	0,24
25	2,86	0,23	0,44	0,53	3,62	0,56
26	2,86	0,23	0,44	0,53	3,62	0,56
27	2,75	0,22	0,42	0,51	3,48	0,54
28	2,13	0,17	0,26	0,32	2,62	0,34
29	2,06	0,16	0,32	0,38	2,61	0,40
30	2,06	0,16	0,32	0,38	2,61	0,40
31	1,60	0,13	0,20	0,24	1,96	0,25
32	1,60	0,13	0,20	0,24	1,96	0,25
Всього	70,40	5,63	10,67	12,80	88,84	13,62

5. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ЧАСТИНИ 2 ПРОЕКТА

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

$$\tau_2 = \frac{(G_o + G_{ГВП})}{(G_o + G_{ГВП}) + G_6} \tau_{o2ГВП} + \frac{G_6}{(G_o + G_{ГВП}) + G_6} \tau_{o26} =$$

$$= \frac{70,4 + 2,5}{70,4 + 2,5 + 5,63} \cdot 44,4 + \frac{5,63}{70,4 + 2,5 + 5,63} \cdot 35,00 = 43,73 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$\tau_2 = \frac{(G_o + G_{ГВП})}{(G_o + G_{ГВП}) + G_6} \tau_{o2ГВП} + \frac{G_6}{(G_o + G_{ГВП}) + G_6} \tau_{o26} =$$

$$= \frac{70,4 + 30,22}{70,4 + 30,22 + 8,45} \cdot 30,96 + \frac{8,45}{70,4 + 30,22 + 8,45} \cdot 43,22 = 31,91 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

Таблиця 8

Загальні вихідні дані для Ч.2 проекта

№ п.п.	Назва параметра	Ум. Позн.	Од. виміру	Характерні режими експлуатації теплофікаційної системи		
				Максимально-зимовий	Точки зламу температурного графіка	Літній
1	Місто розташування котельні			Кіровоград		
2	Тип системи тепlopостачання			Закрита		
3	Температурна характеристика тепломережі району	τ_1/τ_2	$^\circ\text{C}/^\circ\text{C}$	140/70		
4	Температура зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	$^\circ\text{C}$	-21,00	3	15-30
5	Теплове навантаження системи опалення	$Q_{\text{оп}}$	МВт	20,65	7,94	-
6	Теплове навантаження системи ГВП	$Q_{\text{ГВП}}$	МВт	8,56	8,56	2,28
7	Теплове навантаження системи вентиляції	$Q_{\text{вент}}$	МВт	2,48	0,95	
8	Річне теплове навантаження житлового району	$Q_{\text{ЖР}}^{\text{рік}}$	ГДж/рік	263244,12		
9	Теплове навантаження промислового підприємства (Теплоносій – гаряча вода)	$Q_{\text{п.п}}$	МВт	12	12	12
10	Температура технологічної води для промислового підприємства на виході з котельні	t_2''	$^\circ\text{C}$	95		
11	Річне теплове наванта-	$Q_{\text{п.п}}^{\text{рік}}$	МВт	84000		

					Арк.
					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	27

	ження промислового підприємства		год/рік			
12	Температура “прямої” мережної води	t_1	°C	140	70	70
13	Температура “зворотної” мережної води	t_2	°C	43,73	31,91	30,00
14	Витрата “прямої” води в тепломережу	G_1	т/ год	282,74	392,66	49,05
15	Убуток води в тепломережі	$G_{уб.тм}$	т/ год	15	15	2
16	Витрата “зворотної” води в тепломережі	G_2	т/ год	267,74	377,66	47,05
17	Втрати тиску в тепломережі	$\Delta p_{втр.тм}$	МПа	0,3	0,3	0,3
18	Статичний напір в тепломережі	$H_{стат. тм}$	м.вд.ст.	40,0	40,0	40,0

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						28
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

II. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНОЇ З ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ

1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ТЕПЛОВОГО РОЗРАХУНКУ КОТЕЛЬНОЇ З ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ

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

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

Примітка:

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

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

МЗ: 31,69 = 31,76 (Висновок – результати для режиму МЗ - взаємоузгоджені)

ТЗ: 17,46 = 17,06 (Висновок – результати для режиму ТЗ - взаємоузгоджені)

Л: 2,28 = 2,29 (Висновок – результати для режиму Л - взаємоузгоджені)

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

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Прусаков С.І.			Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №1 в м. Кременчук РОЗДІЛ II	Літера	Аркушів	Аркуш
Перевірив		Петренко В.П.						29
Рецензув.						ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		
Затвердив		Василенко С.М.						

Таблиця 9

Вихідні дані для теплового розрахунку котельні

№ п.п	Назва параметру	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_{HP}	кДж/ m^3	33730			Сертифікат палива
3	Температура в деаераторі	$t_{ДА}$	°C	65	65	65	Е.Р: 70 °C – 60 °C
4	Розрідження в деаераторі	$p_{ДА}$	бар	0,75	0,75	0,75	Е.Р:
							0,70 – 0,80 бар
5	Номінальна температура води на вході в котел	$t'_{ВК.НОМ}$	°C	70	70	70	Е.Р. для водогрійних котлів
6	Номінальна температура води на виході з котла	$t''_{ВК.НОМ}$	°C	150	150	150	“—”
7	Температура сирової води	$t'_{с.в}$	°C	5	5	5	Е.Р: – 5 °C для МЗ та ТЗ режимів, 15 °C – для режиму Л
8	Температура сирової води перед станцією хімідоочищення	$t''_{с.в}$	°C	15	15	15	Е.Р: 15 °C - 20 °C
9	Температура хіміочищеної води на виході зі станції ХВО	$t'_{ХОВ}$	°C	20	20	20	Е.Р: 15 °C – 20 °C
10	Температура хіміочищеної води перед деаератором	$t''_{ХОВ}$	°C	55	55	55	Е.Р: 50 °C – 65 °C
11	Температура технологічної води на вході в котельню	$t'_{техн.в}$	°C	5	5	15	Е.Р: 8 °C для МЗ та ТЗ режимів, 15 °C для режиму Л

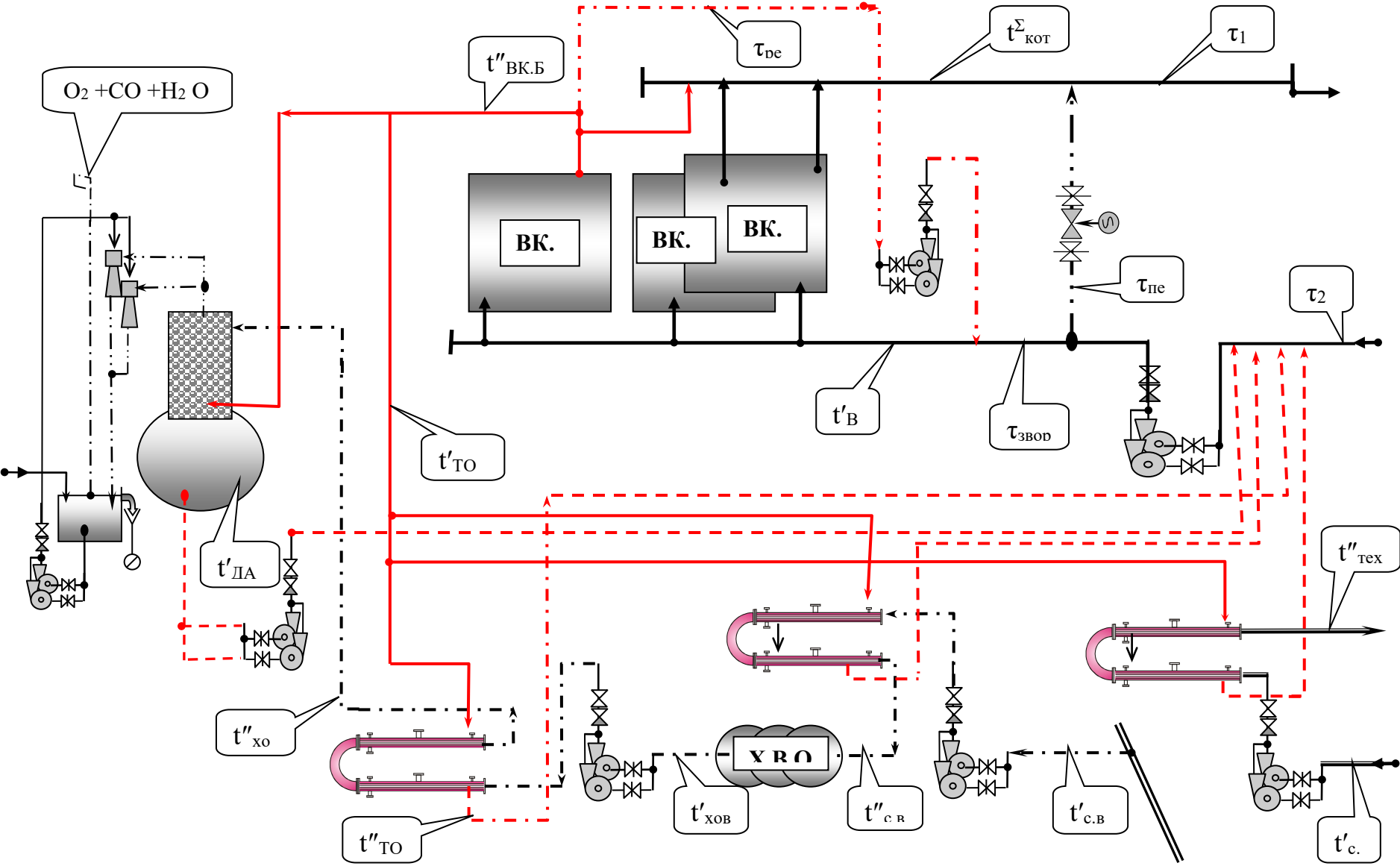
					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						30
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

12	Температура технологічної води на виході з котельні	$t''_{\text{тех н.в}}$	°C	95	95	95	Технологічний регламент промислового підприємства
13	Температура грійної води на вході у внутрішньокотельні підігрівники та на вході в деаератор	$t'_{\text{ТО А}}$	°C	150	150	150	Е.Р: $t'_{\text{ТОА}} = t''_{\text{ВК.НОМ}}$
14	Температура грійної води на виході з внутрішньокотельних підігрівників	$t''_{\text{ТО А}}$	°C	65	65	65	Е.Р: $t''_{\text{ТОА}} = 65 \text{ }^{\circ}\text{C}$
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 хімводоочищення	$K_{\text{ХВ О}}$	од.	1,1	1,1	1,1	Е.Р: 1,05 – 1,10

Зм.	
Докл.	
№ док.	
Підпис	
Дата	
00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	
Докл.	32

2. ФОРМУВАННЯ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНОЇ

Представлено принципову теплотехнологічну схему котельні у відповідності до встановлених технічних рішень, щодо на-
правлення 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
$\sum Q_{ЖР}$	=	33.27	33.27		
$\sum Q_{ЖР}$	=	18.33		18.33	
$\sum Q_{ЖР}$	=	2.40			2.40

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 11.

Таблиця 11

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 12.

Таблиця 12

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 13.

Таблиця 13

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 14.

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк. 33
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 14

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

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 15.

Таблиця 15

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$G_{\text{ДА}}^{\text{підж}}$	=	15,00	15,00		
$G_{\text{ДА}}^{\text{підж}}$	=	15,00		15,00	
$G_{\text{ДА}}^{\text{підж}}$	=	2,00			2,00

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

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

та формулою:

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

Результати визначення наводжу у таблиці 16.

Таблиця 16

Визначення результату						Значення для режимів, т/год		
						МЗ	ТЗ	Л
$G_{\text{ДА}}^{\text{гр.в}}$	=	3,55				3,55		
$G_{\text{ДА}}^{\text{гр.в}}$	=	3,55					3,55	
$G_{\text{ДА}}^{\text{гр.в}}$	=	0,47						0,47
Визначення результату						Значення для режимів, МВт		
						МЗ	ТЗ	Л
$Q_{\text{ДА}}$	=	0,35				0,35		
$Q_{\text{ДА}}$	=	0,35					0,35	
$Q_{\text{ДА}}$	=	0,05						0,05

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 17.

Таблиця 17

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
G"ДА	=	18,40	18,40		
G"ДА	=	18,40		18,40	
G"ДА	=	2,45			2,45

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

$$G_{\text{ХОВ}} = (1 + \alpha_{\text{ВИП}}) \cdot G_{\text{ПІДЖ}}$$

Результати визначення наводжу у таблиці 18.

Таблиця 18

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
G _{ХОВ}	=	15,15	15,15		
G _{ХОВ}	=	15,15		15,15	
G _{ХОВ}	=	2,02			2,02

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 19.

Таблиця 19

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
G _{с.в.}	=	16,67	16,67		
G _{с.в.}	=	16,67		16,67	
G _{с.в.}	=	2,22			2,22

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

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

- за формулою:

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

Результати визначення наводжу у таблиці 20.

Таблиця 20

Визначення результату						Значення для режимів, МВт		
						МЗ	ТЗ	Л
QПСВ = 0,19						0,19		
QПСВ = 0,19							0,19	
QПСВ = 0,03								0,03
Визначення результату						Значення для режимів, т/год		
						МЗ	ТЗ	Л
ГПСВ гр.в.	=	1,96				1,96		
ГПСВ гр.в.	=	1,96					1,96	
ГПСВ гр.в.	=	0,26						0,26

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

- за формулою:

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

- за формулою:

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

Результати визначення наводжу у таблиці 21.

Таблиця 21

Визначення результату						Значення для режимів, МВт		
						МЗ	ТЗ	Л
QПХВ = 0,62						0,62		
QПХВ = 0,62							0,62	
QПХВ = 0,08								0,08
Визначення результату						Значення для режимів, т/год		
						МЗ	ТЗ	Л
ГПХВ гр.в.	=	6,24				6,24		
ГПХВ гр.в.	=	6,24					6,24	
ГПХВ гр.в.	=	0,83						0,83

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

- за формулою:

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

- за формулою:

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

- за формулою:

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

Результати визначення наводжу у таблиці 22.

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		36

Таблиця 22

Визначення результату						Значення для режимів, т/год		
						МЗ	ТЗ	Л
G техн.в. = 114,29						114,29		
G техн.в. = 114,29							114,29	
G техн.в. = 128,57								128,57
Визначення результату						Значення для режимів, МВт		
						МЗ	ТЗ	Л
QПТВ = 12,00						12,00		
QПТВ = 12,00							12,00	
QПТВ = 12,00								12,00
Визначення результату						Значення для режимів, т/год		
						МЗ	ТЗ	Л
GПТВ гр.в. = 121,01						121,01		
GПТВ гр.в. = 121,01							121,01	
GПТВ гр.в. = 121,01								121,01

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

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

Результати визначення наводжу в таблиці 23.

Таблиця 23

Визначення результату						Значення для режимів, т/год		
						МЗ	ТЗ	Л
$\Sigma G_{\text{вн}}^{\text{гр.в.с.в.}} = 132,75$						132,75		
$\Sigma G_{\text{вн}}^{\text{гр.в.с.в.}} = 132,75$							132,75	
$\Sigma G_{\text{вн}}^{\text{гр.в.с.в.}} = 122,57$								122,57

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 24.

Таблиця 24

Визначення результату						Значення для режимів, т/год		
						МЗ	ТЗ	Л
Тзвор = 51.29						51.29		
Тзвор = 41.21							41.21	
Тзвор = 55.40								55.40

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 25.

Таблиця 25

Визначення результату			Значення для режимів, МВт		
			МЗ	ТЗ	Л
$\sum Q_{\text{КОТ}}$	=	46.35	46.35		
$\sum Q_{\text{КОТ}}$	=	31.41		31.41	
$\sum Q_{\text{КОТ}}$	=	14.52			14.52

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

Приймаю до встановлення 3 котла **КВ-ГМ–20** (23,26 МВт) – варіант, що за-довольняє умовам експлуатації котлів в усіх режимах експлуатації в т.ч. в режи-мі 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
$N_{\text{ВК.ВСТ}}$	=	1,82	2,00		
$N_{\text{ВК.ВСТ}}$	=	1,33		2,00	
$N_{\text{ВК.ВСТ}}$	=	0,61			1,00

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		38

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
$N_{\text{ВК.З}}$	=	1,00	1,00		
$N_{\text{ВК.З}}$	=	1,00		1,00	
$N_{\text{ВК.З}}$	=	0,00			0,00

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

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

Результати визначення навести у таблиці 30

Таблиця 30

Визначення результату			Значення для режимів, шт		
			МЗ	ТЗ	Л
$N_{\text{ВК.Р}}$	=	2,00	2,00		
$N_{\text{ВК.Р}}$	=	2,00		2,00	
$N_{\text{ВК.Р}}$	=	1,00			1,00

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

- у разі експлуатації в котельні двох або більше котлоагрегатів:

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

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

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

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

- у разі експлуатації в котельні одного котлоагрегата:

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		39

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

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

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 31

Таблиця 31

Визначення результату			Значення для режимів		
			МЗ	ТЗ	Л
$Q_{\text{ВК.Б}}$	=	23.26	2	котла	23.26
$t'_{\text{ВК.Б}}$	=	70.00			
$t''_{\text{ВК.Б}}$	=	150.00			
$G_{\text{ВК.Б}}$	=	247.00			
Визначення результату			Значення для режимів		
			МЗ	ТЗ	Л
$Q_{\text{ВК.Б}}$	=	23.26	2	котла	23.26
$t'_{\text{ВК.Б}}$	=	70.00			
$t''_{\text{ВК.Б}}$	=	150.00			
$G_{\text{ВК.Б}}$	=	247.00			
Визначення результату			Значення для режимів		
			МЗ	ТЗ	Л
$Q_{\text{ВК.Б}}$	=	14.52	1	котла	14.52
$t'_{\text{ВК.Б}}$	=	70.00			70.00
$t''_{\text{ВК.Б}}$	=	150.00			150.00
$G_{\text{ВК.Б}}$	=	155.55			155.55

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 32.

Таблиця 32

Визначення результату			Значення для режимів, МВт		
			МЗ	ТЗ	Л
$\sum Q_{\text{ВК.З}}$	=	23.09	23.09		
$\sum Q_{\text{ВК.З}}$	=	8.15		8.15	
$\sum Q_{\text{ВК.З}}$	=	0.00			0.00

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

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

					Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	40

00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ

Результати визначення наводжу у таблиці 33.

Таблиця 33

Визначення результату			Значення для режимів, МВт		
			МЗ	ТЗ	Л
Q _{ВК.З}	=	23.09	23.09		
Q _{ВК.З}	=	8.15		8.15	
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}	=	247.42	247.42		
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
$\sum G_{ВК}$	=	494.42	494.42		
$\sum G_{ВК}$	=	494.00		494.00	
$\sum G_{ВК}$	=	155.55			155.55

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.

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		41

Таблиця 36

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$t''_{\text{ВК.З}}$	=	150.00	150.00		
$t''_{\text{ВК.З}}$	=	98.28		98.28	
$t''_{\text{ВК.З}}$	=	-			-

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

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

Результати визначення наводжу в таблиці 37

Таблиця 37

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$G_{\text{рец}}$	=	93.73	93.73		
$G_{\text{рец}}$	=	130.75		130.75	
$G_{\text{рец}}$	=	24.00			24.00

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

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

Результати визначення наводжу в таблиці 38

Таблиця 38

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$t_{\text{ВК}}^{\Sigma}$	=	150.00	150.00		
$t_{\text{ВК}}^{\Sigma}$	=	94.57		94.57	
$t_{\text{ВК}}^{\Sigma}$	=	150.00			150.00

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

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

Результати визначення наводжу в таблиці 39.

Таблиця 39

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
Гпер	=	28.64	28.64		
Гпер	=	180.80		180.80	
Гпер	=	41.48			41.48

3.30. Визначаю похибку балансових розрахунків водогрійної котельні за формулою:

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

Результати визначення наводжу в таблиці 40.

Таблиця 40

Визначення результату			Значення для режимів, %		
			МЗ	ТЗ	Л
$\Delta G\%$	=	2.80	2.80		
$\Delta G\%$	=	3.77		3.77	
$\Delta G\%$	=	0.90			0.90

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

4. ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНОЇ

4.1. Визначаю годинну витрату природного газу в котельні – $V_{кот}$, тис. $m^3/год$, для трьох режимів роботи за формулою:

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

Результати визначення наводжу у табл. 41.

Таблиця 41

Визначення результату			Значення для режимів, тис $m^3/год$		
			МЗ	ТЗ	Л
$V_{кот}$	=	5.41	5.41		
$V_{кот}$	=	3.67		3.67	
$V_{кот}$	=	1.70			1.70

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

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

де:

$W_{нас.рец}$ – встановлена потужність робочих насосів рециркуляції, кВт.

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

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

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		43

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

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

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

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

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

де:

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

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

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

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

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

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

Результати визначення навести у таблиці 42.

Таблиця 42

Визначення результату	Значення для режимів, кг у.п./МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
$(b_{\text{т}}^{\text{відп}})_{\text{газ}} = 33.21 \text{ м}^3/\text{ГДж}$	33.21	33.59	32.71
$(b_{\text{т}}^{\text{відп}})_{\text{у.п.}} = 38.20 \text{ кг у.п./ГДж}$	38.20	38.63	37.62

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:

$$e_{\text{е/е}}^{\text{відп}} = \Sigma W^{\text{доб}} / (\Sigma Q_{\text{Т/Ф}} \cdot 24) = 5400 / (33,27 + 12) \cdot 24 = 5$$

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

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

$$C_Q = (38,2 / 1,15) \cdot 9000 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 0,9 + 30,0 = 333,42 \text{ грн/ГДж}$$

4.7 Формую висновок щодо енергоефективності проектної котельні.

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		44

“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.

Таблиця 43

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

№ п.п	Умовне позначення	Назва параметру	Один. виміру	Числове значення для режимів		
				МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7
1	$t_{\text{зовн}}$	Температура зовнішнього повітря	°C	– 21	+3	+ 15
2	$\Sigma Q_{\text{Ж.Р}}$	Сумарне теплове навантаження житлового району	МВт	33,27	18,33	2,4
3	$Q_{\text{П.П}}$	Теплове навантаження промислового підприємства	МВт	12,0	12,0	12,0
4	$\Sigma Q_{\text{КОТ}}$	Сумарне теплове навантаження котельні	МВт	46,35	31,41	14,52
5	t_1	Температура мережної води в “прямій” магістралі на виході з котельні	°C	140°	70°	70°
6	t_2	Температура води в “зворотній” магістралі на вході в котельню	°C	43,73	31,91	30,00
7	$t_{\text{звор}}$	Температура води в “зворотній” магістралі на вході в мережні насоси	°C	51,29	41,21	55,40
8	G_1	Витрата води в “прямій” магістралі на виході з котельні	т/год	282,74	392,66	49,05
9	$G_{\text{убут}}$	Убуток води в тепломережі	т/год	15	15	2
10	G_2	Витрата води в «зворотній» магістралі на вході в котельню	т/год	267,74	377,66	47,05
11	$G_{\text{рец}}$	Витрата води в трубопроводі рециркуляції котлів	т/год	93,73	130,75	24
12	$G_{\text{пер}}$	Витрата води в трубопроводі перепуску	т/год	28,64	180,8	41,5
13	$N_{\text{ВК.ВСТ}}$	Число встановлених водогрійних котлів	од	2	2	1
14	$N_{\text{ВК.Р}}$	Число котлів, що знаходяться в експлуатації	од	2	2	1

15	$N_{BK.B}$	Число котлів, що експлуатуються в базовому (номінальному) режимі	од	1	1	1
16	$N_{BK.3}$	Число котлів, що експлуатуються в режимі змінного навантаження	од	1	1	0
17	V_{KOT}	Годинна витрата природного газу в котельні	тис.м ³ / год	5,41	3,67	1,7
18	$(b_T^{відп})_{газ}$	Питома витрата природного газу на відпущену від котельні теплову енергію	м ³ / ГДж	33,21	33,59	32,71
19	$(b_T^{відп})_{у.п}$	Питома витрата умовного палива на відпущену від котельні теплову енергію	кг у.п / ГДж	38,2	38,6	37,6
20	ΣW_{BK}	Сумарна встановлена потужність споживачів електроенергії котельні	кВт	300	300	134,7
21	$e_e/e^{доб}$	Середньодобова питома витрата електроенергії на відпуск теплоти від котельні	кВт/МВт	5,0	5,0	2,3
22	$\Pi_{Палив}$	Вартість природного газу	грн./ тис. м ³	9000	9000	9000
23	$\Pi_{E/E}$	Вартість електроенергії	грн./ кВт.год	0,9	0,9	0,9
24	C_Q	Собівартість теплоти, що відпущена від котельні	Грн./ГДж	333	333	216

5. ВИБІР ОБЛАДНАННЯ КОТЕЛЬНІ З ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ

5.1. Вибір водогрійних котлів

У відповідності до рекомендацій та розрахунків до встановлення приймаємо 3 котли. Визначену інформацію по водогрійним котлам наводжу в таблиці 44.

Таблиця 44

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

5.2. Вибір рециркуляційних насосів

5.2.1. Здійснюю вибір типорозміру насосів рециркуляції, його номінальної подачі – $Q_{\text{нас.реци}}^{\text{НОМ}}$, м³/год, та напору – $H_{\text{нас.реци}}^{\text{НОМ}}$, м вд.ст, на базі визначених максимальних значень (в режимі ТЗ) пропуску води через трубопровід рециркуляції – $G_{\text{РЕЦ}}=121$ 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:

$$N_{\text{нас.реци}}^{\text{роб}} = G_{\text{РЕЦ}}^{\text{Т.З}} / Q_{\text{нас.реци}}^{\text{НОМ}} = 130,75/131=0,98$$

*) Примітка.

Одержане число насосів потрібно округлити до більшого цілого значення.

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

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

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

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		47

Характеристика насосів рециркуляції

№п.п	Ум. позн.	Назва параметру	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	---	З лис та завода-виробника	NBE 65-125/141 A-F-A-BAQE		NKG 50-32 125.1/140 A1-F-A-E-NAQK
2	$Q_{н.ре}^{ном}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	131		25
3	$H_{н.ре}^{ном}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ – “	20		20
4	$N_{н.ре}^{ном}$	Номінальна потужність насоса	кВт(є)	“ – “	11		2,2
5	$\eta_{н.ре}^{ном}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,82		0,68

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

Передбачаємо до встановлення як мережних насосів відцентрові насоси типу Д.

5.3.1. Здійснюю вибір типорозміру мережних насосів, його номінальної подачі – $Q_{нас.мер}^{ном}$, м³/год, та напору – $H_{нас.мер}^{ном}$, м вд.ст, на базі визначених максимальних значень (в режимі ТЗ) витрати води через трубопровідну систему “Котельна – Тепломережа” – $G_1=392,6$ т/год, та опору трубопровідної системи – $\Delta H_{мер}$ та статичного напору тепломережі. Число робочих мережних насосів – $N_{нас.ме}^{роб}$, шт, становить — 1.

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

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

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

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

5.4.1.1. Здійснюю вибір типорозміру насосів сирій води, його номінальної подачі – $Q_{нас.с.в}^{ном}$, м³/год, та напору – $H_{нас.с.в}^{ном}$, м вд.ст, на базі визначених значень витрати води для підживлення – $G_{с.в}=16,7$ т/год, та опору трубопровідної системи – ΔH .

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

$$N_{нас.с.в}^{роб} = G_{с.в} / Q_{нас.с.в}^{ном} = 16,7 / 18 = 0,9$$

Число робочих насосів – $N_{нас.с.в}^{роб}$, шт, становить — 1.

Розробив				00БП.144.ОПТЕ.008.006.ПЗ	Арк.
Перевірив					48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

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 сирії води наводжу в табл. 47.

Таблиця 46

Характеристика мережних насосів.

№п.п	Ум. позн.	Назва параметру	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСО-СА	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-HAQK
2	$Q_{\text{нас.ме}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м³/год	З паспорта насоса	393	50	
3	$H_{\text{нас.ме}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ – “	55	55	
4	$N_{\text{нас. ме}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ – “	90	18,5	
5	$\eta_{\text{нас. ме}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,86	85,6	

Таблиця 47

Характеристика насосів сирії води

№п.п	Ум. позн.	Назва параметру	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	$Q_{\text{нас.св}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м³/год	З паспорта насоса	18		
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 в.д.ст, на базі визначених значень витрати води для підживлення – $G_{\text{під}}=15$ т/год, опору трубопровідної системи – ΔH (не вище 40 м.в.д.ст.) та статичного напору.

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

$$N_{\text{нас.під}}^{\text{роб}} = G_{\text{під}} / Q_{\text{нас.під}}^{\text{ном}} = 15/16 = 0,9$$

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.

Таблиця 48

Характеристика підживлювальних насосів

№п.п	Ум. позн.	Назва параметру	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	ТИП насоса	Типорозмір насоса	---	З листа заводу-виробника	CRE 10-3 A-A-A-E-HQQE		
2	$Q_{\text{нас.під}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	16		
3	$H_{\text{нас.під}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м.в.д.ст..	“ – “	30		
4	$N_{\text{нас.під}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(є)	“ – “	2,2		
5	$\eta_{\text{нас.під}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,67		

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 в.д.ст, на базі визначених значень витрати води для потреб промислового підприємства – $G_{\text{тех}}=128,57$ т/год та опору трубопровідної системи – ΔH .

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

$$N_{\text{нас.тех}}^{\text{роб}} = G_{\text{тех}} / Q_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}} = 128,57/129 = 0,98$$

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

Розробив					00БП.144.ОПТЕ.008.006.ПЗ	Арк.
Перевірів						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

Характеристика насосів технологічної води

№п.п	Ум. позн.	Назва параметру	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП насоса	Типорозмір насоса	---	З листа заводу-виробника	NB 50-160/165 D-F-A-BAQE		
2	$Q_{\text{нас.те}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	129		
3	$H_{\text{нас.те}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ – “	45		
4	$N_{\text{нас.те}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ – “	22		
5	$\eta_{\text{нас.те}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,8		

5.4.4. Вибір насосів хімоочищеної води

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

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

$$N_{\text{нас.с.в.}}^{\text{роб}} = G_{\text{хов}} / Q_{\text{нас.ре}}^{\text{ном}} = 15,15 / 16 = 0,98$$

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 хімічищеної води

№п.п	Ум. позн.	Назва параметру	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСО-СА	Типорозмір насоса	---	3 інформаційного листа заводу-виробника	CRNE 10-3 A-P-G-E-HQQE		
2	$Q_{\text{нас.хов}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м³/год	3 паспорта насоса	16		
3	$H_{\text{нас.хов}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ _ “	25		
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.	“ _ “	0,67		

5.5. Вибір деаераторів водогрійної котельні

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

Таблиця 51

Характеристика деаераторів водогрійної котельні

№ п.п	Назва параметру	Один. вим.	Метод визначення	Значення
1	3	4	5	6
1	Типорозмір деаератора		За інформаційними листами заводів виробників	ДВ-25
2	Номінальна продуктивність	т/год	«--»	5
3	Діапазон продуктивності	т/год	«--»	7,5...30
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-30

5.6. Вибір підігрівників

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

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		52

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

5.6.1. Підігрівник сирової води

5.6.1.1. Теплове навантаження підігрівника сирової води $Q_{\text{псв}}=0,19$ МВт;

5.6.1.2. Обчислюємо наявний температурний перепад:

$$\Delta t = (\Delta t_{\text{г}} - \Delta t_{\text{м}}) / \ln(\Delta t_{\text{г}} / \Delta t_{\text{м}}) = (150 - 70) / \ln(150 / 70) = 105 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

5.6.1.3. Визначаємо необхідну поверхню теплообміну:

$$F = Q_{\text{псв}} / \Delta t \cdot K = 190000 / 105 \cdot 2500 = 0,72 \text{ м}^2$$

K — коефіцієнт теплопередачі.

З переліку стандартних типорозмірів підігрівників обираємо секційний підігрівник ПВ-57х4. Площа поверхні теплообміну однієї секції — $F=0,75 \text{ м}^2$, довжина трубки — 4 м, загальна кількість труб — 4.

5.6.2. Підігрівник хімічищеної води

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

5.6.2.2. Обчислюємо наявний температурний перепад:

$$\Delta t = (\Delta t_{\text{г}} - \Delta t_{\text{м}}) / \ln(\Delta t_{\text{г}} / \Delta t_{\text{м}}) = (95 - 55) / \ln(95 / 55) = 73 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

5.6.2.3. Визначаємо необхідну поверхню теплообміну:

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

K — коефіцієнт теплопередачі.

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

5.6.3. Підігрівник технологічної води

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

5.6.3.2. Обчислюємо наявний температурний перепад:

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

5.6.3.3. Визначаємо необхідну поверхню теплообміну:

$$F = Q_{\text{тех}} / \Delta t \cdot K = 1200000 / 57,46 \cdot 2500 = 8,5 \text{ м}^2$$

K — коефіцієнт теплопередачі.

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

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

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

Таблиця 52

Рекомендоване тягодуттєве обладнання

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

Розділ III. Охорона праці

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

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

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

1.Виробнича санітарія

При плануванні приміщення враховуються:

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

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

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

1.1. Мікроклімат та чистота повітря виробничого середовища

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

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

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

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

CH_4 (300 мг/м^3 , клас небезпечності IV), CO (20 мг/м^3 , клас небезпечності IV), CO_2 (ГДК 9000 мг/м^3 , клас небезпечності IV), сполуки азота (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.ОПТЕ008.006.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №1 в м.Кременчук</i> Охорона праці	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив		Прусаков С.І.						54
Перевірив		Петренко В.П.				ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		
Рецензув.								
Затвердив		Петренко В.П.						

Періодичність контролю вмісту шкідливих речовин складає:

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

Методи визначення шкідливих речовин у повітрі:

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

Для видалення надлишків теплоти та шкідливих газів в котельні застосовується загально-обмінна змішана припливно-витяжна вентиляція. Забирання забрудненого повітря здійснюється за допомогою аераційного ліхтаря, а подача свіжого – механічним вентилятором.

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

1.2. Виробниче випромінювання

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

Зниження інтенсивності теплового випромінювання досягається застосуванням екранів, теплоізоляції устаткування та гарячих поверхонь, а також індивідуальними засобами; 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/м² при опромінюванні більше 50 % тіла.

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

1.3. Шум на виробництві

Робота котлових установок супроводжується шумом.

Класифікація шумів за походженням:

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

Класифікація шумів за частотою:

- низькочастотний (до 300 Гц);
- середньочастотний (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/м²).

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						55
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Порогові значення шуму при $f=1000$ Гц складають: нижній поріг чутності ($I_0 = 10^{-12}$ Вт/м²; $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па), больовий поріг ($I_6 = 10^2$ Вт/м²; $P_6 = 60$ Па).

Рівень шуму у виробничому цеху не повинен перевищувати 80 дБ.

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

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

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

1.4. Виробнича вібрація

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

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

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

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

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

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

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

1.5. Освітлення виробничих приміщень

Основними вимогами охорони праці до освітленості виробничих приміщень є:

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

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

В темні години доби використовується штучне освітлення.

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						56
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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

- загальне – призначене для рівномірного освітлення приміщення або його частин;
- місцеве – для освітлення тільки робочих поверхонь;
- комбіноване (поєднання загального та місцевого освітлення).

Джерелами штучного світла є лампи розжарювання та газозарядні лампи.

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

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

2. Техніка безпеки

2.1. Безпечна експлуатація технологічного устаткування

Для безпечної експлуатації технологічного устаткування та запобігання виникненню небезпечних або аварійних ситуацій застосовуються в першу чергу засоби колективного захисту. За принципом дії та залежно від впливу небезпечного фактору 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.

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

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

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

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

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

Нормативно-технічна документація з безпечної експлуатації основного технологічного обладнання, що працюють під тиском (водогрійні котли): «Правила бу-

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						57
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

дови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів», трубопроводів пари та гарячої води «Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари та гарячої води».

2.2. Безпечна експлуатація електроустаткування

Види електричних травм на виробництві:

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

Факторами, що зумовлюють небезпечне ураження електричним струмом, є:

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

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

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

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

Для забезпечення електробезпеки на виробництві передбачено спеціальні заходи і засоби захисту. До них належать, наприклад, недоступність струмопровідних частин обладнання; ізоляція струмоведучих частин з опором силового устаткування та освітлюючої апаратури $R_{iz} \geq 0,5 \text{ МОм}$, заземлення опором $R_3 \leq 4 \text{ Ом}$, швидкодіюче автоматичне захисне відключення; застосування низьких напруг ($U < 42 \text{ В}$), 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 бсикавковідводів.

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

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						58
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

приміщень, розміщення технологічного обладнання та комунікацій; відхилення від правил експлуатації та ремонту обладнання, споживачів електроенергії та електромереж, порушення посадових інструкцій щодо пожежної безпеки; необережне поводження з вогнем та матеріалами, що легко запалюються).

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

За спалимістю речовини і матеріали поділяються на три групи:

Спалимі, важко спалимі, неспалимі.

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

Усі будівлі та споруди за вогнестійкістю класифікуються за V ступенями.

Заходи пожежної безпеки поділяються на 4 групи:

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

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

Будівля відділення котельні – відноситься до III класу пожежонебезпечної зони.

Система пожежного захисту виробничого приміщення включає також наявність системи оповіщення (ручні кнопочні 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 розбризкувачем);
- пожежний інвентар:
 - відра, кошма, лопати;
 - вогнегасники(ОВП-10-2 шт; ВВ-2шт);
 - ящики з піском.

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						59
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ IV. Нормативні вимоги до опалення та внутрішнього теплопостачання

4.5 Теплоносій

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №1 в м. Кременчук</i> <i>Нормативні вимоги до опалення та внутрішнього теплопостачання</i>	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив		Прусаков С.І.						60
Перевірив		Петренко В.П.				ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		
Рецензув.								
Затвердив		Петренко В.П.						

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

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

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

Для підвищення енергоефективності системи відповідно до ДСТУ Б EN 15316-2-3 рекомендується приймати температуру теплоносія якомога нижчою

від зазначеної у додатку А.

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

4.5.11 Слід передбачати заходи, що забезпечують систему опалення та внутрішнього теплопостачання від її спорожнення в міжопалювальний період.

4.6 Трубопроводи

4.6.1 Для трубопроводів систем опалення, внутрішнього теплопостачання, охолодження, кондиціонування, повітряного душення та повітротеплових завіс (далі - трубопроводи) слід застосовувати сталеві, мідні, полімерні (у тому числі металополімерні) труби, які призначені для цього за відповідними нормативними документами. Для трубопроводів пари з робочим тиском пари більше 0,07 МПа, трубопроводів гарячої води з температурою вище 115 °С, редукційно-охолоджувальних пристроїв і колекторів, що є складовою частиною трубопроводу, слід застосовувати вимоги НПАОП 0.00-1.11.

Не допускається застосовувати полімерні труби, призначені для систем водопостачання, у закритих трубопровідних системах.

Із сталевими приладами та обладнанням (сталеві штамповані радіатори, сталеві мембранні розширювальні баки, тонкостінні замикальні або обвідні трубки приєднувальної гарнітури опалювальних приладів тощо), котре має обмеження вмісту розчиненого кисню в теплоносії, слід застосовувати полімерні труби з антидифузійним прошарком, що забезпечує киснепроникність не більше ніж 0,1 г/(м³·добу) за температури води 40 °С. Для трубопроводу 20 мм х 2 мм максимальна лінійна киснепроникність складає 0,02 мг/(м³·добу).

Застосовувати полімерні труби для систем опалення зі сталевими штампованими радіаторами слід згідно з ДСТУ-Н Б В.2.5-62.

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						61
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Полімерні труби, що мають антидифузійний прошарок із невизначеною ки-снепроникністю, допускається застосовувати у поєднанні зі сталевими трубоп-роводами у закритій системі. При цьому середній строк служби елементів цієї системи, а також зовнішньої системи, якщо внутрішня система приєднана за за-лежною схемою до зовнішньої системи, слід приймати, як для відкритої

системи згідно з додатком П.

У комплекті з трубами слід застосовувати призначені саме для них відпові-дні фітинги, деталі та вироби. Фітинги не повинні погіршувати якість теплоносія, забезпечувати герметичність системи згідно з додатком Г, не погіршувати сані-тарно-епідеміологічний стан приміщення.

Трубопроводи з мідних безшовних круглих труб слід проектувати згідно з ДСТУ-Н Б В.2.5-45.

4.6.2 При використанні труб, обладнання, арматури тощо з різних металів в одній системі, за необхідності, слід застосовувати заходи запобігання електро-хімічній корозії.

4.6.3 При використанні полімерних труб необхідно вживати заходів авто-матичного недопущення надмірного зростання температури теплоносія.

4.6.4 Трубопроводи, як правило, прокладають окремо для систем різного призначення.

4.6.5 Спосіб прокладання трубопроводів повинен забезпечувати легку їх заміну при ремонті. Замонолічування трубопроводів (окрім полімерних) без ко-жуха у будівельну конструкцію допускається:

- у будівлях зі строком служби менше 20 років;
- при розрахунковому строку служби трубопроводу 40 років і більше.

За прихованого прокладання трубопроводів слід забезпечити доступ через лючки до рознімних з'єднань та арматури тощо, достатній для обслуговування, налагодження тощо.

Прокладання трубопроводу із полімерних труб слід передбачати прихова-ним: у підлозі, плінтусі, за екраном, у штрабі, шахті, каналі тощо; допускається відкрите їх прокладання в місцях, де виключається механічне та термічне пош-кодження трубопроводу, а також прямий вплив на них ультрафіолетового опро-мінення.

4.6.6 У приміщеннях охорони здоров'я згідно з ДБН В.2.2-10, до яких ви-сувають вимоги щодо забезпечення асептичних умов, слід виконувати приховане прокладання трубопроводів.

4.6.7 Прокладання транзитних трубопроводів не допускається через при-міщення захисних споруд цивільної оборони та шахт з електрокабелями; допус-кається прокладання транзитних трубопроводів із нерознімними з'єднаннями в захисному кожусі через електротехнічні приміщення, пішохідні галереї та ту-нелі.

4.6.8 Трубопровід у місці перетину перекриття, внутрішньої стіни або пе-регородки слід прокладати в гільзі з негорючого матеріалу. Торці гільзи повинні

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						62
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

бути не менше рівня чистової поверхні огорожі та виступати не більше ніж на 30 мм від чистової поверхні огорожі.

У місцях перетину трубопроводом огорожувальних конструкцій з нормованим класом вогнестійкості та протипожежних перешкод слід влаштовувати спеціальні проходки або муфти, що забезпечують нормований клас вогнестійкості таких конструкцій відповідно до ДБН В.1.1-7.

4.6.9 При паралельному прокладанні горизонтальних трубопроводів у горизонтальній площині слід, як правило, розташовувати ближчим до зовнішньої стіни трубопровід охолодженої води; у вертикальній площині - трубопровід гарячої води над трубопроводом охолодженої води.

4.6.10 У двотрубних системах стояк з гарячим теплоносієм слід розташовувати праворуч від стояка охолодженої води.

4.6.11 Довжина вертикального трубопроводу системи парового опалення із зустрічним рухом конденсату та пари не повинна перевищувати 6 м.

4.6.12 Слід передбачати компенсацію теплового подовження трубопроводу, насамперед використовуючи його вигини, обумовлені внутрішньою геометрією будівлі, та відступи вузлів приєднання стояків і приладових віток до магістралей; потім, як правило, додаткових вигинів прямолінійних ділянок трубопроводів - П-подібних та аналогічного типу компенсаторів. При цьому навколо вигинів трубопроводів потрібно передбачати місця їх вільного зміщення. Допускається застосування осьових компенсаторів.

Компенсацію теплового подовження однострубного стояка слід передбачати зміщенням замикаючих або обхідних ділянок вузлів обв'язки

опалювальних приладів.

Компенсацію теплового подовження замоноличеного трубопроводу в огорожувальній конструкції необхідно передбачати за рахунок його вигину в захисній оболонці; при цьому довгу ділянку трубопроводу рекомендується прокласти з незначним вигином.

4.6.13 У неопалюваних приміщеннях з температурою повітря 5 °С та нижче, визначеною розрахунком теплового балансу за зовнішньої температури найхолоднішої доби забезпеченістю 0,98 згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 для району будівництва, потрібно застосовувати місцеві електричні обігрівачі трубопроводів (електричний нагрівальний кабель), що автоматично вмикаються при 5 °С і забезпечують незамерзання трубопроводів за вищезазначеної зовнішньої температури повітря.

4.6.14 Еквівалентну шорсткість внутрішньої поверхні трубопроводів зі сталевих труб слід приймати не менше ніж: 0,2 мм для води і пари та 0,5 мм - для конденсату.

При залежному приєднанні систем до теплової мережі, а також при реконструкції їх з використанням існуючих трубопроводів еквівалентну шорсткість потрібно приймати не менше ніж: 0,5 мм для води і пари та 1,0 мм - для конденсату.

Еквівалентну шорсткість внутрішньої поверхні труб із полімерних матеріалів, а також мідних труб слід приймати за даними їх виробника, але не менше ніж 0,01 мм та 0,11 мм відповідно.

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						63
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

При реконструкції, модернізації трубопроводних систем зі сталевими трубопроводами, що залишаються, слід враховувати збільшення втрат тиску в них у залежності від часу експлуатації та вмісту кисню в теплоносії.

4.6.15 Швидкість руху теплоносія в трубопроводах систем водяного опалення слід приймати залежно від допустимого еквівалентного рівня звуку в приміщенні:

а) вище 40 дБА - не більше ніж 1,5 м/с у громадських будівлях та приміщеннях; не більше ніж 2 м/с у адміністративно-побутових будівлях та

приміщеннях; не більше ніж 3 м/с у виробничих будівлях та приміщеннях;

б) 40 дБА і нижче - згідно з додатком Р. Швидкість руху пари в трубопроводах слід приймати:

а) у системах опалення низького тиску (до 70 кПа на вводі) при супутньому русі пари та конденсату - 30 м/с, при зустрічному - 20 м/с;

б) у системах опалення високого тиску (від 70 до 170 кПа на вводі) при супутньому русі пари та конденсату - 80 м/с, при зустрічному - 60 м/с.

4.6.16 Уклони трубопроводів води, пари та конденсату потрібно приймати не менше ніж 0,002, а уклон паропроводів проти руху пари - не менше ніж 0,006.

Трубопроводи води допускається прокладати без уклону при швидкості руху води у них 0,25 м/с та більше, а також у горизонтальних приладових вітках за передбаченої можливості витіснення води за необхідності.

4.6.17 При реконструкції, модернізації тощо існуючих систем опалення допускається застосовувати трубопроводи із закінченим строком служби після їх промивання, відсутності наскрізної корозії та позитивного результату гідравлічних випробувань.

4.6.18 При заміні трубопроводів під час реконструкції, модернізації тощо існуючих систем опалення у житлових будинках без відселення мешканців не рекомендується застосовувати зварні з'єднання у квартирах.

4.7 Опалювальні прилади та арматура

4.7.1 У приміщеннях категорій А, Б, В за вибухопожежною та пожежною небезпекою опалювальні прилади слід передбачати з гладкою поверхнею, яка допускає легке очищення, у тому числі:

а) радіатори секційні або панельні одинарні;

б) радіатори секційні або панельні спарені або одинарні для приміщень, у яких відсутнє виділення пилу горючих матеріалів (далі - горючий пил). Для приміщень категорії В, у яких відсутнє виділення горючого пилу, допускається застосування конвекторів;

в) опалювальні прилади із гладких сталевих труб (тільки для категорії В).

Системи опалення зі сталевими панельними радіаторами повинні відповідати вимогам ДСТУ-Н Б В.2.5-62.

При застосуванні конвекторів у приміщеннях загального користування громадської або виробничої будівлі необхідно використовувати їх конструкції з антивандальним виконанням.

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						64
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4.7.2 Опалювальні прилади у приміщеннях категорій А, Б, В необхідно розташовувати на відстані (у світлі) не менше ніж 100 мм від поверхні стін. Не допускається розташовувати опалювальні прилади в нішах.

4.7.3 У приміщеннях для наповнення та зберігання балонів зі стисненим або зрідженим газом, а також у приміщеннях складів категорій А, Б, В та комор горючих матеріалів або у місцях, що відведені в цехах для складування горючих матеріалів, опалювальні прилади необхідно загороджувати екранами із негорючих матеріалів на відстані не менше ніж 100 мм (у світлі) від цих приладів, передбачаючи доступ до них для очищення.

4.7.4 Газові та електричні інфрачервоні випромінювачі систем променевого опалення з температурою поверхні вище 150 °С слід розташовувати у верхній зоні приміщення на конструкціях із негорючих матеріалів відповідно до ДСТУ Б В.2.7-19. Стелі або конструкцію із горючих матеріалів над пальниками необхідно захищати або екранувати негорючим матеріалом. Відстані від випромінювачів до конструкцій приміщення з горючих матеріалів

слід приймати згідно з ДБН В.2.5-20.

Газові випромінювачі допускається застосовувати за умови видалення продуктів згоряння та забезпечення ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої або зони обслуговування нижче допустимих значень згідно з ГОСТ 12.1.005 за рахунком вентиляції відповідно до ДБН В.2.5-20 і методичних рекомендацій [2].

4.7.5 Опалювальний прилад розташовують, як правило, під світловим прорізом, за його наявності, у місці, доступному для огляду, ремонту та очищення. Допускається встановлювати декоративні опалювальні прилади всередині приміщень.

Довжину опалювального приладу слід визначати розрахунком та приймати не менше ніж 75 % довжини світлового прорізу (вікна) у лікарнях, дитячих дошкільних закладах, школах, будинках для людей похилого віку та інвалідів.

4.7.6 Опалювальні прилади у виробничих приміщеннях з постійними робочими місцями, розташованими на відстані 2 м або менше від вікон, у районах з розрахунковою температурою зовнішнього повітря в холодний період року мінус 15 °С і нижче для найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92 відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27 слід розташовувати під вікнами. Такі опалювальні прилади необхідно розраховувати на компенсацію втрат теплоти через зовнішні огорожі на висоту до 4 м від підлоги або робочої площадки, а при обґрунтуванні - на більшу висоту.

4.7.7 Опалювальні прилади сходової клітки слід розташовувати на першому поверсі, а на сходовій клітці, поділеній на відсіки, - в нижній частині кожного відсіку. Опалювальні прилади не слід розташовувати в тамбурах, що мають зовнішні двері.

На сходових клітках, у тому числі незадимлюваних, не допускається встановлювати опалювальні прилади, що виступають за площину стін на висоті менше ніж 2,2 м від поверхні проступів та площадок сходів.

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						65
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Опалювальні прилади сходової клітки, що не мають автоматичних регуляторів температури повітря (терморегулятор або електронний регулятор витрати теплоносія), слід приєднувати до окремих (другорядних) приладових

віток або стояків системи опалення, на яких потрібно забезпечувати автоматичне регулювання теплоносія відповідно до 4.4.7.7а) - 4.4.7.7в), якщо опалювальні прилади основної системи опалення мають автоматичні регулятори температури повітря.

4.7.8 Конвектор з автоматичним регулятором температури повітря приміщення (терморегулятор або електронний регулятор витрати теплоносія) необхідно застосовувати без регулювального повітряного клапана.

4.7.9 Опалювальні прилади у приміщеннях установ охорони здоров'я необхідно застосовувати з урахуванням вимог ДБН В.2.2-10.

4.7.10 При використанні декоративного екрана (грат) опалювального приладу потрібно забезпечувати доступ до опалювального приладу для його очищення.

4.7.11 Збільшення номінального теплового потоку опалювального приладу при застосуванні декоративного екрана (грат) у громадських будівлях не повинно перевищувати 10 % номінального теплового потоку відкрито встановленого опалювального приладу.

4.7.12 Слід обирати опалювальний прилад, окрім електричної опалювальної панелі в огорожувальній конструкції приміщення, якщо його застосовують з автоматичним регулятором температури повітря приміщення (терморегулятор або електронний регулятор витрати теплоносія) з тепловим потоком, більшим від розрахункового на:

15 % - для приміщень з розрахунковою температурою приміщення, що дорівнює найменшій температурі діапазону її норми згідно з додатками Д та Е;

10 % - для приміщень з розрахунковою температурою приміщення, що дорівнює середній температурі діапазону її норми згідно з додатками Д та Е.

При проміжних значеннях розрахункової температури з діапазону температур приміщення збільшення теплового потоку опалювального приладу допускається приймати за інтерполяцією (екстраполяцією).

4.7.13 Тепловий потік обраного опалювального приладу потрібно приймати не меншим ніж на 5 % або на 60 Вт від необхідного за розрахунком.

4.7.14 В однотрубній системі необхідно запобігати залишковій тепловіддачі радіаторів при закритих автоматичних регуляторах температури повітря приміщення (терморегулятор або електронний регулятор витрати теплоносія).

4.7.15 При розрахунку опалювальних приладів слід враховувати 90 % теплового потоку від відкрито прокладеного (з теплоізоляцією або без неї) стояка або приладової вітки, до яких приєднані ці прилади.

4.7.16 При визначенні теплового потоку опалювальних приладів догрівачої системи слід перераховувати тепловий потік опалювальних приладів чергової або фонові системи опалення на розрахункову температуру повітря в робочий час (час використання приміщення).

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						66
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4.7.17 Температуру поверхні низькотемпературних панелей радіаційного обігріву робочих місць не слід приймати вище 60 °С, а панелей радіаційного охолодження - нижче 2 °С.

4.7.18 Убудовані нагрівальні елементи системи водяного опалення допускається розташовувати в огорожувальних конструкціях приміщення з дотриманням вимог щодо опору теплопередачі цих конструкцій, як для електричної кабельної системи опалення прямої дії згідно з ДБН В.2.5-24.

4.7.19 Розрахункову питому теплову потужність убудованих нагрівальних елементів системи водяного опалення з урахуванням температури з різних сторін будівельної конструкції слід визначати, як для електричної кабельної системи опалення прямої дії згідно з ДБН В.2.5-24.

Убудовані нагрівальні елементи системи електричного опалення слід застосовувати згідно з ДБН В.2.5-24.

4.7.20 Температуру нагрівальної поверхні будівельних конструкцій з убудованими нагрівальними елементами, відповідну діючим нормативам, необхідно встановлювати засобами автоматичного регулювання.

Для визначення теплової потужності системи опалення з убудованими нагрівальними елементами слід застосовувати розрахункову температуру нагрівальної поверхні не вище зазначеної у додатку С.

Нерівномірність температури в межах нагрівальної поверхні при обраному кроці укладання нагрівальних елементів (трубопроводів, кабелю тощо) не повинна перевищувати 1,5 °С, окрім крайової зони приміщення.

4.7.21 Допускається застосовувати електричні опалювальні прилади, які мають автоматичне регулювання температури повітря та рівень захисту від ураження током відповідно до призначення приміщення, його оснащення та характеристик будівельних конструкцій згідно з ДБН В.2.5-27, НПАОП 40.1- 1.21, ПУЕ. Температура тепловіддавальної поверхні електричних опалювальних приладів повинна бути нижче від максимально допустимої згідно з додатком А.

4.7.22 Опалювальний прилад (у тому числі опалювальну панель а також рушникосушарку, приєднану до системи опалення) слід оснащати автоматичним регулятором температури повітря приміщення (терморегулятор або електронний регулятор витрати теплоносія).

Автоматичні регулятори температури повітря допускається не встановлювати на опалювальних приладах у приміщеннях, де є вірогідність замерзання теплоносія (сходові клітки, вестибюль, сміттєзбірна камера житлового будинку). Рекомендується в таких приміщеннях застосовувати автоматичні терморегулятори без запірної функції (із захистом від замерзання теплоносія) та захистом від несанкціонованого втручання.

Автоматичні терморегулятори допускається не встановлювати на опалювальних приладах чергової або фонові систем за умови забезпечення автоматичного регулювання температури повітря на приладах догрівальної системи (електричні прилади-доводчики, прилади системи кондиціонування тощо).

Автоматичні терморегулятори на опалювальних приладах повинні відповідати вимогам ДСТУ Б EN 215.

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						67
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Конструкція автоматичного терморегулятора повинна відповідати способу установки опалювального приладу згідно з вимогами виробника. Наприклад, для опалювального приладу, встановленого в ніші, слід застосовувати автоматичний терморегулятор з виносним датчиком температури за межами ніші, а для

опалювального приладу, встановленого за суцільною декоративною панеллю зі щілинами або ґратками знизу та зверху, слід застосовувати виносний термостатичний елемент, встановлений на цій панелі.

4.7.23 Автоматичні регулятори температури повітря приміщення (терморегулятор або електронний регулятор витрати теплоносія) для опалювальних приладів однотрубних систем слід приймати з мінімальним гідравлічним опором, а для приладів двотрубних систем - з підвищеним опором.

4.7.24 При застосуванні автоматичних терморегуляторів на опалювальних приладах у приміщеннях загального користування громадської або виробничої будівлі необхідно використовувати такі їх конструкції, що мають захист від несанкціонованого демонтажу, а також із заблокованою настройкою температури повітря на рівні нижньої температури діапазону норми температури згідно з додатками Д та Е. У решті приміщень зазначених будівель слід застосовувати автоматичні терморегулятори із заблокованою або обмеженою максимальною та мінімальною настройками температури повітря згідно з 4.4.1 та 4.4.2.

4.7.25 При застосуванні автоматичних терморегуляторів на опалювальних приладах у приміщеннях дво- або багатоквартирного житлового будинку потрібно використовувати такі їх конструкції, що мають заблоковану або обмежену мінімальну настройку температури повітря згідно з 5.3.

При реконструкції, капітальному ремонті, термомодернізації, технічному переоснащенні тощо існуючих систем опалення житлових будинків без засобів поквартирного обліку теплоспоживання слід застосовувати такі конструкції автоматичних терморегуляторів на опалювальних приладах, що мають заблоковану або обмежену мінімальну настройку температури повітря згідно з

5.3 та заблоковану або обмежену максимальну настройку температури повітря не вище 24 °С.

4.7.26 У рушникосушарці, приєднаній до системи водяного опалення, допускається застосовувати електронагрівач її підігріву в неопалювальний період згідно з ПУЕ.

4.7.27 З'єднання опалювальних приладів на зчепі допускається передбачати в межах одного приміщення у фонових та чергових системах. У цих системах допускається опалювальні прилади допоміжних приміщень (гардеробних, коридорів, туалетів, умивальних тощо) приєднувати на зчепі до приладів сусідніх приміщень.

4.7.28 Опалювальні прилади невеликих приміщень для майстрів, комор тощо у виробничих будівлях допускається приєднувати до транзитних трубопроводів системи опалення, забезпечуючи автоматичне обмеження витрати (перепаду тиску) в них.

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						68
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4.7.29 Різнобічне приєднання трубопроводів слід передбачати до радіатора з кількістю секцій більше 20 або довжиною більше 2 м, а також у фонових і чергових системах до двох та більше радіаторів, з'єднаних на зчепу.

До приладових віток допускається різнобічно приєднувати будь-які опалювальні прилади.

4.7.30 Для гідравлічного балансування водяної системи слід застосовувати регулювальну (балансувальну) арматуру згідно з 4.1.11, 4.4.7.7, 4.4.7.8, 4.7.7, що забезпечує обраний при проектуванні та вказаний у проектній документації спосіб налагодження системи.

4.7.31 Настроювання всієї ручної та автоматичної запірно-регулювальної арматури (терморегулятори, приєднувальна регулювальна гарнітура, ручні та автоматичні балансувальні клапани тощо), якою ув'язані циркуляційні кільця системи опалення, повинні бути визначені гідравлічним розрахунком, зазначені у проектній документації та виставлені при налагодженні системи. Настроювання запірно-регулювальної арматури повинне бути зафіксоване згідно з інструкціями виробника.

Застосовувана в системі опалення запірно-регулювальна арматура із заводськими незмінними настройками повинна відповідати настройкам у проектній документації, визначеним гідравлічним розрахунком.

Допускається зміна настроювань запірно-регулювальної арматури, визначених гідравлічним розрахунком у проекті, при налагодженні системи,

якщо інакше неможливо забезпечити проектну витрату теплоносія в циркуляційних кільцях системи.

Настроювання неспецифікованої або яку застосовують замість специфікованої у проектній документації запірно-регулювальної арматури слід визначати гідравлічним розрахунком (перерахунком) системи.

Настроювання всієї арматури та обладнання (перепускні та запобіжні клапани, мембранні баки тощо), що забезпечує безпечну роботу системи, повинно бути визначене розрахунком, зазначене у проектній документації та виставлене при налагодженні системи.

4.7.32 Запірну арматуру слід передбачати:

- а) для відключення від кожного джерела тепlopостачання;
- б) для відключення та спуску води кожної системи, відокремлених кілець, віток, приладових віток та стояків (окрім стояків будівель з трьома та менше поверхами);
- в) для відключення конденсатовідвідників;
- г) для відключення (за необхідності, для спуску води) насосів, теплообмінників, баків акумуляторів, теплолічильників та іншого обладнання, що потребує відключення при обслуговуванні;
- д) для відключення та спуску води розширювальних баків, окрім відкритих; для відключення слід застосовувати арматуру із захистом від несанкціонованого закриття.

Допускається не встановлювати запірну арматуру в зазначених місцях, якщо там встановлена балансувальна арматура з аналогічними функціями.

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						69
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4.7.33 Автоматичну запірну арматуру, у тому числі соленоїдні клапани, допускається встановлювати для відключення системи або її частини при аварійній розгерметизації.

4.7.34 Не допускається встановлювати автоматичну запірну арматуру для відключення системи або її частини за несплату послуги опалення.

4.7.35 Не допускається застосовувати запірну арматуру як регулювальну.

4.7.35.1 Запірну арматуру, у тому числі кульові або пробкові крани,

вентилі, поворотні заслінки, не допускається встановлювати на підводках до опалювальних приладів або в цих приладах для регулювання температури повітря у приміщенні замість автоматичних регуляторів температури повітря приміщення (терморегулятор або електронний регулятор витрати теплоносія).

4.7.35.2 Не допускається замінити сенсори та приводи клапанів автоматичного регулювання, що визначені проектом, ковпачками, маховиками тощо ручного регулювання.

4.7.36 Не допускається застосовувати запірну арматуру:

а) на опалювальних приладах для їх відключення, крім запірно-приєднувальної арматури (гарнітури) без маховиків;

б) на опалювальних приладах у приміщеннях, де є вірогідність замерзання теплоносія, крім запірно-приєднувальної арматури (гарнітури) без маховиків з можливістю настроювання у двотрубних системах;

в) для відключення відкритих розширювальних баків;

г) з можливістю несанкціонованого відключення мембранних розширювальних баків.

4.7.37 Арматура для спорожнення повинна мати штуцери для приєднання шлангів.

4.7.38 Слід встановлювати арматуру для спорожнення системи та кожної з її частин: вітки, приладової вітки, у тому числі квартирної, стояка.

Допускається не передбачати арматуру для спорожнення вертикальної системи на стояках у будівлях до трьох поверхів включно.

Розташовувати арматуру для спорожнення системи у приміщеннях, окрім виробничих, з постійним перебуванням людей не допускається.

Не слід встановлювати арматуру для спорожнення системи, якщо вона є конструктивно вбудованою в запірну або регулювальну арматуру, встановлену у відповідних для спорожнення місцях системи, або передбачена у відповідному обладнанні системи і забезпечує повне спорожнення ділянок або обладнання.

4.7.39 Рекомендується застосовувати систему загального спорожнення віток горизонтальної системи багатоповерхової будівлі.

4.7.40 У системах водяного опалення слід забезпечити видалення повітря:

а) автоматичними повітровідвідниками з кожного стояка вертикальної та горизонтальної систем з нижньою розводкою подавальної та зворотної магістралей;

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						70
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

б) автоматичним повітровідвідником з кожної магістралі (вітки), розташованої у верхній частині будівлі та вище джерела теплопостачання;

в) ручним або автоматичним повітровідвідниками з верхніх точок (обходи дверей, воріт тощо) горизонтальних магістралей (віток) та приладових віток, у тому числі з розподільників (колектор та гребінка) підлогового опалення;

г) ручним або автоматичним повітровідвідниками, якщо їх не передбачено в автоматичному регуляторі температури повітря, з кожного опалювального приладу при його нижньому підключенні до приладової вітки або стояка;

д) ручним або автоматичним повітровідвідниками в інших місцях накопичення повітря;

е) автоматичним повітровідвідником за циркуляційним насосом або вбудованим у цей насос при застосуванні полімерних трубопроводів, що мають антидифузійний прошарок із невизначеною киснепроникністю.

4.7.41 Рекомендується застосовувати автоматичний повітровідвідник за циркуляційним насосом або вбудованим у насос.

4.7.42 Установлювати автоматичні або ручні повітровідвідники, крім установлених на опалювальних приладах, у приміщеннях, окрім виробничих з постійним перебуванням людей, не допускається.

4.7.43 Застосовувати систему загального відведення повітря з опалювальних приладів через повітряний трубопровід не допускається.

4.7.44 Видалення повітря із систем парового опалення слід передбачати у верхніх точках конденсатопроводів, заповнених водою, та в нижніх точках самопливних конденсатопроводів.

4.7.45 Рекомендується застосовувати показники довговічності (середній строк служби) та експлуатаційних витрат опалювальних приладів, арматури та іншого обладнання згідно з додатком П.

4.7.46 При реконструкції, модернізації тощо існуючих систем опалення допускається застосування опалювальних приладів, строк служби яких закінчився, після їх промивки, відсутності наскрізної корозії та позитивного результату гідрравлічних випробувань.

4.7.47 При реконструкції, модернізації тощо існуючих систем опалення не допускається застосування запірно-регулювальної та запобіжної арматури, а також повітровідвідних пристроїв, строк експлуатації яких закінчився.

4.8 Пічне опалення

4.8.1 Пічне опалення допускається застосовувати в житлових, громадських та виробничих будівлях згідно з додатком Т. Для приміщень категорій А, Б, В за вибухопожежною та пожежною небезпекою пічне опалення застосовувати не допускається.

Використання пічного опалення у дитячих навчально-виховних закладах слід передбачати в окремих випадках, які обумовлені місцевими особливостями.

4.8.2 Розрахункові втрати теплоти у приміщеннях слід компенсувати відповідною середньою тепловою потужністю опалювальної печі: для печі з періодичним топленням слід приймати два топлення на добу, а для печі тривалого горіння - безперервне топлення.

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						71
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Коливання температури повітря у приміщеннях з періодичним топленням не повинно перевищувати 3 °С упродовж доби.

4.8.3 Максимальна температура зовнішньої поверхні печі (окрім чавунного настилу, металевих дверцят та іншого металевого пічного обладнання) у градусах Цельсія не повинна перевищувати:

90 - у приміщеннях дитячих дошкільних закладів та закладів охорони здоров'я;

110 - в інших будівлях та приміщеннях на поверхні печі не більше ніж 15% від загальної площі поверхні печі;

120 - те саме, на поверхні печі не більше ніж 5 % від загальної площі поверхні печі.

У приміщенні з тимчасовим перебуванням людей за умови встановлення

захисних екранів допускається застосовувати печі з температурою поверхні вище 120 °С.

4.8.4 Одну піч допускається передбачати для опалення не більше трьох приміщень, розташованих на одному поверсі.

У двоповерховій будівлі допускається передбачати двоярусну піч з відокремленими пальниками та димоходами для кожного поверху, а для двоярусних квартир - з одним пальником на першому поверсі.

Застосування дерев'яних балок у перекритті між верхнім та нижнім ярусами печі не допускається.

4.8.5 У загальноосвітній школі та дитячому дошкільному закладі, закладі охорони здоров'я, культурно-видовищному та дозвілєвому закладах, будинку відпочинку та готелі печі слід розташовувати так, щоб обслуговувати пальники з підсобних приміщень або коридорів, які мають вікна з кватирками та витяжну вентиляцію з природним спонуканням.

4.8.6 У будівлі з пічним опаленням не допускається:

а) улаштування витяжної вентиляції зі штучним спонуканням, яка не компенсована припливною вентиляцією із штучним спонуканням;

б) відведення диму у вентиляційні канали та застосування димоходів і димовідводів для вентиляції приміщень.

4.8.7 Піч рекомендується розташовувати біля внутрішніх стін та перегородок, передбачаючи розташування в них димових каналів.

Димохід допускається розташовувати в зовнішній стіні з негорючих матеріалів, утеплених, за необхідності, із зовнішнього боку для недопущення конденсації вологи з газів, що відводяться. За відсутності стін для розташування в них димоходу, слід для відведення диму застосовувати приставний димохід, насадний або корінний димовий канал.

4.8.8 Для кожної печі слід передбачати окремий димохід або димовий канал. Допускається приєднувати до одного димоходу (димового каналу) дві печі, розташовані в одній квартирі на одному поверсі. При приєднанні димової труби в ній слід передбачати розсічку завтовшки 0,12 м і заввишки не менше ніж

1 м від низу приєднання труби.

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						72
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4.8.9 Переріз димових каналів (димових труб) залежно від теплової потужності печі слід приймати не менше:

140 мм х 140 мм - за теплової потужності печі до 3,5 кВт;

140 мм х 200 мм - за теплової потужності печі від 3,5 кВт до 5,2 кВт; 140 мм х 270 мм - за теплової потужності печі від 5,2 кВт до 7 кВт.

Площа перерізу круглих димових каналів повинна бути не менше площі зазначених прямокутних каналів.

4.8.10 На димовому каналі печі, що працює на твердому паливі, слід передбачати шибери (засувки) з отвором не менше ніж 15 мм х 15 мм.

4.8.11 Гирло димової труби слід розташовувати на висоті від колосникової решітки не менше ніж 5 м.

Висоту димової труби, що розташована на відстані, яка дорівнює або більша за висоту суцільної конструкції, що виступає над покрівлею, слід приймати:

- не менше ніж 0,5 м над плоскою покрівлею;
- не менше ніж 0,5 м над гребенем даху або парапетом - при розташуванні труби на відстані до 1,5 м від гребеня або парапету;
- не нижче гребеня даху або парапету - при розташуванні димової труби на відстані від 1,5 до 3 м від гребеня або парапету;
- не нижче за лінію, що проведена від гребеня донизу під кутом 10° до горизонту – при розташуванні димової труби від гребеня на відстані більше 3 м.

Димову трубу необхідно виводити вище покрівлі більш високої будівлі, до якої прибудована будівля з пічним опаленням.

Димову трубу слід виводити не нижче лінії, що проведена під кутом 10° до горизонту і є дотичною до контуру вищої будівлі, що розташована поруч з будівлею з пічним опаленням.

Висоту витяжного вентиляційного каналу, розташованого поруч з димовою трубою, слід приймати такою, що дорівнює висоті цієї труби.

4.8.12 Димові труби повинні бути вертикальними без уступів із глиняної цегли зі стінками завтовшки не менше ніж 120 мм або з жаростійкого бетону

завтовшки не менше ніж 60 мм з передбаченням в їх основах та димоходах кишені завглибшки 250 мм з отворами для очищення, які зачиняються дверцятами. Допускається застосовувати димоходи із азбестоцементних труб або збірних виробів із нержавіючої сталі заводського виготовлення (двошарових сталевих труб з тепловою ізоляцією із негорючого матеріалу). При цьому температура газів, що видаляються, не повинна перевищувати 300 °С для азбестоцементних труб та 500

°С для труб із нержавіючої сталі. Застосування азбестоцементних димоходів та димоходів із нержавіючої сталі для печей на вугіллі не допускається.

Допускається передбачати відводи димових труб під кутом до 30° до вертикалі з віднесенням не більше ніж 1 м; похилі ділянки повинні бути гладкими, постійного перерізу, площею не менше за площу поперечного перерізу вертикальних ділянок.

4.8.13 Гирло димових труб слід захищати від прямого попадання атмосферних опадів, а також сторонніх предметів. Зонти, дефлектори та інші насадки

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		73

димових труб не повинні створювати надлишкового аеродинамічного опору, який може перешкоджати вільному виходу диму. Рекомендується для захисту використовувати оголовки заводського виготовлення з інструкцією підприємства-виробника щодо їх монтажу.

4.8.14 Димові труби для печей на дровах та торфі на будівлях з покрівлями із горючих матеріалів необхідно передбачати з іскровловлювачами з металевої сітки з отворами розміром не більше ніж 5 мм х 5 мм.

4.8.15 Розміри переділок у стовщенні стінки печі або димоходу в місці прилягання будівельних конструкцій слід приймати відповідно до додатка У. Переділка повинна бути більше за товщину перекриття (стелі) на 70 мм. Опирати переділку печі на конструкцію будівлі або жорстко з'єднувати з нею не допускається.

4.8.16 Переділки для печей та димових труб, які встановлені у прорізах стін та перегородок з горючих матеріалів, необхідно передбачати на всю висоту печі або димової труби в межах приміщення. При цьому товщину переділки слід приймати не менше товщини зазначеної стіни або перегородки.

4.8.17 Зазори між перекриттями, стінами, перегородками та переділками необхідно передбачати з заповненням із негорючих матеріалів.

4.8.18 Відступку - простір між зовнішньою поверхнею печі, димової труби або димового каналу та стіною, перегородкою або іншою конструкцією будівлі, що виконана із горючих матеріалів, - слід приймати згідно з документацією підприємства-виробника (для печей заводського виготовлення), але не менше розмірів, які наведено у додатку У.

Відступку біля печей у будинках дитячих навчально-виховних закладів та закладів охорони здоров'я необхідно передбачати закритою із стінами та перекриттями з негорючих матеріалів.

У стінах, що закривають відступку, слід передбачати отвори над підлогою і вгорі з решітками площею живого перерізу кожна не менше ніж 150 см². Підлогу в закритій відступці необхідно передбачати з негорючих матеріалів і розташовувати на 70 мм вище підлоги приміщення.

4.8.19 Відстань між верхом перекриття печі, виконаного з трьох рядів цегли, із стелею з горючих матеріалів, захищеною штукатуркою по сталевій сітці або сталевим листом по базальтовому картону завтовшки 10 мм, слід приймати 250 мм для печей з періодичним топленням і 700 мм для печей тривалого горіння, а при незахищеній стелі - відповідно 350 мм та 1000 мм. Для печей, які мають перекриття з двох рядів цегли, зазначені відстані слід збільшувати в 1,5 раза.

Відстань між верхом металевої печі з теплоізолюваним перекриттям та захищеною стелею слід приймати 800 мм, а для печі з нетеплоізолюваним перекриттям та незахищеною стелею - 1200 мм.

4.8.20 Простір між перекриттям теплоємної печі та стелею із горючих матеріалів допускається закривати з усіх боків цегляними стінками. Товщину перекриття печі при цьому потрібно збільшувати до чотирьох рядів цегляної кладки, а відстань від стелі приймати згідно з 4.8.19. У стінах закритого простору над

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						74
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

піччю слід передбачати два отвори на різному рівні з решітками, що мають площу живого перерізу кожна не менше ніж 150 см².

4.8.21 Відстань від зовнішніх поверхонь цегляних або бетонних димових

труб до крокв, обрешіток, латувань та інших деталей покрівлі з горючих матеріалів необхідно передбачати в просвіті не менше ніж 130 мм, від керамічних труб без ізоляції - 250 мм, а при теплоізоляції з опором теплопередачі 0,3 м²·К/Вт негорючими або горючими групи П матеріалами - 130 мм. Простір між димовими трубами та конструкціями покрівлі з негорючих та горючих групи П матеріалів слід перекривати негорючими покрівельними матеріалами.

4.8.22 Конструкції будівель слід захищати від загоряння:

а) підлогу з горючих матеріалів під топочними дверцятами - металевим листом розміром 700 мм x 500 мм, розташованим довгою стороною вздовж печі;

б) стіну або перегородку із горючих матеріалів, що примикає під кутом до фронту печі, - штукатуркою завтовшки 25 мм по металевій сітці або металевим листом по базальтовому картону завтовшки 8 мм від підлоги до рівня на 250 мм вище верху топкових дверцят.

Відстань від топкових дверцят до протилежної стіни треба приймати не менше ніж 1250 мм.

4.8.23 Мінімальні відстані від рівня підлоги до дна газооборотів та зольників слід приймати:

а) при конструкції перекриття або підлоги із горючих матеріалів до дна зольника - 140 мм, до дна газообороту - 210 мм;

б) при конструкції перекриття або підлоги із негорючих матеріалів - на рівні підлоги.

4.8.24 Підлогу з горючих матеріалів під каркасними печами, у тому числі на ніжках, необхідно захищати від займання листовою сталлю по базальтовому картону завтовшки 10 мм, при цьому відстань від низу печі до підлоги повинна бути не менше ніж 100 мм.

4.8.25 Для приєднання печей до димових каналів (димоходів) допускається передбачати димовідводи завдовжки не більше ніж 0,4 м за умови:

а) відстань від верху димовідводу до стелі з горючих матеріалів повинна бути не менше 0,5 м за відсутності захисту стелі від займання і не менше ніж 0,4 м - за наявності захисту;

б) відстань від низу димовідводу до підлоги із горючих матеріалів повинна бути не менше ніж 0,14 м.

У конструкції димовідводів слід застосовувати негорючі матеріали. Клас вогнестійкості конструкції димовідводів повинен відповідати REI 45.

4.8.26 Каміни на твердому паливі відповідно до ДБН В.2.2-15 допускається проектувати: у квартирі на останньому поверсі житлового будинку; на будь-якому рівні багаторівневої квартири, розміщеної останньою по висоті у будинку; на будь-якому рівні одноквартирного або зблокованого житлового будинку. При цьому димохід каміна повинен виконуватися автономним і проходити через приміщення цієї квартири. Улаштування камінів на твердому паливі у приміщеннях

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						75
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

житлових, а також громадських та адміністративно-побутових будівель (крім приміщень з масовим перебуванням людей) на будь-якому поверсі допускається за умови приєднання кожного каміну до індивідуального або колективного димоходу через повітряний затвор - ділянку поповерхового димоходу завдовжки не менше ніж 2 м, яка виключає розповсюдження продуктів згоряння.

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						76
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Прядко М.О., Павелко В.І., Рябчук О.М. Проектування системи теплопостачання житлово-промислового району міста. Мет. вказ. до виконання кваліфікаційного проекту “Система теплопостачання житлово-промислового району міста” рівня підготовки бакалавра, напряму 6.050601 “Теплоенергетика” для студентів денної та заочної форм навчання. Частина 1. . – К.: НУХТ, 2011. – 57 с.
2. Бузников Е.Ф. и др.. Производственные и отопительные котельные.— М.:— Энергоатомиздат.— 1984.— 248 с.
3. Роддатис К.Ф., Соколовский Я.Б. – Справочник по котельным установкам малой производительности. М.: Энергия. – 1979. – 368 с.
4. Філоненко В.М., Масліков М.М. Джерела енергопостання промислових підприємств. – Мет. Вказ. до вивчення дисципліни для студентів спеціальності “Промислова теплоенергетики” ден. та заочн. форм навчання. – К.: НУХТ. – 2002.— 34с.
5. Торчинский Я.М. Нормирование расхода газа для отопительных котельных. – Л.: Недра. – 1991. – 163 с.
6. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов ДНАОПО.00-1.08-94. –Х.: Форт, 2000. – 184 с.
7. СНиП II-35-76. Котельные установки / ЦИТП Госстроя СССР.- М.,1977. – 47 с.
8. Лившиц О. В. Справочник по водоподготовке котельных установок.— М. : Энергия, 1976. – 287 с.
9. Шилов Е.Й., Гойко А.Ф., Ізмайлова Е.В. Складання кошторисної документації за допомогою укрупнених показників: Навч. посібник. –К.:КНУБА, 2001. – 127 с.
10. ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010 . Інженерне обладнання будинків і споруд. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення
11. ДБН В.2.5-39 «Теплові мережі».

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Прусаков С.І			Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №1 в м. Кременчук Список використаної літератури	Літера	Аркушів	Аркуш
Перевірив		Петренко В.П.						77
Рецензув.						ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		
Затвердив		Петренко В.П.						

12. ДБН В.2.5-20 «Газопостачання».
13. ДБН В.2.5-23:2010 «Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення»
14. ДБН В.2.5-27 «Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд»
15. ПУЕ «ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК»
16. НПАОП 40.1-1.21. «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»
17. ДБН В.2.6-31 «Теплова ізоляція будівель».
18. ДСТУ Б В.2.5-44 «ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ З ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ».
19. ДБН В.2.2-15 «Житлові будинки. Основні положення».

					00БП144.ОПТЕ008.006.ПЗ	Арк.
						78
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		