

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут _____ ННІТІ імені академіка І.С. Гулого _____

Кафедра _____ Теплоенергетики та холодильної техніки _____

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Директор інституту

Завідувач кафедри

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

_____ проф. Василенко С.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2020р.

« ____ » _____ 2020 р.

Дипломний проект

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

з напрямку підготовки (спеціальності) 144 ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА
(шифр та назва напрямку підготовки (спеціальності))

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

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ТЕ-4-3

_____ Бабенко Максим Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник _____ проф Петренко Валентин Петрович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Рецензент

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

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

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 р.

Зміст

Анотація	3
Вступ	4
1. Розрахунок теплових навантажень житлово-промислового району міста	
1.1. Вихідні дані до проекту	6
1.2. Визначення теплових навантажень у системі теплопостачання житлового району	7
1.3. Розрахунок витрати та температури мережної води в прямій та зворотній магістралях	17
1.4. Визначення розрахункових витрат теплоносія	30
1.5. Вихідні дані до частини 2 проекту	33
2. Розрахунок теплової схеми котельні	
2.1. Формування вихідних даних для теплового розрахунку котельні з водогрійними котлами	36
2.2. Формування принципової схеми водогрійної котельні	40
2.3. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами	40
2.4. Вибір обладнання котельні	55
2.5. Визначення енергетичних показників роботи водогрійної котельні	68
3. Охорона праці	73
Перелік посилань	82
Специфікація обладнання	100

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Бабенко М.О..			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Петренко В.П.				2	102
Н. контр.					Кафедра ТЕХТ, 2020		
Затвердив		Василенко С.М.					

Анотація

Проект містить розрахунок теплових навантажень в системі теплопостачання житлового району на 48 кварталів, побудову графіків 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 переріз. Розглянуті питання з охорони праці.

Розрахунково – пояснювальна записка містить:

-103 сторінки тексту;

-53 таблиці;

-8 рисунків.

Графічна частина виконана на 4 листах формату А1.

Проект містить розрахунок теплових навантажень в системі теплопостачання житлового району на 48 кварталів, 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.

Ключеві слова: тепла навантаження, графік опалювання, мережева вода, абонентське підключення, водогрійні котли

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бабенко М.О.			Проект системи теплопостачання житлово- промислового району №4 в місті Кременчук	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Петренко В.П.					3	102
Н. контр.						Кафедра ТЕХТ, 2020		
Затвердив		Василенко С.М.						

Вступ

Дипломний проект бакалавра є кваліфікаційною роботою, який визначає професійну здатність бакалавра щодо проектування систем теплопостачання промислових і комунально-побутових об'єктів.

Завдання кваліфікаційної роботи полягає у використанні отриманих під час навчання теоретичних та практичних знань і навичок щодо розрахунку теплових навантажень, опалення, вентиляції, гарячого водопостачання, виконання інших необхідних розрахунків, використання технічної довідково-нормативної літератури з проектування і експлуатації теплофікаційних систем.

Тематика цієї роботи ґрунтується на розрахунку теплових навантажень житлово-промислового району міста.

Метою дипломного проекту є проектування водогрійної котельні для забезпечення житлово-промислового району міста опаленням, гарячим водопостачанням та вентиляцією, а також технологічним навантаженням підприємства.

Актуальність цієї роботи в забезпеченні району міста тепло- та водопостачанням новою, спроектованою за європейськими стандартами, котельнею.

В основу проекту закладено проектування водогрійної котельні, за умов економії електроенергії та палива. Працюючи при максимальній ефективності, забезпечити житловий район міста опаленням та гарячим водопостачанням.

Для реалізації проекту було вирішено такі задачі :

- розрахунок теплового навантаження в системі теплопостачання житлового району міста;

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бабенко М.О..			Проект системи теплопостачання житлово- промислового району №4 в місті Кременчук	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Петренко В.П.					4	102
Н. контр.						Кафедра ТЕХТ, 2020		
Затвердив		Василенко С.М.						

- розрахунок витрат та температур мережної води в прямій та зворотній магістралях;
- розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами;
- визначення собівартості теплоти відпущеної з котельні;
- опис виробничих шумів, та їх негативний вплив на людину; колективний та індивідуальний захист від них;
- обґрунтування техніко-економічного проектування котельні;
- виконання технічних креслень котельні.

При дотриманні всіх умов, розрахована водогрійна котельня зможе повністю задовольнити потреби населення та підприємство даного району у опаленні та гарячому водопостачанні.

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1. Розрахунок теплових навантажень житлово-промислового району міста

1.1. Вихідні данні до проекту

1. Географічний пункт розміщення житлово-промислового району – м. Кременчук
2. Генплан мікрорайону з розміщенням джерела теплоти № 4
3. Структура теплового навантаження:
 - Опалення житлових кварталів;
 - Гаряче водопостачання житлових кварталів;
 - Вентиляція громадських будівель;
 - Технологічне навантаження промислового підприємства потужністю 12,0 МВт, теплоносій - гаряча вода, з температурою 95°C
4. Розрахункова температура (максимально зимова) для проектування системи опалення:

$$t_{3,0} = -21^{\circ}\text{C}$$

5. Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період:

$$t_3^{cep.on} = -1^{\circ}\text{C}$$

6. Розрахункова температура для проектування системи вентиляції:

$$t_{3,0} = 10^{\circ}\text{C}$$

7. Температура початку опалювального періоду

$$t_{зпк} = 8^{\circ}\text{C}$$

8. Температура точки «зламу», $t_{3.з.}$ (розраховується після побудови графіка зміни температури і витрати мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря)

9. Тривалість роботи промислового підприємства = 7000 год

10. Тривалість опалювального періоду

$$n_0 = 189 \text{ дїб}$$

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бабенко М.О.			Проект системи теплопостачання житлово- промислового району №4 в місті Кременчук	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Петренко В.П.					6	102
Н. контр.						Кафедра ТЕХТ, 2020		
Затвердив		Василенко С.М.						

11. Тривалість стояння температур зовнішнього повітря у географічному пункті розміщення житлово-промислового району, діб

Температура	Інтервали середньодобових температур зовнішнього повітря, °С						
	-25... ...-20	-20... ...-15	-15... ...-10	-10... ...-5	-5... ...0	0... ...+5	+5... ...+8
У вказаному інтервалі	2,3	6,5	14,9	26,6	44,9	56,9	27,4
Нижче даної	2,8	9,3	24,2	50,8	95,7	152,6	180

12. Розрахункові температури мережної води

$$\tau'_{01} = 150^{\circ}\text{C}$$

$$\tau'_{02} = 70^{\circ}\text{C}$$

13. Система теплопостачання– закрита

14. Метод регулювання теплового навантаження О+ГВП

15. Схема підключення підігрівників гарячого водопостачання до системи опалення – двоступенева змішана

1.2. Визначення теплових навантажень у системі теплопостачання житлового району

1.2.1. Для подальшого визначення теплових навантажень в системі теплопостачання зображено план району, у відповідності із завданням у масштабі 1:5500 /згідно з додатками 2-7/, та пронумеровано квартали району тепло споживання

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Адк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

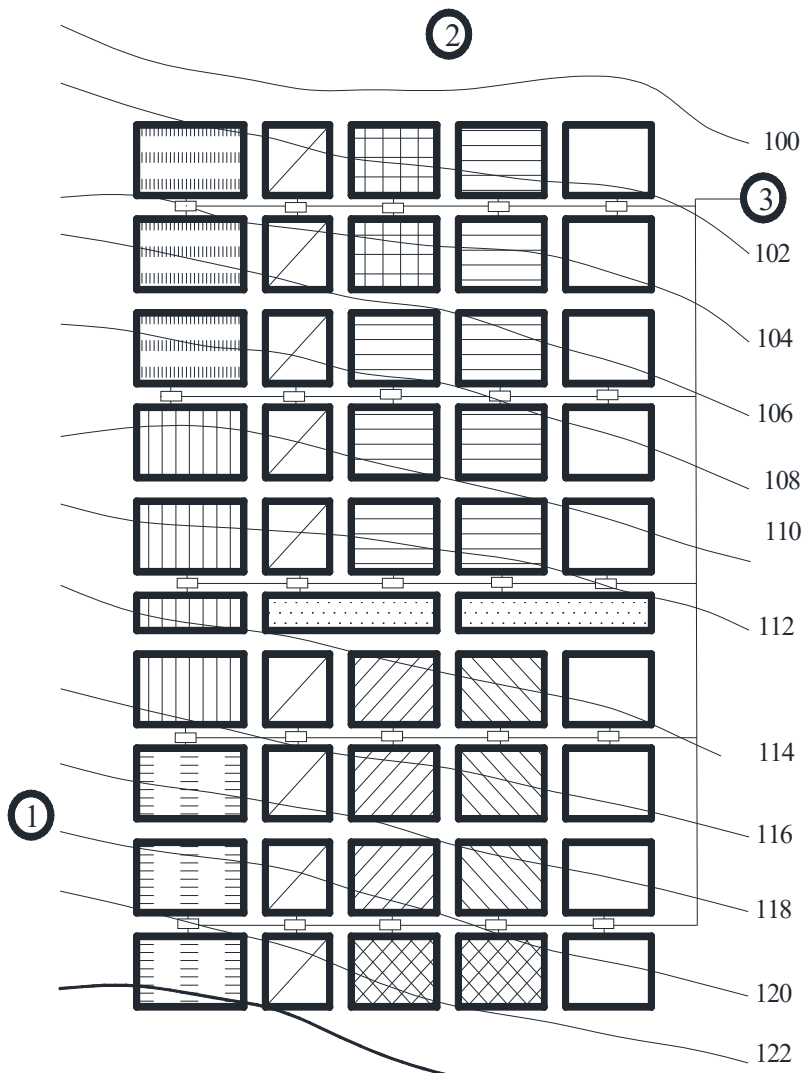


Рисунок 1.1 План району

1.2.2. Визначення площі кварталу району тепlopостачання з урахуванням масштабу. F_i , га.

1.2.3. Визначення загальної площі житлових споруд району, m^2 , за формулою (1.1):

$$F_{жс} = F \cdot f_i = 12,1 \cdot 6013,8 = 72761,5 \text{ м}^2$$

де f_i - густина (щільність) житлового фонду, $m^2/га$, приймається в залежності від поверховості забудови /додаток 8/.

1.2.4. Визначення чисельності /кількості мешканців/ людей, що проживають у районі, за формулою (1.2):

$$m = \frac{F_{жс}}{f_3} = \frac{72761,5}{25} = 2910,46$$

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

де f_3 – норма загальної площі житлового фонду на одного мешканця (людину), приймається в діапазоні 18-25 м²/люд.

1.2.5. Визначення максимального теплового навантаження на опалення житлових і громадських будівель, МВт, за формулою (1.3):

$$Q'_{o\ max} = q_o F_{жс} (1 + K_{зр}) 10^{-6} = 101,32 \cdot 72761,5 \cdot (1 + 0,25) \cdot 10^{-6} = 8,43 \text{ МВт}$$

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

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

1.2.6. Визначення максимального теплового навантаження на вентиляцію громадських споруд, МВт, за формулою (1.4):

$$Q'_{в\ max} = K_{зр} K_{в} q_o F_{жс}, \text{ МВт} = 0,25 \cdot 0,4 \cdot 101,32 \cdot 72761,5 = 0,41 \text{ МВт}$$

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

1.2.7. Визначення середнього теплового навантаження на гаряче водопостачання житлових і громадських споруд, МВт, за формулою (1.5):

$$Q'_{гвп} = q_{г} m 10^{-6} = 332 \cdot 2910,46 \cdot 10^{-6} = 0,37 \text{ МВт}$$

де $q_{г}$ - укрупнений показник середнього теплового потоку на гаряче водопостачання на одну людину, Вт/люд., /дод. 10/; m - кількість людей.

1.2.8. Результати розрахунку по кожному кварталі зведені у таблицю 1.1

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1

Розрахункові теплових навантажень

Номер кварталу	Кількість поверхів	Площа кварталу, га	Густина житлового фонду, м ² /га	Житлова площа кварталу, м ²	Кількість мешканців, люд	Теплові потоки, МВт			
						Опалення, $Q'_{отоп}$	Вентиляція, $Q'_{вент}$	ГВП, $Q'_{ГВП}$	Всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	22	0,31	8500	2635	105,4	0,25	0,03	0,03	0,31
2	9	0,18	8100	1458	58,32	0,14	0,02	0,02	0,18
3	7	0,25	7400	1857,4	74,296	0,17	0,02	0,02	0,21
4	5	0,25	6500	1631,5	65,26	0,15	0,02	0,02	0,19
5	2	0,25	4000	1004	40,16	0,21	0,03	0,01	0,25
6	22	0,31	8500	2635	105,4	0,25	0,03	0,03	0,31
7	9	0,18	8100	1466,1	58,644	0,14	0,02	0,02	0,18
8	7	0,25	7400	1857,4	74,296	0,17	0,02	0,02	0,21
9	5	0,25	6500	1631,5	65,26	0,15	0,02	0,02	0,19
10	2	0,25	4000	1004	40,16	0,21	0,03	0,01	0,25
11	22	0,31	8500	2635	105,4	0,25	0,03	0,03	0,31
12	9	0,18	8100	1466,1	58,644	0,14	0,02	0,02	0,18
13	5	0,25	6500	1631,5	65,26	0,15	0,02	0,02	0,19
14	5	0,25	6500	1625	65	0,15	0,02	0,02	0,19
15	2	0,25	4000	1000	40	0,21	0,03	0,01	0,25

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					10

Продовження таблиці 1,1

16	6	0,30	6100	1830	73,2	0,17	0,02	0,02	0,21
17	9	0,18	7200	1296	51,84	0,12	0,01	0,02	0,15
18	5	0,25	5800	1450	58	0,14	0,02	0,02	0,18
19	5	0,25	5800	1450	58	0,14	0,02	0,02	0,18
20	2	0,25	3600	900	36	0,19	0,02	0,01	0,22
21	6	0,30	6100	1830	73,2	0,17	0,02	0,02	0,19
22	9	0,18	7200	1296	51,84	0,12	0,01	0,02	0,15
23	5	0,25	5800	1450	58	0,14	0,02	0,02	0,18
24	5	0,25	5800	1450	58	0,14	0,02	0,02	0,18
25	2	0,25	3600	900	36	0,19	0,02	0,01	0,22
26	6	0,18	6100	1098	43,92	0,10	0,01	0,01	0,12
27	1	0,26	7200	1872	74,88	0,39	0,05	0,02	0,46
28	1	0,26	3600	936	37,44	0,20	0,02	0,01	0,23
29	6	0,30	6100	1830	73,2	0,17	0,02	0,02	0,21
30	9	0,18	7200	1296	51,84	0,12	0,01	0,02	0,15
31	3	0,25	4500	1125	45	0,13	0,02	0,01	0,16
32	4	0,25	5000	1250	50	0,14	0,02	0,02	0,18
33	2	0,25	3600	900	36	0,19	0,02	0,01	0,22
34	16	0,31	7800	2418	96,72	0,23	0,03	0,03	0,29

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ

Арк.

11

Продовження таблиці 1,1

35	9	0,18	7500	1350	54	0,13	0,02	0,02	0,17
36	3	0,25	4700	1175	47	0,14	0,02	0,02	0,18
37	4	0,25	5200	1300	52	0,15	0,02	0,02	0,19
38	2	0,25	3700	925	37	0,19	0,02	0,01	0,22
39	16	0,31	7800	2418	96,72	0,23	0,03	0,03	0,29
40	9	0,18	7500	1350	54	0,13	0,02	0,02	0,17
41	3	0,25	4700	1175	47	0,14	0,02	0,02	0,18
42	4	0,25	5200	1300	52	0,15	0,02	0,02	0,19
43	2	0,65	3700	2405	96,2	0,50	0,06	0,03	0,59
44	16	0,31	7800	2418	96,72	0,23	0,03	0,03	0,29
45	9	0,18	7500	1350	54	0,13	0,02	0,02	0,17
46	8	0,18	7100	1278	51,12	0,12	0,01	0,02	0,15
47	8	0,18	7100	1278	51,12	0,12	0,01	0,02	0,15
48	2	0,25	3700	925	37	0,19	0,02	0,01	0,22
Разом	-	12,1	-	72761,5	2910,46	8,43	1,01	0,97	10,4 1

1.2.9. Визначення максимального теплового потоку на гаряче водопостачання житлових і громадських споруд, МВт, за формулою (1.6):

$$Q'_{\text{ГВП max}} = 2,4Q'_{\text{ГВП}} = 2,4 \cdot 0,97 = 2,32 \text{ МВт}$$

1.2.10. Визначення середнього теплового навантаження на гаряче водопостачання для неопалювального /літнього/ періоду, МВт, за формулою (1.7):

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{ГВП}_L}^{\text{сер}} = Q'_{\text{ГВП}} \frac{55 - t_{x.в_л}}{55 - t_{x.в_з}} \beta = 0,97 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 0,62 \text{ МВт}$$

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

1.2.11 Визначення максимального теплового навантаження на гаряче водопостачання для неопалювального /літнього/ періоду, МВт, за формулою(1.8):

$$Q_{\text{ГВП}_L}^{\text{сер}} = Q'_{\text{ГВП max}} \frac{55 - t_{x.в_л}}{55 - t_{x.в_з}} \beta = 2,32 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 1,48 \text{ МВт}$$

1.2.12.1. Визначення теплового навантаження на опалення, МВт, за формулою (1.9):

$$Q_o = Q'_o \max \bar{Q}_o = Q'_o \max \frac{t_{в.п} - t_з}{t_{в.п} - t_{з.о}} = 8,43 \cdot \left(\frac{18 - (-21)}{18 - (-21)} \right) = 8,43 \text{ МВт}$$

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

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

1.2.12.2. Визначення теплового навантаження на вентиляцію, МВт, за формулою (1.10):

$$Q_v = Q'_v \max \bar{Q}_o = Q'_v \max \frac{t_{в.п} - t_з}{t_{в.п} - t_{з.о}} = 1,01 \cdot \left(\frac{18 - (-21)}{18 - (-21)} \right) = 1,01 \text{ МВт}$$

1.2.13. Визначення теплового навантаження системи гарячого водопостачання (середнє і максимальне) на протязі опалювального періоду, як незмінні, незалежно від температури зовнішнього повітря.

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

1.2.14. Результати розрахунків зведені у таблицю 1.2.

Таблиця 1.2.

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

№ п/п	Позначення	Одиниця виміру	Тепловий потік при t					
			$t_{3,0}$	t_3	$t_3^{сер.оп}$	$t_{3,3}$	$t_{3нк}$	Літо
			-21	-10	-1	0,8	8	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	\bar{Q}_o	МВт	1,00	0,97	0,85	0,72	0,49	-
2	Q_o	МВт	8,43	8,21	7,13	6,05	4,11	-
3	Q_B	МВт	1,01	0,99	0,86	0,73	0,49	-
4	$Q'_{ГВП}$	МВт	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,62
5	$Q'_{ГВП max}$	МВт	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	1,48
6	Всього: 2+3+4	МВт	10,41	10,16	8,95	7,74	5,56	0,62
7	Всього: 2+3+5	МВт	11,76	11,52	10,31	9,10	6,92	1,48

1.2.15. Визначення річної витрати теплоти:

- на опалення, ГДж/рік, за формулою (1.11):

$$Q_o^{річн} = Q_o' max n_o \frac{t_{в.р.} - t_3^{сер.опал}}{t_{в.р.} - t_3} 3,6 = 8,43 \cdot 189 \cdot \left(\frac{18 - (-1)}{18 - (-21)} \right) \cdot 3,6 =$$

$$= 2793,55 \text{ ГДж/рік}$$

- на вентиляцію, ГДж/рік, за формулою (1.12):

$$Q_B^{річн} = Q_B' max n_o \frac{z}{24} \frac{t_{в.р.} - t_3^{сер.опал}}{t_{в.р.} - t_3} 3,6 =$$

$$= 1,01 \cdot 189 \cdot \left(\frac{16}{24} \right) \cdot \left(\frac{18 - (-1)}{18 - (-23)} \right) \cdot 3,6 =$$

$$= 223,48 \text{ ГДж/рік}$$

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

- на гаряче водопостачання, ГДж/рік, за формулою (1.13):

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{річн}} = \left(Q'_{\text{ГВП}} n_o + Q_{\text{ГВП}_z}^{\text{сер}} (n - n_o) \right) 3,6 =$$
$$= (0,97 \cdot 189 + 0,62 \cdot (8400 - 189 \cdot 24)) \cdot 3,6 = 9529,85 \text{ ГДж/рік}$$

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

1.2.16. Визначення сумарної річної витрати теплоти на опалення, на вентиляцію та на ГВП, МВт/рік, за формулою (1.14):

$$\sum Q^{\text{річн}} = Q_o^{\text{річн}} + Q_{\text{В}}^{\text{річн}} + Q_{\text{ГВП}}^{\text{річн}} = 2793,55 + 223,48 + 9529,85 =$$
$$= 12276,88 \text{ ГДж/рік}$$
$$\sum Q^{\text{річн}} = 3410,25 \text{ МВт/рік}$$

1.2.17. Побудова графіку зміни теплових навантажень на опалення, ГВП та вентиляцію в залежності від температури зовнішнього повітря.

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ

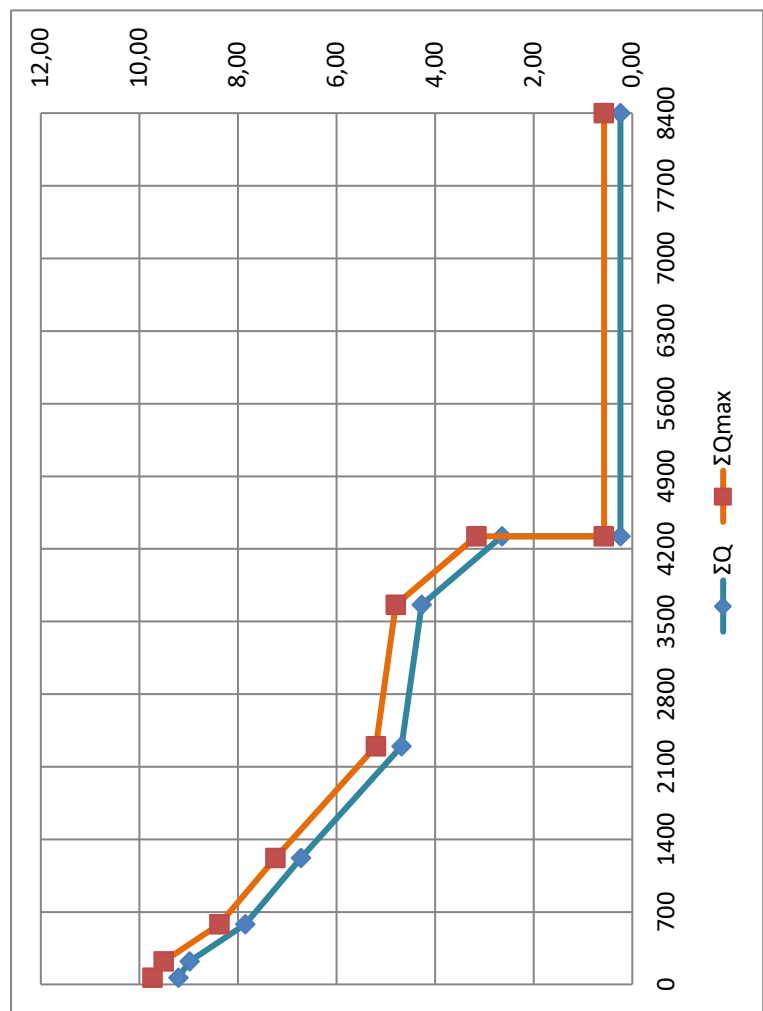
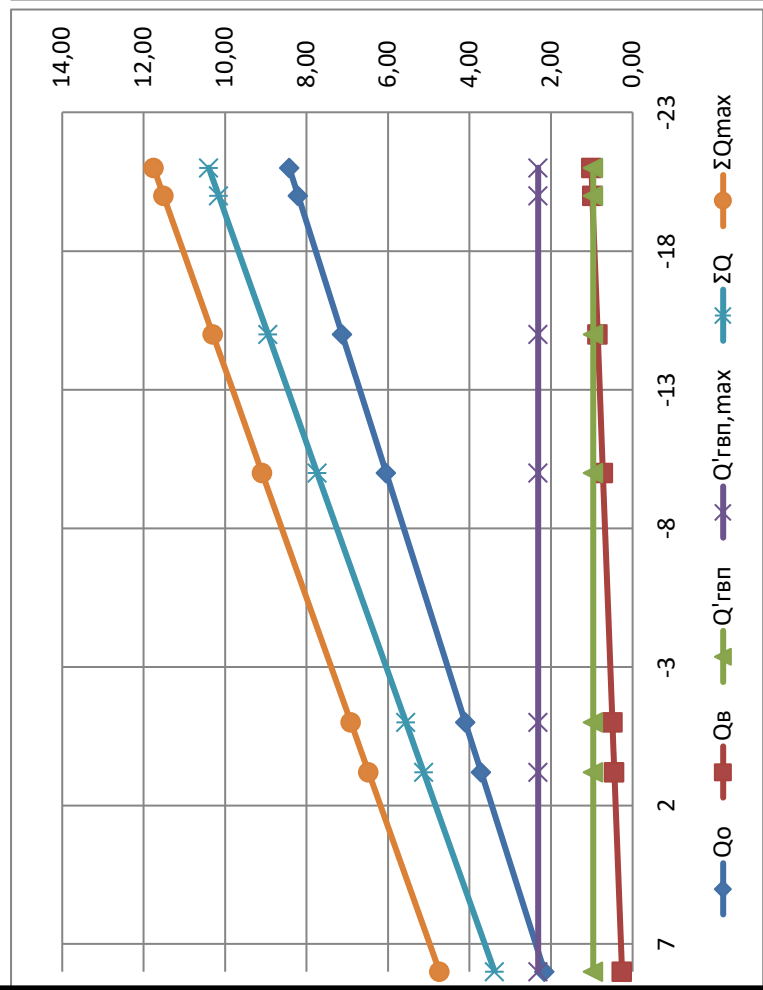


Рисунок 1.2. Графік зміни теплових навантажень на опалення, ГВП та вентиляцію в залежності від температури зовнішнього повітря

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

1.3.1. Розрахунок витрат та температур мережної води на опалення

Визначення температури мережної води для 5-ти характерних температур зовнішнього повітря $t_{3,0}, t_3, t_3^{\text{сеп.опал}}, t_{3,3}, t_{3\text{пк}}$:

- в подавальному трубопроводі, за формулою (1.15):

$$\tau_{o1} = t_{\text{в.р}} + \Delta t'_o \bar{Q}_o^{0.8} + \bar{Q}_o \delta \tau'_o - 0,5\theta' = 18 + 64,5 \cdot 1^{0.8} + 1 \cdot 60 - 0,5 \cdot 0,25 = 150^\circ\text{C}$$

- після вузла змішування, за формулою (1.16):

$$\tau_{o3} = t_{\text{в.р}} + \Delta t'_o \bar{Q}_o^{0.8} + 0,5\theta' \bar{Q}_o = 18 + 64,5 \cdot 1^{0.8} + 0,5 \cdot 0,25 = 95^\circ\text{C}$$

- після системи опалення (опалювальних приладів), за формулою (1.17):

$$\tau_{o2} = t_{\text{в.р}} + \Delta t'_o \bar{Q}_o^{0.8} - 0,5\theta' \bar{Q}_o = 18 + 64,5 \cdot 1^{0.8} - 0,5 \cdot 0,25 = 70^\circ\text{C}$$

де $\Delta t'_o = \tau'_{\text{пр}} - t_{\text{в.р}} = 82,5 - 18 = 64,5^\circ\text{C}$; $\tau'_{\text{пр}} = \frac{\tau'_{o3} + \tau'_{o2}}{2} = \frac{95 + 70}{2} = 82,5^\circ\text{C}$;

$$\bar{Q}_o = \frac{t_{\text{в.р}} - t_3}{t_{\text{в.р}} - t_{3,0}} = \frac{+18 - (-21)}{+18 - (-21)} = 1;$$

$$\bar{Q}_o = \frac{t_{\text{в.р}} - t_3}{t_{\text{в.р}} - t_{3,0}} = \frac{+18 - (-10)}{+18 - (-23)} = 0,68;$$

$$\bar{Q}_o = \frac{t_{\text{в.р}} - t_3}{t_{\text{в.р}} - t_{3,0}} = \frac{+18 - (-1)}{+18 - (-23)} = 0,49;$$

$$\bar{Q}_o = \frac{t_{\text{в.р}} - t_3}{t_{\text{в.р}} - t_{3,0}} = \frac{+18 - (+0,8)}{+18 - (-23)} = 0,44;$$

$$\bar{Q}_o = \frac{t_{\text{в.р}} - t_3}{t_{\text{в.р}} - t_{3,0}} = \frac{+18 - (+8)}{+18 - (-23)} = 0,26;$$

$$\delta \tau'_o = \tau'_{o1} - \tau'_{o2} = 150 - 70 = 80^\circ\text{C}$$

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

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

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Визначення витрати мережної води на опалення у першому діапазоні ($t_{зпк} \dots t_{з.з}$), за формулою (1.18):

$$G_o = \frac{Q_o 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{o2})} = \frac{8,43 \cdot 10^3}{4,19(150 - 70)} = 25,14 \text{ кг/с}$$

Визначення витрати мережної води на опалення у другому діапазоні ($t_{з.з} \dots t_{з.о}$), за формулою (1.19):

$$G'_{o \max} = \frac{Q'_{o \max} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{o2})} = \frac{8,43 \cdot 10^3}{4,19(150 - 70)} = 25,14 \text{ кг/с}$$

Результати визначення температур і витрат зведені у таблицю 1.3

Таблиця 1.3

Температура і витрата мережної води

№ п/п	Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при				
			$t_{з.о} -23$	$t_{з} -10$	$t_{з}^{с.о} -1$	$t_{з.з} +3$	$t_{зпк} +8$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	τ_{o1}	°С	150,00	115,94	87,17	81,28	81,28
2	τ_{o2}	°С	70,00	58,51	48,19	45,99	45,99
3	τ_{o3}	°С	95,00	76,45	60,37	57,02	57,02
4	G_o	кг/с	25,14	25,14	25,14	25,14	14,62

Побудова графіку зміни температури і витрати мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря.

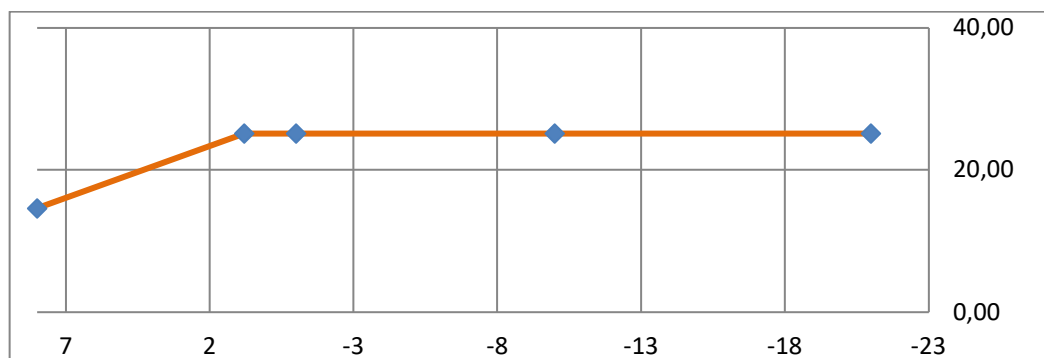


Рисунок 1.3. Графік зміни витрати мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря

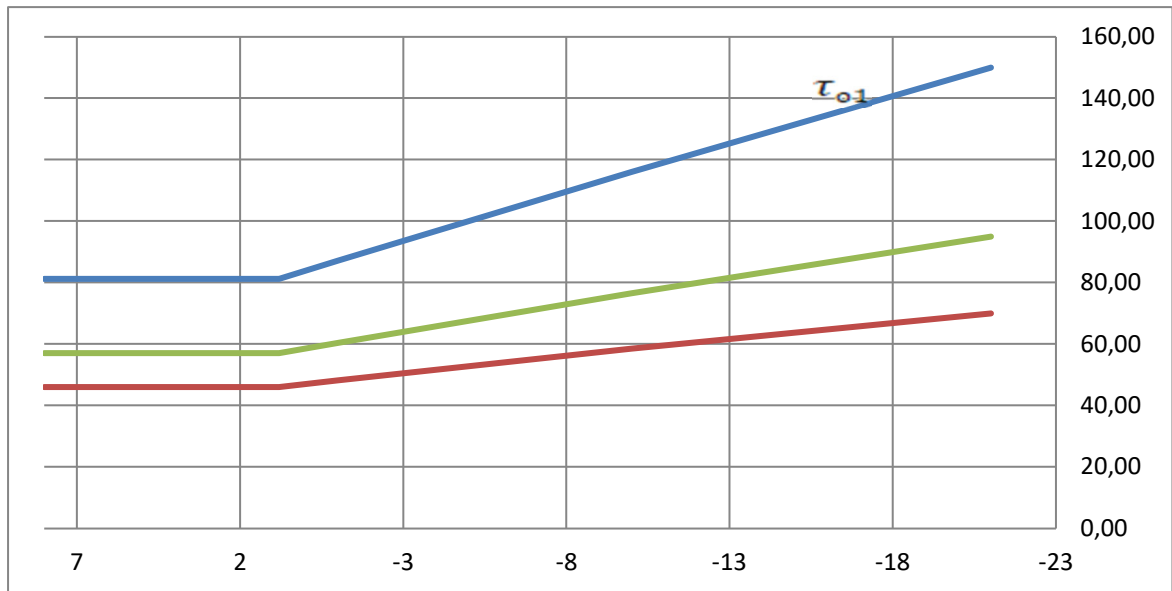


Рисунок 1.4. Графік зміни температури в залежності від температури зовнішнього повітря

1.3.2. Розрахунок витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання

Визначення витрати мережної води на гаряче водопостачання, за формулою (1.20):

$$G_{\text{ГВП max}} = \frac{Q_{\text{max}} 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} \cdot \frac{t_{\text{Г}} - t_{\text{н}}}{t_{\text{Г}} - t_{\text{х.з.}}} =$$

$$= \frac{2,32 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (81,28 - 45,99)} \cdot \frac{70 - (45,99 - 5)}{60 - 5} = 5,42 \text{ кг/с}$$

Визначення температури мережної води після підігрівника 1-го ступеню, за формулою (1.21):

$$\tau_2 = \tau_{o2} - Q_{\text{ГВП}} \frac{t_{\text{н}} - t_{\text{х.з.}}}{t_{\text{Г}} - t_{\text{х.з.}}} \cdot \frac{1}{c(G_{o \text{ max}} + G_{\text{ГВП}})} =$$

$$= 70 - \left(0,97 \cdot 10^3 \frac{(45,99 - 5) - 5}{60 - 5} \right) \cdot \frac{1}{4,19 \cdot (25,14 + 2,10)} =$$

$$= 65,06^\circ\text{C}$$

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

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

Попередній розрахунок:

Визначення температурних напорів 1-го і 2-го ступенів підігрівників при розрахунковому режимі ($t_3 = t_3'''$), за формулами (1.21) та (1.23):

$$\Delta t_I = \frac{\Delta t_{\delta I} - \Delta t_{mI}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta I}}{\Delta t_{mI}}} = \frac{(\tau_2 - t_{x.3}) - (\tau_{o2}''' - t_n)}{\ln \frac{\tau_2 - t_{x.3}}{\tau_{o2}''' - t_n}} =$$
$$= \frac{(65,06 - 5) - (45,99 - (45,99 - 5))}{\ln \frac{(65,06 - 5)}{(45,99 - (45,99 - 5))}} = 22,15^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{II} = \frac{\Delta t_{\delta II} - \Delta t_{mII}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta II}}{\Delta t_{mII}}} = \frac{(\tau_{o1}''' - t_r) - (\tau_{2r} - t_n)}{\ln \frac{\tau_{o1}''' - t_r}{\tau_{2r} - t_n}} =$$
$$= \frac{(81,28 - 60) - (70 - (45,99 - 5))}{\ln \frac{(81,28 - 60)}{(70 - (45,99 - 5))}} = 24,94^\circ\text{C}$$

Визначення витрати водопровідної води на ГВП, за формулою (1.24):

$$q_{ГМ} = \frac{Q_{ГВП \max} 10^3}{c(t_n - t_{x.3})} = \frac{2,32 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (60 - 5)} = 10,06 \text{ кг/с}$$

Визначення теплопродуктивності підігрівників 1-го і 2-го ступенів, за формулами (1.25) та (1.26):

$$Q_I = cq_{ГМ}(t_n - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 10,06 \cdot ((45,99 - 5) - 5) = 1,52 \text{ МВт}$$

$$Q_{II} = cq_{ГМ}(t_r - t_n) = 4,19 \cdot 10,06 \cdot (60 - (45,99 - 5)) = 0,8 \text{ МВт}$$

Повинна виконуватися умова $Q_I + Q_{II} = Q_{ГВП \max} = 3,35 + 1,92 = 2,32 \text{ МВт}$.

Визначення витрати мережної води, що проходить через підігрівники 1-го та 2-го ступенів, за формулами (1.27) та (1.28):

$$G_I = G_{II} + G'_{o \max} = 8,63 + 25,14 = 33,77 \text{ кг/с}$$

$$G_{II} = \frac{0,55 Q_{ГВП \max} 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} = \frac{0,55 \cdot 2,32 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (81,28 - 45,99)} = 8,63 \text{ кг/с}$$

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Визначення параметрів підігрівників 1-го та 2-го ступенів за формулами (1.29) та (1.30):

$$\Phi_I = \frac{Q_I 10^3}{\Delta t_I c \sqrt{G_{M_I} G_{\delta_I}}} = \frac{1,52 \cdot 10^3}{22,15 \cdot 4,19 \cdot \sqrt{10,06 \cdot 33,77}} = 0,89$$

$$\Phi_{II} = \frac{Q_{II} 10^3}{\Delta t_{II} c \sqrt{G_{M_{II}} G_{\delta_{II}}}} = \frac{0,8 \cdot 10^3}{24,94 \cdot 4,19 \cdot \sqrt{10,06 \cdot 8,63}} = 0,82$$

Визначення теплопродуктивності 1-го ступеню, нехтуючи витратою мережної води через 1-й ступінь G_I і приймаючи витрату нагрівної води через його рівною $G'_{o\ max}$, температуру нагрівної води на вході в підігрівник 1-го ступеню, рівною $\tau_{cm} = \tau_{o2}$, за формулою (1.31):

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.з}) = 4,9 \cdot 0,67 \cdot 10,06 \cdot (70 - 5) = 1,82 \text{ МВт}$$

де ε_I визначається за формулою (1.32):

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

$$= \left(0,35 \cdot \frac{10,06}{25,14} + 0,65 + \frac{1}{0,89} \cdot \sqrt{\left(\frac{10,06}{25,14} \right)} \right)^{-1} = 0,67$$

Визначення температури водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню, за формулою (1.33):

$$t_n = t_{x.з} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{ГМ}} = 5 + \frac{1,52 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 10,06} = 40,99^\circ\text{C}$$

Визначення теплопродуктивності підігрівника 2-го ступеню, за формулою (1.34):

$$Q_{II} = Q_{ГВП\ max} - Q_I = 2,32 - 1,82 = 0,50 \text{ МВт}$$

Визначення витрати мережної води через підігрівник 2-го ступеню, за формулою (1.35):

$$G_{II} = \frac{Q_{II} 10^3}{c (\tau_{o1} - \tau_{2Г})} = \frac{0,50 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (150 - 40,99)} = 1,09 \text{ МВт}$$

										Арк.
										21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ					

Для попереднього розрахунку нехтуємо величиною недогріву в підігрівнику 2-го ступеню, тобто приймаємо:

$$\tau_{2г} = t_n$$

Визначення витрати мережної води через підігрівник 1-го ступеню, за формулою (1.36):

$$G_I = G_{II} + G'_{o\ max} = 1,09 + 25,14 = 26,23 \text{ кг/с}$$

Визначення температури мережної води на вході в підігрівник 1-го ступеню, за формулою (1.37):

$$\tau_{см} = \frac{G'_{o\ max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2г} = \frac{25,14}{26,23} \cdot 70 + \frac{1,09}{26,23} \cdot 40,99 = 68,80 \text{ }^\circ\text{C}$$

На цьому попередній розрахунок завершено.

Кінцевий розрахунок.

Визначення теплопродуктивності 1-го ступеню

В даному випадку витрати нагрівної і водопровідної води приймаються відповідно G_I і $q_{ГМ}$.

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{см} - t_{х.з.}) = 4,19 \cdot 0,67 \cdot 10,06 \cdot (68,80 - 5) = 1,81 \text{ МВт}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_I &= \left(0,35 \frac{G_{M_I}}{G_{6I}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \sqrt{\left[\frac{G_{M_I}}{G_{6I}} \right]} \right)^{-1} = \\ &= \left(0,35 \cdot \frac{10,06}{26,23} + 0,65 + \frac{1}{0,89} \cdot \sqrt{\left(\frac{22,88}{72,57} \right)} \right)^{-1} = 0,67 \end{aligned}$$

Визначення температури водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню:

$$t_n = t_{х.з.} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{ГМ}} = 5 + \frac{1,81 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 10,06} = 48,03 \text{ }^\circ\text{C}$$

Визначення теплопродуктивності підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} = Q_{ГВП\ max} - Q_I = 2,32 - 1,81 = 0,5 \text{ МВт}$$

									Арк.
									22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ				

Визначення витрати мережної води через підігрівник 2-го ступеню, за формулою (1.38):

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

$$= \frac{1,7 \cdot 0,82^2 \cdot 10,06}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \cdot 0,82^2 \cdot \left(\frac{(150 - 48,03) \cdot 4,19 \cdot 10,06}{0,50 \cdot 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 1,36 \text{ кг/с}$$

Визначення температури мережної води на виході із підігрівника 2-го ступеню, за формулою (1.39):

$$\tau_{2Г} = \tau_{o1} - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 150 - \frac{0,50 \cdot 10^3}{1,36 \cdot 4,19} = 61,21^\circ\text{C}$$

Визначення витрати мережної води через підігрівник 1-го ступеню, за формулою (1.40):

$$G_I = G_{II} + G'_{o \max} = 1,36 + 25,14 = 26,50 \text{ кг/с}$$

Визначення температури мережної води на вході в підігрівник 1-го ступеню, за формулою (1.41):

$$\tau_{см} = \frac{G'_{o \max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2Г} = \frac{25,14}{26,41} \cdot 70 + \frac{1,27}{26,41} \cdot 60,44 = 69,54^\circ\text{C}$$

Перевірка теплової продуктивності 1-го і 2-го ступенів підігрівників за формулами (1.24 – 1.26). Якщо знайдені величини близько співпадають з даними попереднього розрахунку, то розрахунок закінчено. В протилежному випадку знову провести уточнюючий розрахунок за вищезазначеною методикою.

Визначення теплопродуктивності 1-го ступеню:

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{см} - t_{х.з}) = 4,19 \cdot 0,68 \cdot 10,06 \cdot (69,54 - 5) = 1,84 \text{ МВт}$$

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

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Адк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$= \left(0,35 \cdot \frac{22,88}{73,39} + 0,65 + \frac{1}{0,76} \sqrt{\left[\frac{22,88}{73,39} \right]} \right)^{-1} = 0,68$$

Визначення температури водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню:

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{ГМ}} = 5 + \frac{1,84 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 10,06} = 48,69^\circ\text{C}$$

Визначення теплопродуктивності підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} = Q_{ГВП \max} - Q_I = 2,32 - 1,84 = 0,48 \text{ МВт}$$

Визначення витрати мережної води через підігрівник 2-го ступеню:

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

$$= \frac{1,7 \cdot 1^2 \cdot 22,88}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \cdot 1^2 \cdot \left(\frac{(130 - 47,95) \cdot 4,19 \cdot 22,88}{1,16 \cdot 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 1,27 \text{ кг/с}$$

Визначення температури мережної води на виході із підігрівника 2-го ступеню:

$$\tau_{2Г} = \tau_1 - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 150 - \frac{0,48 \cdot 10^3}{1,27 \cdot 4,19} = 56,62^\circ\text{C}$$

Визначення витрати мережної води через підігрівник 1-го ступеню:

$$G_I = G_{II} + G'_{o \max} = 1,27 + 25,14 = 26,41 \text{ кг/с}$$

Визначення температури мережної води на вході в підігрівник 1-го ступеню:

$$\tau_{см} = \frac{G'_{o \max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2Г} = \frac{69,44}{73,19} \cdot 70 + \frac{3,76}{73,19} \cdot 56,62 = 69,31^\circ\text{C}$$

Визначення теплопродуктивності 1-го ступеню:

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{см} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,67 \cdot 22,88 \cdot (69,31 - 5) = 4,12 \text{ МВт}$$

										Арк.
										24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ					

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

$$= \left(0,35 \cdot \frac{22,88}{73,19} + 0,65 + \frac{1}{0,76} \cdot \sqrt{\left[\frac{22,88}{73,19} \right]} \right)^{-1} = 0,67$$

Визначення температури водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню:

$$t_n = t_{x,з} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{ГМ}} = 5 + \frac{4,12 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 22,88} = 48,63^\circ\text{C}$$

Визначення теплопродуктивності підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} = Q_{ГВП \max} - Q_I = 5,42 - 1,84 = 1,6 \text{ МВт}$$

Визначення температури мережної води на виході з підігрівника 1-го ступеню, за формулою (1.42):

$$\tau_2 = \tau_{см} - \frac{Q_I 10^3}{G_I c} = 69,54 - \frac{1,84 \cdot 10^3}{26,41 \cdot 4,19} = 52,92^\circ\text{C}$$

Здійснення перевірки за формулою (1.42):

$$t_{Г} = \frac{Q_{ГВП}^{II} 10^3}{c q_{ГМ}} + t_n = \frac{0,48 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 10,06} + 48,63 = 60^\circ\text{C}$$

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

Визначення витрати мережної води в літньому режимі за формулою(1.43):

$$G_{ГВП} = \frac{Q_{ГВПл}^{сер} 10^3}{(\tau_{01}''' - 30)c} = \frac{0,62 \cdot 10^3}{(81,28 - 30) \cdot 4,19} = 2,88 \text{ кг/с}$$

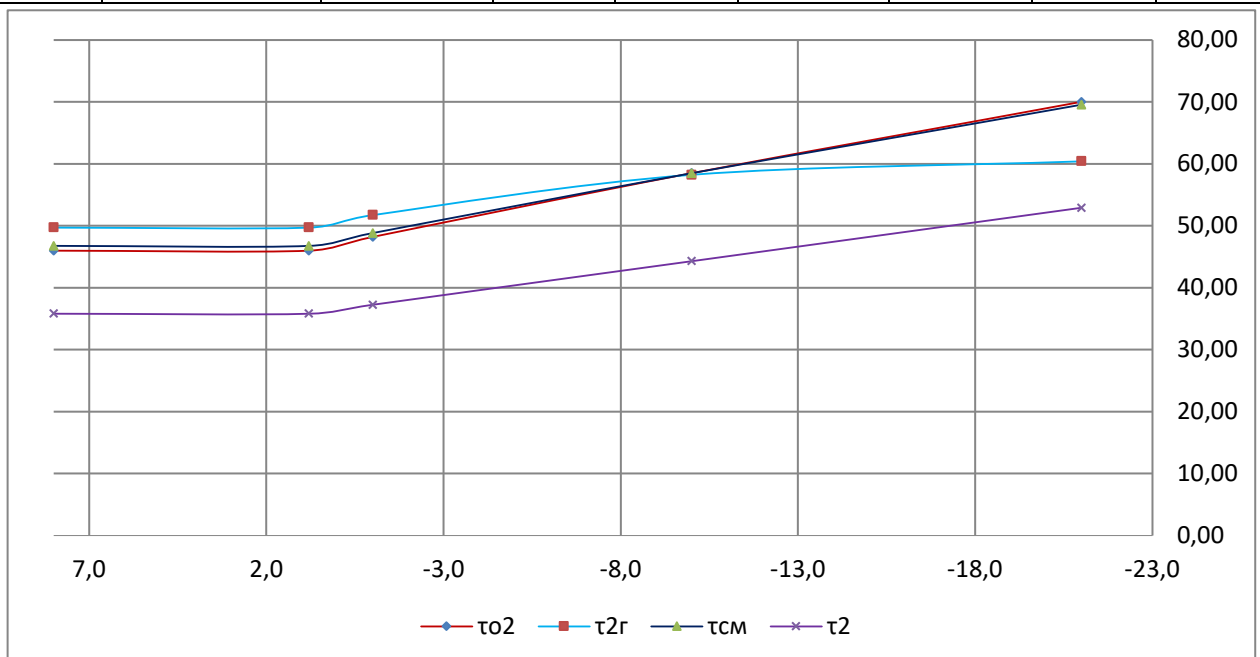
Результати розрахунків зведені у таблицю 1.4.

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Адк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Таблиця 1.4

Результати розрахунку витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання

№ п/п	Позначення	Одиниця виміру	Температура мережної води при					літо
			$t_{3,0}$ -23°C	t_3 -10°C	$t_3^{сер.опал}$ -2,1°C	t_3''' +0,8°C	$t_{зпк}$ +8°C	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	τ_{02}	°C	70,00	58,51	48,19	45,99	45,99	70
2	τ_{2e}	°C	60,44	58,23	51,75	49,72	49,72	30
3	t_n	°C	48,63	44,25	40,32	39,46	39,46	60
4	$t_{см}$	°C	69,54	58,48	48,84	46,76	46,76	-
5	τ_2	°C	52,92	44,30	37,25	35,82	35,82	-



6	$G_{ГВП}$	кг/с	1,43	2,76	5,08	5,86	5,86	2,88
---	-----------	------	------	------	------	------	------	------

Побудова графіків залежності витрати мережної води на ГВП і температури мережної води після підігрівників ГВП 1-го і 2-го ступеню від температури зовнішнього повітря.

Рисунок 1.5. Графік залежності температури мережної води після підігрівників ГВП 1-го і 2-го ступеню від температури зовнішнього повітря.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк. 26
-----	------	----------	--------	------	--------------------------	------------

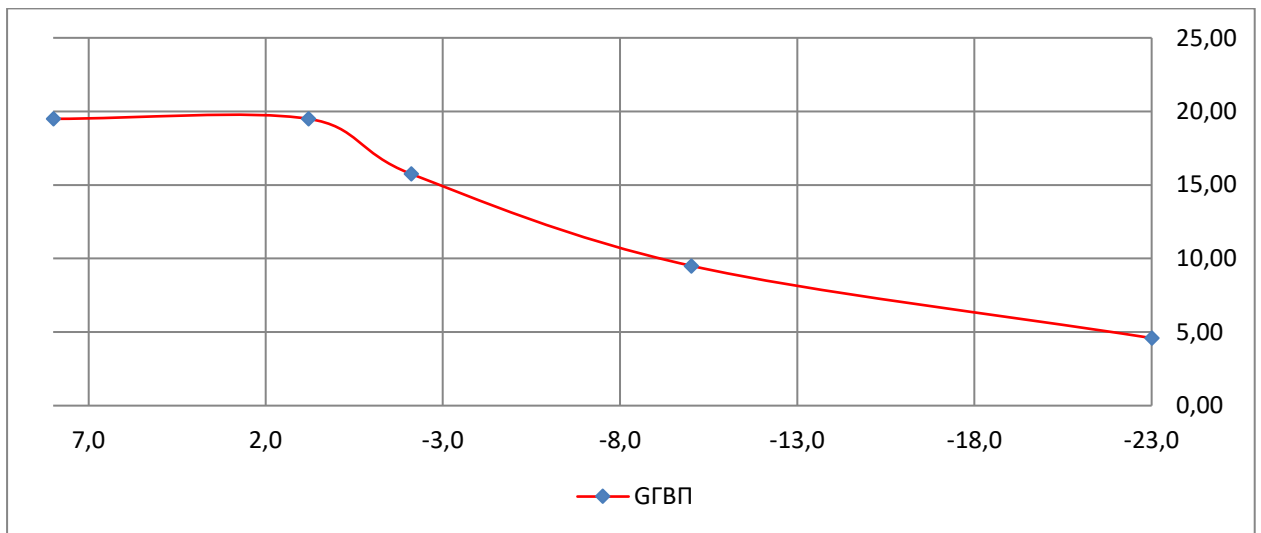


Рисунок 1.6. Графік залежності витрати мережної води на ГВП після підігрівників ГВП 1-го і 2-го ступеню від температури зовнішнього повітря.

1.3.3. Розрахунок витрат та температур мережної води на вентиляцію.

Визначення температури мережної води після калориферів за формулою (1.44):

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

$$= \frac{(150 + 32,50) - (18 + (-21))}{(115,94 + 58,51) - (18 + (-10))} \cdot \left(\frac{115,94 - 58,51}{150 - 32,50} \right) = 1$$

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

Методом підбору знаходиться $\tau_{2В} = 32,5^\circ\text{C}$

Визначення витрати мережної води на вентиляцію, за формулою (1.45):

$$G_{В} = \frac{Q_{В} \cdot 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{2В})} = \frac{1,01 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (150 - 32,50)} = 2,05 \text{ кг/с}$$

Визначення температури води після калориферів, за формулою (1.46):

$$\tau_{2В} = \tau_{01} - (\tau_{01}'' - \tau_{2В}'') \frac{t_{В.р} - t_3}{t_{В.р} - t_{3.В}} = 115,94 - (115,94 - 58,51) \cdot \frac{18 - (-10)}{18 - (-10)}$$

$$= 58,51^\circ\text{C}$$

Визначення витрати мережної води на вентиляцію, за формулою (1.47):

									00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						27

$$G_B'' = \frac{Q_B \cdot 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{2B})} = \frac{0,73 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (115,94 - 58,51)} = 3,02^\circ\text{C}$$

Визначення температури води після калориферів, за формулою (1.48):

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

$$= \frac{(81,28 + 19,30) - (18 - 8) \cdot \left(\frac{97,98 - 57}{81,28 - 19,30}\right)^{0,15}}{\left(\frac{18 - 8}{18 - (-10)}\right)^{0,85}} = 1$$

Методом підбору знаходиться $\tau_{2B} = 19,3^\circ\text{C}$

Визначення витрати мережної води на вентиляцію, за формулою (1.49):

$$G_B = \frac{Q_B \cdot 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{2B})} = \frac{1,01 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (150 - 19,30)} = 1,84 \text{ кг/с}$$

Результати розрахунків зведені у таблицю 1.5.

Таблиця 1.5

Результати розрахунку витрат та температур мережної води на вентиляцію

№ п/п	Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при				
			$t_{3,o}$ -21°C	t_3 -10°C	$t_3^{сер.опал}$ -1°C	t_3''' +0,8°C	$t_{зпк}$ +8°C
1	2	3	4	5	6	7	8
1	τ_1	°C	150,00	115,94	87,17	81,28	81,28
2	τ_{o2}	°C	70,00	58,51	48,19	45,99	45,99
3	τ_{2B}	°C	32,50	58,51	48,19	45,99	19,30
4	G_B	кг/с	2,05	3,02	3,02	3,02	1,00

Побудова графіків залежності температур мережної води після калориферів і витрати мережної води на вентиляцію від температури зовнішнього повітря.

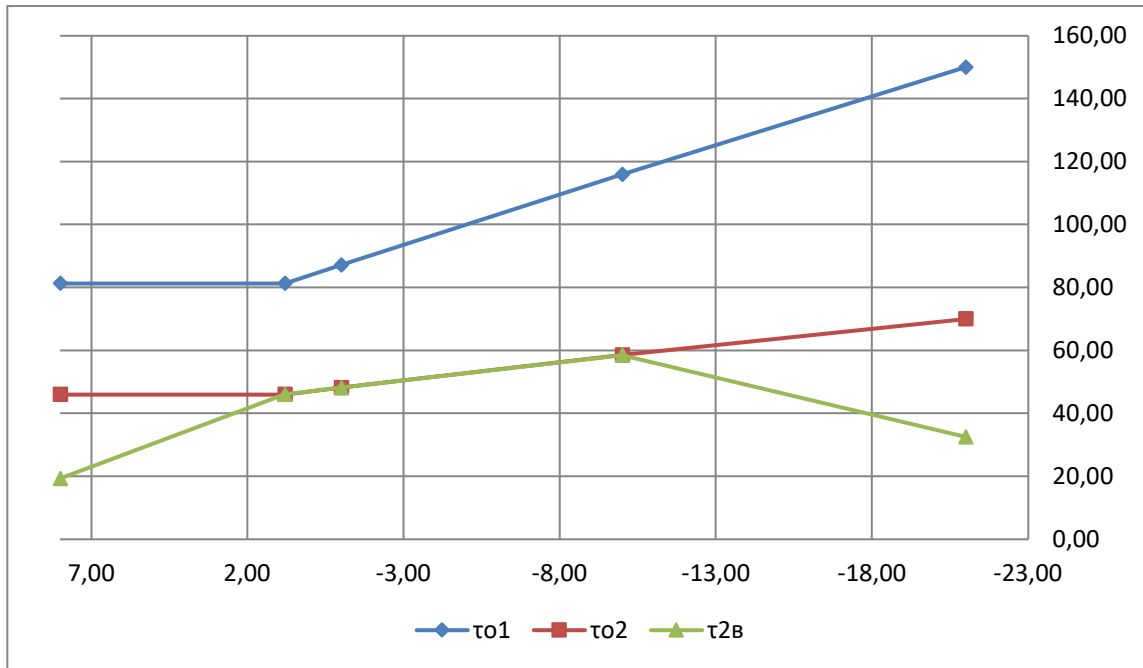


Рисунок 1.7. Графік залежності температур мережної води після калориферів від температури зовнішнього повітря.

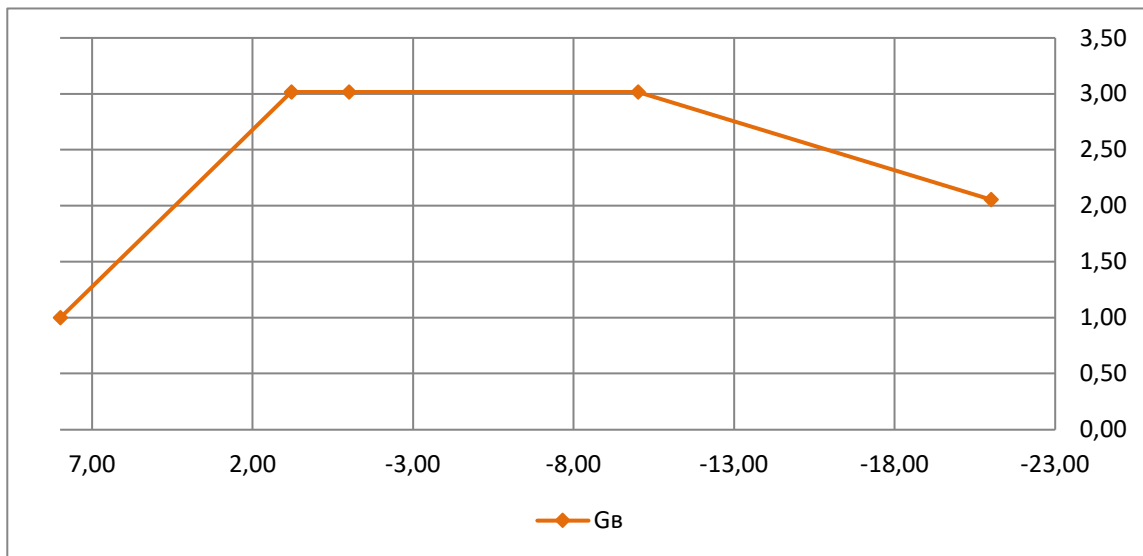


Рисунок 1.8. Графік залежності витрати мережної води на вентиляцію від температури зовнішнього повітря.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1.4. Визначення розрахункових витрат теплоносія

1.4.1. Визначення розрахункової витрати мережної води:

на опалення, за формулою (1.50):

$$G'_{o \max} = \frac{Q'_{o \max} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{o2})} = \frac{8,43 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (150 - 70)} = 25,14 \text{ кг/с}$$

на вентиляцію, за формулою (1.51):

$$G'_{в \max} = \frac{Q_{в \max} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{2в})} = \frac{1,01 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (150 - 70)} = 3,02 \text{ кг/с}$$

середня при двоступеневих схемах приєднання підігрівників води в системі ГВП, за формулою (1.52):

$$G_{\text{ГВП}}^{\text{сеп}} = \frac{Q'_{\text{ГВП}} 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} \left(\frac{55 - t'}{55 - t_x} + 0,2 \right) =$$
$$= \left(\frac{0,97 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (81,28 - 44,95)} \right) \cdot \left(\frac{55 - (45,99 - 5)}{55 - 5} + 0,2 \right) = 3,14 \text{ кг/с}$$

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 (1.53):

$$G_{\text{ГВП}}^{\max} = \frac{0,55 Q'_{\text{ГВП} \max} 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} = \frac{0,55 \cdot 2,32 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (81,28 - 45,99)} = 12,62 \text{ кг/с}$$

1.4.2. Визначення сумарної розрахункової витрати мережної води, за формулою (1.54):

$$G' = G'_{o \max} + G'_{в \max} + K_3 G_{\text{ГВП}}^{\text{сеп}} = 25,14 + 3,02 + 1,2 \cdot 3,14 = 31,92 \text{ кг/с}$$

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

1.4.3. Визначення розрахункової витрати води в двотрубних водяних теплових мережах для неопалювального /літнього/ періоду, за формулою (1.55):

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G'_л = \frac{Q_{ГВПл}^{сер} 10^3}{(\tau_{01}''' - 30)c} = \frac{0,62 \cdot 10^3}{(81,28 - 30) \cdot 4,19} = 2,88 \text{ кг/с}$$

Результати розрахунків витрат теплоносія для кожного кварталу зведені у таблицю 1.6.

Таблиця 1.6

Значення розрахункових витрат теплоносія

Номер кварталу	Розрахункова витрата теплоносія, кг/с					
	$G'_{o\max}$	$G'_{e\max}$	$G_{ГВП}^{сер}$	$K_3 \cdot G_{ГВП}^{сер}$	G'	$G'_л$
1	2	3	4	5	6	7
1	0,73	0,09	0,11	0,14	0,96	0,14
2	0,41	0,05	0,06	0,08	0,53	0,08
3	0,52	0,06	0,08	0,10	0,67	0,10
4	0,45	0,05	0,07	0,08	0,59	0,09
5	0,63	0,08	0,04	0,05	0,75	0,05
6	0,73	0,09	0,11	0,14	0,96	0,14
7	0,41	0,05	0,06	0,08	0,53	0,08
8	0,52	0,06	0,08	0,10	0,67	0,10
9	0,45	0,05	0,07	0,08	0,59	0,09
10	0,63	0,08	0,04	0,05	0,75	0,05
11	0,73	0,09	0,11	0,14	0,96	0,14
12	0,41	0,05	0,06	0,08	0,53	0,08
13	0,45	0,05	0,07	0,08	0,59	0,09
14	0,45	0,05	0,07	0,08	0,59	0,09
15	0,62	0,07	0,04	0,05	0,75	0,05
16	0,51	0,06	0,08	0,09	0,66	0,10
17	0,36	0,04	0,06	0,07	0,47	0,07
18	0,40	0,05	0,06	0,08	0,53	0,08
19	0,40	0,05	0,06	0,08	0,53	0,08
20	0,56	0,07	0,04	0,05	0,68	0,05
21	0,51	0,06	0,08	0,09	0,66	0,10

Продовження таблиці 1.6

22	0,36	0,04	0,06	0,07	0,47	0,07
23	0,40	0,05	0,06	0,08	0,53	0,08
24	0,40	0,05	0,06	0,08	0,53	0,08
25	0,56	0,07	0,04	0,05	0,68	0,05
26	0,31	0,04	0,05	0,06	0,40	0,06
27	1,17	0,14	0,08	0,10	1,41	0,10
28	0,58	0,07	0,04	0,05	0,70	0,05
29	0,51	0,06	0,08	0,09	0,66	0,10
30	0,36	0,04	0,06	0,07	0,47	0,07
31	0,39	0,05	0,05	0,06	0,49	0,06
32	0,43	0,05	0,05	0,06	0,55	0,07
33	0,56	0,07	0,04	0,05	0,68	0,05
34	0,67	0,08	0,10	0,13	0,88	0,13
35	0,38	0,05	0,06	0,07	0,49	0,07
36	0,40	0,05	0,05	0,06	0,51	0,06
37	0,45	0,05	0,06	0,07	0,57	0,07
38	0,58	0,07	0,04	0,05	0,69	0,05
39	0,67	0,08	0,10	0,13	0,88	0,13
40	0,38	0,05	0,06	0,07	0,49	0,07
41	0,40	0,05	0,05	0,06	0,51	0,06
42	0,45	0,05	0,06	0,07	0,57	0,07
43	1,50	0,18	0,10	0,12	1,81	0,13
44	0,67	0,08	0,10	0,13	0,88	0,13
45	0,38	0,05	0,06	0,07	0,49	0,07
46	0,36	0,04	0,06	0,07	0,46	0,07
47	0,36	0,04	0,06	0,07	0,46	0,07
48	0,58	0,07	0,04	0,05	0,69	0,05
Всього:	25,14	3,02	3,14	3,77	31,92	2,88

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

1.5. Вихідні дані до частини 2 проекту

1.5.1. Визначення температури суміші зворотної води після системи ГВП та вентиляції, для максимально зимового режиму:

$$\tau_2 = \frac{(G_o + G_{ГВП})}{(G_o + G_{ГВП}) + G_B} \tau_{o2 \text{ ГВП}} + \frac{G_B}{(G_o + G_{ГВП}) + G_B} \tau_{o2 \text{ В}} =$$

$$= \frac{(25,14 + 1,43)}{(25,14 + 1,43) + 2,05} \cdot 55,89 + \frac{2,05}{(25,14 + 1,43) + 2,05} \cdot 32,50 = 51,35^\circ\text{C}$$

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

$$\tau_2 = \frac{(25,14 + 5,86)}{(25,14 + 5,86) + 3,02} \cdot 36,93 + \frac{3,02}{(25,14 + 5,86) + 3,02} \cdot 45,99 = 36,72^\circ\text{C}$$

1.5.3. Результати розрахунку теплової мережі, що необхідні для теплового розрахунку джерела тепlopостачання (водогрійної котельні), сформовані у вигляді таблиці 1.7.

Таблиця 1.7

Загальні вихідні дані для Ч.2 проекту

№ п.п.	Назва параметру	Ум. позн.	Од. вимір.	Характерні режими експлуатації теплофікаційної системи		
				Максимально зимовий	Точки зламу температурного графіка	Літній
1	2	3	4	5	6	7
1	Місто розташування котельні			Кременчук		
2	Тип системи тепlopостачання			Закрита		
3	Температурна характеристика Тепломережі району	τ_1/τ_2	$^\circ\text{C}/^\circ\text{C}$	150/70		
4	Температура зовнішнього повітря	$t_{зовн}$	$^\circ\text{C}$	-21	+0,8	+15-30

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5	6	7
5	Теплове навантаження системи опалення	$Q_{оп}$	МВт	8,43	3,72	0
6	Теплове навантаження системи ГВП	$Q_{ГВП}$	МВт	2,32	2,32	0,62
7	Теплове навантаження системи вентиляції	$Q_{вент}$	МВт	1,01	0,45	0
8	Річне житлове навантаження житлового району	$Q_{ЖР}^{рік}$	МВт/рік	3410,25	3410,25	3410,25
9	Теплове навантаження промислового підприємства (теплоносій – гаряча вода)	$Q_{П.П.}$	МВт	12,0	12,0	12,0
10	Температура технологічної води для промислового підприємства на виході з котельні	t_2''	°С	95	95	95
11	Річне теплове навантаження промислового підприємства	$Q_{П.П.}^{рік}$	МВт/рік	12	12	12
12	Температура “прямої” мережної води	τ_1	°С	150,00	81,28	81,28
13	Температура “зворотної” мережної води	τ_2	°С	51,35	36,72	30
14	Витрата “прямої” води в тепломережу	G_1	кг/с т/ГОД	28,63	34,02	2,88

00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ

Арк.

34

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5	6	7
15	Убуток води в тепломережі	$G_{уб.т.м}$	т/ГОД	15	15	5
16	Витрата “зворотної” води в тепломережі	G_2	т/ГОД	13,63	19,02	2,12
17	Втрати тиску в тепломережі	$\Delta p_{втр.т.м}$	МПа	0,3	0,3	0,3
18	Статичний напір в тепломережі	$H_{стат.т.м}$	м.вд.ст	40	40	40

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

2. Розрахунок теплової схеми котельні

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

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

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

Вихідні дані для Частини 2 проекту, одержані в частині 1 проекту і представлені у таблиці 2.1

Таблиця 2.1

Загальні вихідні дані для Ч.2 проекту

№ п.п.	Назва параметру	Ум. позн.	Од. вимір.	Характерні режими експлуатації теплофікаційної системи		
				Максимально зимовий	Точки зламу температурного графіка	Літній
1	2	3	4	5	6	7
1	Місто розташування котельні			<u>Кременчук</u>		
2	Тип системи теплопостачання			Закрита		
3	Температурна характеристика Тепломережі району	τ_1/τ_2	°C/°C	150/70		
4	Температура зовнішнього повітря	$t_{зовн}$	°C	-21	+0,8	+15-30

00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.	Бабенко М.О..					
Перевірив	Петренко В.П.					
Н. контр.						
Затвердив	Василенко С.М.					
Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в місті Кременчук				Літ.	Арк.	Акрушів
					36	102
Кафедра ТЕХТ, 2020						

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5	6	7
5	Теплове навантаження системи опалення	$Q_{оп}$	МВт	8,43	3,72	0
6	Теплове навантаження системи ГВП	$Q_{ГВП}$	МВт	2,32	2,32	0,62
7	Теплове навантаження системи вентиляції	$Q_{вент}$	МВт	1,01	0,45	0
8	Річне житлове навантаження житлового району	$Q_{ЖР}^{рік}$	МВт/рік	3410,25	3410,25	3410,25
9	Теплове навантаження промислового підприємства (теплоносій – гаряча вода)	$Q_{П.П.}$	МВт	12,0	12,0	12,0
10	Температура технологічної води для промислового підприємства на виході з котельні	t_2''	°С	95	95	95
11	Річне теплове навантаження промислового підприємства	$Q_{П.П.}^{рік}$	МВт/рік	12	12	12
12	Температура “прямої” мережної води	τ_1	°С	150,00	81,28	81,28
13	Температура “зворотної” мережної води	τ_2	°С	51,35	36,72	30
14	Витрата “прямої” води в тепломережу	G_1	кг/с т/ГОД	28,63	34,02	2,88

Арк.

00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ

37

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

1	2	3	4	5	6	7
15	Убуток води в тепломережі	$G_{уб.т.м}$	т/ГОД	15	15	5
16	Витрата “зворотної” води в тепломережі	G_2	т/ГОД	13,63	19,02	2,12
17	Втрати тиску в тепломережі	$\Delta p_{втр.т.м}$	МПа	0,3	0,3	0,3
18	Статичний напір в тепломережі	$H_{стат.т.м}$	м.вд.ст	40	40	40

Примітка:

Перед початком формування вихідних даних для котельні здійснюється балансова перевірка взаємоузгодженості по тепловій енергії, одержаній в частині 1 проекту, результатів для трьох режимів за наступним балансовим рівнянням (2.1):

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

МЗ: $11,76 = 25,13$ (Висновок – результати для режиму МЗ - взаємоузгоджені)

ТЗ: $6,49 = 13,25$ (Висновок – результати для режиму ТЗ - взаємоузгоджені)

Л: $0,62 = 0,62$ (Висновок – результати для режиму Л - взаємоузгоджені)

Вихідні дані для Частини 2 проекту, сформовані в частині 2 проекту, представлені у таблиці 2.2:

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ		Арк.
							38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 2.2

Вихідні дані для частини 2

№ п. п.	Назва параметра	Ум. позн.	Од. вим.	Характерні режими експлуатації			Джерело інформації
				МЗ	ТЗ	Л	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Вид палива для котельні	-	-	Природний газ			Засади паливостачання міста
2	Теплота згорання палива	Q_n^p	КДж /м ³	33730	33730	33730	Сертифікат палива
3	Температура в деаераторі	$t_{ДА}$	°С	65	65	65	Е.Р.:
4	Розрідження в деаераторі	$p_{ДА}$	бар	-0,75	-0,75	-0,75	Е.Р.:
5	Номінальна температура води на вході в котел	$t'_{ВК.Л}$	°С	70	65	65	Е.Р. для водогрійних котлів
6	Номінальна температура води на виході з котла	$t''_{ВК.Л}$	°С	150	150	150	
7	Температура сирі води	$t'_{с.в.}$	°С	5	5	15	Е.Р.:
8	Температура сирі води перед станцією ХВО	$t''_{с.в.}$	°С	15	15	15	Е.Р.:
9	Температура хімічищеної води на виході зі станції ХВО	$t'_{хов}$	°С	20	20	20	Е.Р.:
10	Температура хімічищеної води перед деаератором	$t''_{хов}$	°С	55	55	55	Е.Р.:
11	Температура технологічної води на вході в котельню	$t'_{тех}$	°С	5	5	15	Е.Р.:
12	Температура технологічної води на виході з котельні	$t''_{тех}$	°С	95	95	95	Технологічний регламент промислового підприємства
13	Температура грійної води на вході у внутрішньокотельні підігрівники та на вході в деаератор	$t'_{ТОА}$	°С	150	150	150	Е.Р.:

Арк.

00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ

39

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

1	2	3	4	5	6	7	8
14	Температура грійної води на виході з внутрішньо котельних підігрівників	$t''_{\text{ТОВА}}$	°C	65	65	65	Е.Р.:
15	Коефіцієнт випару з деаератора	$\alpha_{\text{вип}}$	од	0,01	0,01	0,01	Е.Р.:
16	Коефіцієнт власних потреб станції ХВО	$K_{\text{ХВО}}$	од	1,1	1,1	1,1	Е.Р.:

2.2.Формування принципової схеми водогрійної котельні

На аркуші (формат А4), згідно Додатка 2, викреслюється принципова технологічна схема котельні у відповідності до встановлених технічних рішень, щодо направлення потоків енергоносіїв.

2.3.Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами

Визначення сумарного теплового навантаження житлового району для котельні з урахуванням втрат теплоти в тепломережі $-\sum Q_{\text{ЖР}}$, МВт, за формулою (2.2):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.3

Таблиця 2.3

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum Q_{\text{ЖР}} = 1,1 \cdot (8,43 + 2,32 + 1,01) = 12,93$	12,93		
ТЗ: $\sum Q_{\text{ЖР}} = 1,1 \cdot (3,72 + 2,32 + 0,45) = 7,13$		7,13	
Л: $\sum Q_{\text{ЖР}} = 1,1 \cdot (0 + 0,62 + 0) = 0,68$			0,68

Визначення режиму роботи котельні з одним «базовим» котлом.

Визначення експлуатаційної температури води на вході у встановлені котли –

$t'_{ВК}$, °С, за рекомендацією п.2.1.3.

Результати визначення зведені у таблицю 2.4

Таблиця 2.4

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

Визначення експлуатаційної температури води на виході з базового котла –

$t''_{ВК.Б}$, °С, за рекомендацією п.2.1.4.

Результати визначення зведені у таблицю 2.5

Таблиця 2.5

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

Визначення експлуатаційної температури грійної води на вході в теплообмінники технологічної, сирії, хімочищеної води та на вході в деаератор –

$t'_{ТОА}$, °С, за рекомендацією п.2.1.4.

Результати визначення зведені у таблицю 2.6

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Таблиця 2.6

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

Визначення експлуатаційної температури води на виході з теплообмінників технологічної, сирової, хімічищеної води -

$t''_{\text{ТОА}}$, °С, за рекомендацією п.2.1.5.

Результати визначення зведені у таблицю 2.7

Таблиця 2.8

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

Визначення витрати води з деаератора на компенсацію втрат в тепломережі-

$G_{\text{ДА}}^{\text{підж}}$, т/год, за формулою (2.3):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.9

Таблиця 2.9

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

Визначення витрати грійної води з базового водогрійного котла на деаератор $G_{ДА}^{гр.в}$, т/год, та його теплове навантаження - $Q_{ДА}$, МВт, за формулою (2.4):

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

та формулою (2.5):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.10

Таблиця 2.10

Визначення результату	Значення для режимів, т/год, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{ДА}^{гр.в} = \frac{(1+0,01) \cdot 15 \cdot (65-55)}{(150-65)} = 1,78$	1,78		
ТЗ: $G_{ДА}^{гр.в} = \frac{(1+0,01) \cdot 15 \cdot (65-55)}{(150-65)} = 1,78$		1,78	
Л: $G_{ДА}^{гр.в} = \frac{(1+0,01) \cdot 5 \cdot (65-55)}{(150-65)} = 0,59$			0,59
МЗ: $Q_{ДА} = \frac{1,78}{3,6} \cdot 4,2 \cdot (150 - 65) \cdot 10^{-3} = 0,18$	0,18		
ТЗ: $Q_{ДА} = \frac{1,78}{3,6} \cdot 4,2 \cdot (150 - 65) \cdot 10^{-3} = 0,18$		0,18	
Л: $Q_{ДА} = \frac{0,59}{3,6} \cdot 4,2 \cdot (150 - 65) \cdot 10^{-3} = 0,06$			0,06

Визначення витрати води з деаератора $G_{ДА}''$, т/год, за формулою (2.6):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.11

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Таблиця 2.11

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G''_{ДА} = (1 - 0.01) \cdot 15 + 1,78 = 16,63$	16,63		
ТЗ: $G''_{ДА} = (1 - 0.01) \cdot 15 + 1,78 = 16,63$		16,63	
Л: $G''_{ДА} = (1 - 0.01) \cdot 5 + 0,59 = 5,54$			5,54

Визначення витрати хімоочищеної води, що надходить в деаератор - $G_{ХОВ}$, т/год, за формулою (2.7):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.12

Таблиця 2.12

Визначення результату	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{ХОВ} = (1 + 0.01) \cdot 15 = 15,15$	15,15		
ТЗ: $G_{ХОВ} = (1 + 0.01) \cdot 15 = 15,15$		15,15	
Л: $G_{ХОВ} = (1 + 0.01) \cdot 5 = 5,05$			5,05

Визначення витрати сирі води для підживлення - $G_{\text{с.в.}}$, т/год, за формулою (2.8):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.13

Таблиця 2.13

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{с.в.}} = 1,1 \cdot 15,15 = 16,7$	16,7		
ТЗ: $G_{\text{с.в.}} = 1,1 \cdot 15,15 = 16,7$		16,7	
Л: $G_{\text{с.в.}} = 1,1 \cdot 5,05 = 5,6$			5,6

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Визначення теплової потужності підігрівника сирі води на ПСВ- $G_{\text{ПСВ}}$, т/год, відповідно,

- за формулою (2.9):

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

- за формулою (2.10):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.14

Таблиця 2.14

Визначення результату	Значення для режимів, МВт, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $Q_{\text{ПСВ}} = \frac{16,7}{3,6} \cdot 4,2 \cdot (15 - 5) \cdot 10^{-3} = 0,19$	0,19		
ТЗ: $Q_{\text{ПСВ}} = \frac{16,7}{3,6} \cdot 4,2 \cdot (15 - 5) \cdot 10^{-3} = 0,19$		0,19	
Л: $Q_{\text{ПСВ}} = \frac{5,6}{3,6} \cdot 4,2 \cdot (5 - 5) \cdot 10^{-3} = 0,00$			0,00
МЗ: $G_{\text{ПСВ}}^{\text{гр.в}} = \frac{0,19 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,2 \cdot (150 - 65)} = 1,96$	1,96		
ТЗ: $G_{\text{ПСВ}}^{\text{гр.в}} = \frac{0,19 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,2 \cdot (150 - 65)} = 1,96$		1,96	
Л: $G_{\text{ПСВ}}^{\text{гр.в}} = \frac{0,00 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,2 \cdot (150 - 65)} = 0,00$			0,00

Визначення теплової потужності підігрівника хімоочищеної води (ПХВ)

- $Q_{\text{ПХВ}}$, МВт, та витрати грійної води на ПХВ - $D_{\text{ПХВ}}^{\text{гр.в}}$, т/год, відповідно,

-за формулою (2.11):

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

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

- за формулою (2.12):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.15

Таблиця 2.15

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $Q_{\text{ПХВ}} = \frac{15,15}{3,6} \cdot 4,2 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0,62$	0,62		
ТЗ: $Q_{\text{ПХВ}} = \frac{15,15}{3,6} \cdot 4,2 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0,62$		0,62	
Л: $Q_{\text{ПХВ}} = \frac{5,05}{3,6} \cdot 4,2 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0,21$			0,21
МЗ: $G_{\text{ПХВ}}^{\text{гр.в}} = \frac{0,62 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,2 \cdot (150 - 65)} = 6,24$	6,24		
ТЗ: $G_{\text{ПХВ}}^{\text{гр.в}} = \frac{0,62 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,2 \cdot (150 - 65)} = 6,24$		6,24	
Л: $G_{\text{ПХВ}}^{\text{гр.в}} = \frac{0,21 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,2 \cdot (150 - 65)} = 2,08$			2,08

Визначення витрати технологічної води на ПТВ - $G_{\text{техн.в}}$, т/год, теплової потужності ПТВ - $Q_{\text{ПТВ}}$, МВт, та витрату грійної води - $Q_{\text{ПТВ}}^{\text{гр.в}}$, т/год, відповідно,

-за формулою (2.13):

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

-за формулою (2.14):

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

-за формулою (2.15):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.16

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Таблиця 2.16

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{техн.в}} = \frac{12 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,2 \cdot 95} = 108,27$	108,27		
ТЗ: $G_{\text{техн.в}} = \frac{12 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,2 \cdot 95} = 108,27$		108,27	
Л: $G_{\text{техн.в}} = \frac{12 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,2 \cdot 95} = 108,27$			108,27
МЗ: $Q_{\text{ПТВ}} = 108,27 \cdot 4,2 \cdot (95 - 5) = 40,93$	40,93		
ТЗ: $Q_{\text{ПТВ}} = 108,27 \cdot 4,2 \cdot (95 - 5) = 40,93$		40,93	
Л: $Q_{\text{ПТВ}} = 108,27 \cdot 4,2 \cdot (95 - 15) = 36,38$			36,38
МЗ: $G_{\text{ПТВ}}^{\text{гр.в}} = \frac{40,93 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,2 \cdot (150 - 65)} = 412,70$	412,70		
ТЗ: $G_{\text{ПТВ}}^{\text{гр.в}} = \frac{40,93 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,2 \cdot (150 - 65)} = 412,70$		412,70	
Л: $G_{\text{ПТВ}}^{\text{гр.в}} = \frac{36,38 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,2 \cdot (150 - 65)} = 366,85$			366,85

Визначення сумарної витрати грійної води з базового котла на внутрішнє споживання котельні - $\sum G_{\text{вн}}^{\text{гр.в}}$, т/год, для трьох режимів за формулою (2.16):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.17

Таблиця 2.17

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum G_{\text{вн}}^{\text{гр.в}} = 412,70 + 6,24 + 1,96 + 1,78 = 422,68$	422,68		
ТЗ: $\sum G_{\text{вн}}^{\text{гр.в}} = 412,70 + 6,24 + 1,96 + 1,78 = 422,68$		422,68	
Л: $\sum G_{\text{вн}}^{\text{гр.в}} = 366,85 + 2,08 + 0,00 + 0,59 = 369,52$			369,52

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Визначення температури зворотної води на вході мережних насосів (після змішування всіх потоків води) - $\tau_{звор}$, °C, за формулою (2.17):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.18

Таблиця 2.18

Визначення результату	Значення для режимів, °C		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\tau_{звор} = \frac{13,53 \cdot 51,35 + 412,70 \cdot 65 + 6,24 \cdot 65 + 1,96 \cdot 65 + 16,63 \cdot 65}{13,53 + 412,70 + 6,24 + 1,96 + 16,63} = 64,59$	64,59		
ТЗ: $\tau_{звор} = \frac{19,02 \cdot 34,02 + 412,70 \cdot 65 + 1,96 \cdot 65 + 1,96 \cdot 65 + 16,63 \cdot 65}{19,02 + 412,70 + 6,24 + 1,96 + 16,63} = 63,82$		63,82	
Л: $\tau_{звор} = \frac{2,12 \cdot 30,00 + 366,85 \cdot 65 + 2,08 \cdot 65 + 0,00 \cdot 65 + 5,54 \cdot 65}{2,12 + 366,85 + 2,08 + 0,00 + 5,54} = 65,20$			65,20

Визначення загальної теплової потужності котельні (т.зв. потужності з («виробленою теплотою»)- $\sum Q_{кот}$, т/ГОД, з урахуванням теплоти, що внесена водою підживлення, за формулою (2.18):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.19

Таблиця 2.19

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum Q_{кот} = 12,93 + 40,93 + 0,62 + 0,19 + 0,18 - \frac{15}{3,6} \cdot 4,2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 54,76$	54,76		
ТЗ: $\sum Q_{кот} = 7,13 + 40,93 + 0,62 + 0,19 + 0,18 - \frac{15}{3,6} \cdot 4,2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 48,96$		48,96	
Л: $\sum Q_{кот} = 0,68 + 36,38 + 0,21 + 0,00 + 0,06 - \frac{5}{3,6} \cdot 4,2 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 37,24$			37,24

Визначення типорозміру встановлювальних на котельні водогрійних котлів, їх номінальної теплової потужності - $Q_{вк.ном}$, МВт; номінальний пропуск води через котли - $G_{вк.ном}$, т/ГОД, ККД котлів - $\eta_{вк.ном}$, од, температурні параметри - $t_{вк.ном}$, °C, та $t''_{вк.ном}$, °C.

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Вибір типорозміру водогрійних котлів здійснюється з таких міркувань:
 - На ринку водогрійних котлів існують такі пропозиції наступних типорозмірів водогрійних котлів:

КВ-ГМ-20(23,2МВт), КВ-ГМ-30(34,8МВт), КВ-ГМ-50(58,0МВт), КВ-ГМ-100(116,0МВт).

Приймаю до встановлення три котли КВ – ГМ – 20 – варіант, що задовольняє умовам експлуатації котлів в усіх режимах експлуатації, в т.ч. в режимі Л на мінімально допустимому тепловому навантаженні.

Результати визначення наведено у таблицю 2.20

Таблиця 2.20

Позн.	Одиниця виміру	Визначення результату
1	2	3
ТИП	КВ-ГМ-30	
$Q_{\text{ВК.НОМ}}$	МВт	34,8
$G_{\text{ВК.НОМ}}$	т/год	370
$\eta_{\text{ВК.НОМ}}$	%	91
$t_{\text{ВК.НОМ}}$	°С	150
$t''_{\text{ВК.НОМ}}$	°С	70

Визначення числа встановлених водогрійних котлів у котельні - $N_{\text{ВК.ВСТ}}$, шт., за формулою (2.19):

$$N_{\text{ВК.ВСТ}} = \sum \frac{Q_{\text{КОТ}}}{Q_{\text{ВК.НОМ}}};$$

* Примітка: до встановлення приймається число котлів, що відповідає результату обчислення за формулою (2.19), округленого до більшого числа.

Результати визначення зведені у таблицю 2.21

Таблиця 2.21

Визначення результату	Значення для режимів, шт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $N_{\text{ВК.ВСТ}} = \frac{54,76}{23,2} = 1,57$	2		
ТЗ: $N_{\text{ВК.ВСТ}} = \frac{48,96}{23,2} = 1,41$		2	
Л: $N_{\text{ВК.ВСТ}} = \frac{37,24}{23,2} = 1,07$			1

Визначення кількості котлів, що будуть в експлуатації протягом року в базовому режимі.

$$N_{\text{ВК.Б}}=1$$

Результати визначення зведені у таблицю 2.22

Таблиця 2.22

Визначення результату					Значення для режимів, шт			
Зм.	Арж.	№ докум.	Підпис	Дата	00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ			Арж.
								49

	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $N_{ВК.Б} = 1$	1		
ТЗ: $N_{ВК.Б} = 1$		1	
Л: $N_{ВК.Б} = 1$			1

Визначення числа котлів, що працюють у змінному режимі - $N_{ВК.З}$, шт., за формулою (2.20).

$$N_{ВК.З} = N_{ВК.ВСТ} - 1$$

Результати визначення зведені у таблицю 2.23

Таблиця 2.23

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

Визначення числа котлів, що знаходяться в експлуатації в кожному з трьох розрахункових режимів - $N_{ВК.Р}$, шт., за формулою (2.21):

$$N_{ВК.Р} = N_{ВК.Б} + N_{ВК.З}$$

Результати визначення зведені у таблицю 2.24

Таблиця 2.24

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

Визначення експлуатаційних параметрів роботи «базового» водогрійного котла для всіх режимів

- у разі експлуатації в котельні двох або більше котлоагрегатів:

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

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

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

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

- у разі експлуатації в котельні одного котлоагрегату:

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

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

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

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.25

Таблиця 2.25

Визначення результату	Значення для режимів, МВт, °С, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $Q_{\text{ВК.Б.}} = 34,8$ $t'_{\text{ВК.Б.}} = 150$ $t''_{\text{ВК.Б.}} = 70$ $G_{\text{ВК.Б.}} = 370$	34,8 150 70 370		
ТЗ: $Q_{\text{ВК.Б.}} = 34,8$ $t'_{\text{ВК.Б.}} = 150$ $t''_{\text{ВК.Б.}} = 70$ $G_{\text{ВК.Б.}} = 370$		34,8 150 70 370	
Л: $Q_{\text{ВК.Б.}} = 34,8$ $t'_{\text{ВК.Б.}} = 150$ $t''_{\text{ВК.Б.}} = 70$ $G_{\text{ВК.Б.}} = 370$			34,8 150 70 370

Визначення теплового навантаження водогрійних котлів, що несуть змінну складову теплового навантаження котельні - $\sum Q_{\text{ВК.З}}$, МВт, за формулою (2.22):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.26

Таблиця 2.26

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum Q_{\text{ВК.З}} = 54,76 - 34,80 = 19,96$	19,96		
ТЗ: $\sum Q_{\text{ВК.З}} = 48,96 - 34,80 = 14,16$		14,16	
Л: $\sum Q_{\text{ВК.З}} = 37,24 - 34,80 = 2,44$			2,44

Визначення теплового навантаження кожного котла, що несе змінну складову теплового навантаження - $Q_{\text{ВК.З}}$, МВт, за формулою (2.23):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.27

Таблиця 2.27

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л

МЗ: $Q_{\text{ВК.З}} = \frac{19,96}{1} = 19,96$	19,96		
ТЗ: $Q_{\text{ВК.З}} = \frac{14,16}{1} = 14,16$		14,16	
Л: $Q_{\text{ВК.З}} = 0$			0

Визначення пропуску 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 (2.24):

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

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

$$G_{\text{ВК.З}} = G_{\text{ВК.НОМ}}$$

- для Л режиму (за відсутності такого котла):

$$G_{\text{ВК.З}} = 0,0$$

Результати визначення зведені у таблицю 2.28

Таблиця 2.28

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{ВК.З}} = \frac{19,96 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,2 \cdot (150 - 70)} = 213,88$	213,88		
ТЗ: $G_{\text{ВК.З}} = 370,00$		370,00	
Л: $G_{\text{ВК.З}} = 0,00$			0,00

Визначення сумарної подачі води на котли, що знаходяться в експлуатації - $\sum G_{\text{ВК}}$, т/год, за формулою (2.25):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.29

Таблиця 2.29

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum G_{\text{ВК}} = 370 + 1 \cdot 213,88 = 583,88$	583,88		
ТЗ: $\sum G_{\text{ВК}} = 370 + 1 \cdot 370 = 740$		740,00	
Л: $\sum G_{\text{ВК}} = 370 + 1,00 \cdot 0,00 = 370,$			370,00

Визначення температури води на виході з котлів, що несуть змінну складову теплового навантаження котельні - $t''_{\text{ВК.З}}$, °С, за формулою (2.26):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.30

Таблиця 2.30

Визначення результату	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $t''_{\text{ВК.3}} = 150$	150		
ТЗ: $t''_{\text{ВК.3}} = \frac{70 + 14,16 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,2 \cdot 370} = 102,80$		102,80	
Л: $t''_{\text{ВК.3}} = 0,00$			0,00

Визначення витрати води в рециркуляційному трубопроводі - $G_{\text{РЕЦ}}$, т/год, для трьох режимів за формулою (2.27):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.31

Таблиця 2.32

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{РЕЦ}} = \frac{583,88 \cdot (70 - 59,42)}{150 - 59,42} = 48,74$	48,74		
ТЗ: $G_{\text{РЕЦ}} = \frac{740 \cdot (70 - 59,42)}{150 - 59,42} = 86,41$		86,41	
Л: $G_{\text{РЕЦ}} = \frac{370,00 \cdot (70 - 64,51)}{150 - 64,51} = 23,78$			23,78

Визначення середньо вагової температури 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 (2.28):

$$t_{\text{ВК}}^{\Sigma} = \frac{(G_{\text{ВК.Б}} - \sum G_{\text{ВН}} - G_{\text{РЕЦ}}) \cdot t''_{\text{ВК.Б}} + N_{\text{ВК.3}} \cdot G_{\text{ВК.3}} \cdot t''_{\text{ВК.3}}}{\sum G_{\text{ВК}} - \sum G_{\text{ВН}} - G_{\text{РЕЦ}} + N_{\text{ВК.3}} \cdot G_{\text{ВК.3}}}$$

Результати визначення зведені у таблицю 2.33

Таблиця 2.33

Визначення результату	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
$\text{МЗ: } t_{\text{БК}}^{\Sigma} = \frac{(370,00 - 422,68 - 38,03) \cdot 150,00 + 2 \cdot 213,88 \cdot 150,00}{370,00 - 422,68 - 38,03 + 2 \cdot 213,88} = 150,00$	150,00		
$\text{ТЗ: } t_{\text{БК}}^{\Sigma} = \frac{(370,00 - 422,68 - 54,04) \cdot 150,00 + 2 \cdot 247,00 \cdot 89,45}{370,00 - 422,68 - 54,04 + 2 \cdot 247,00} = 74,37$		74,37	
$\text{Л: } t_{\text{БК}}^{\Sigma} = 150,00$			150,00

Визначення витрати зворотної води через регулюючий клапан в трубопроводі перепуску зворотної води в пряму магістраль (т.зв.перепуску) - $G_{\text{пер}}$, т/год, для трьох режимів за формулою (2.29):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.34

Таблиця 2.34

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
$\text{МЗ: } G_{\text{пер}} = \frac{28,63 \cdot (150 - 150)}{150 - 62,71} = 0$	0		
$\text{ТЗ: } G_{\text{пер}} = \frac{34,02 \cdot (43,65 - 81,28)}{43,65 - 59,42} = 35,80$		35,80	
$\text{Л: } G_{\text{пер}} = \frac{2,88 \cdot (150 - 150)}{150 - 64,51} = 9,70$			9,70

Визначення похибки балансових розрахунків водогрійної котельні за формулою (2.30):

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.35

Таблиця 2.35

Визначення результату	Значення для режимів, %
-----------------------	-------------------------

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\Delta G^{\%} = 4,18$	4,18		
ТЗ: $\Delta G^{\%} = 6,74$		6,74	
Л: $\Delta G^{\%} = 5,12$			5,12

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

2.4. Вибір обладнання котельні

2.4.1. Вибір водогрійних котлів

До встановлення прийнято три котли КВ – ГМ – 30 – варіант, що задовольняє умовам експлуатації котлів в усіх режимах експлуатації в т.ч. в режимі Л на мінімально допустимому тепловому навантаженні.

2.4.2. Вибір рециркуляційних насосів

Передбачено встановлення рециркуляційних насосів типу КсВ 125-556-С УХЛ4

2.4.2.1. Здійснення вибору типорозміру насосів рециркуляції, його номінальної подачі – $Q_{\text{нас.реци}}^{\text{ном}}$, та напору – $H_{\text{нас.реци}}^{\text{ном}}$, м вод. ст., на базі визначених максимальних значень (в режимі ТЗ) пропуску води через трубопровід рециркуляції – $G_{\text{реци}} = 86,4$, та опору трубопровідної системи рециркуляції – $\Delta H_{\text{реци}}$ (не вище 40 м вод. ст.).

2.4.2.2. Визначення числа робочих рециркуляційних насосів – $N_{\text{нас.реци}}^{\text{роб}}$, шт., за формулою:

$$N_{\text{нас.реци}}^{\text{роб}} = \frac{G_{\text{РЕЦ}}^{\text{Т.З.}}}{Q_{\text{нас.реци}}^{\text{ном}}} = \frac{86,4}{125} = 0,69 = 1$$

*Примітка.

Одержане число насосів потрібно округлити до більшого цілого значення.

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

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

Блок параметрів по насосам рециркуляції наведено в таблиці 2.36

№ п / п	Ум. позн.	Назва параметру	Один. Вим.	Метод визначення	Значення для режимів
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ					Арк. 55

					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тип насосу	Типорозмір насоса рециркуляції	–	3 інформаційного листа виробника	КсВ 125-556-С УХЛ4		
2	$Q_{\text{рец}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	$\frac{m^3}{год}$	З паспорту насоса	125		
3	$H_{\text{рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “	40		
4	$N_{\text{рец}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт	“ – “	18,7		
5	$\eta_{\text{н. рец}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,73		
6	$(H_{\text{кав}})_{\text{нас. мер}}^{\text{ном}}$	Номінальний кавітаційний запас насоса	м вод. ст.	“ – “	1,8		

2.4.3. Вибір циркуляційних насосів теплової мережі (мережних насосів)

Передбачено до встановлення, як мережні насоси, відцентрові насоси типу КсВ 125-556-С УХЛ4

2.4.3.1. Вибір типорозміру мережних насосів, його номінальної подачі – $Q_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$, $\frac{m^3}{год}$, та напору – $H_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$, м вод. ст., на базі визначених максимальних значень (в режимі ТЗ) витрати води через трубопровідну систему “Котельна – Тепломережа” – $G_1 = 122,47 \frac{m}{год}$, та опору трубопровідної системи – $\Delta H_{\text{мер}}$ (не вище 40 м.вд.ст.) та статичного напору тепломережі.

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

$$N_{\text{нас.мер}}^{\text{роб}} = \frac{122,47}{125} = 0,98 = 1$$

2.4.3.2. Визначення числа встановлених насосів рециркуляції з

урахуванням одного резервного – $N_{\text{нас.мер}}^{\text{вст}}$, шт, за формулою:					Арк.
00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ					56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк.
00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ					57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

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

Блок параметрів по мережним насосам наведено в табл. 2.37

Таблиця 2.37

№ 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 насосу	Типорозмір насоса рециркуляції	–	3 інформаційного листа виробника	КсВ 125-556-С УХЛ4		КМ 50-32-125
2	$Q_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	$\frac{м^3}{год}$	З паспорту насоса	125		12,5
3	$H_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “	40		20
4	$N_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт	“ – “	18,7		1,24
5	$\eta_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,73		0,55
6	$(H_{\text{кав}})_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$	Номінальний кавітаційний запас насоса	м вод. ст.	“ – “	1,8		3,5

2.4.4. Вибір внутрішньо-котельних насосів

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

2.4.4.1. Вибір насосів сирії води

2.4.4.1.1. Вибір типорозміру насосів сирії води, його номінальної

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

визначених значень витрати води для підживлення – $G_{с.в} = 16,7 \frac{м}{год}$, та опору трубопровідної системи – ΔH (не вище 40 м вод. ст.).

2.4.4.1.2. Визначення числа робочих насосів сирі води – $N_{нас.с.в}^{роб}$, шт, за формулою:

$$N_{нас.с.в}^{роб} = \frac{16,7}{20} = 0,83 = 1$$

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

2.4.4.1.3. Визначення числа встановлених насосів з урахуванням одного резервного – $N_{нас.с.в}^{вст}$, шт, за формулою:

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

Блок параметрів по насосам сирі води наведені в таблицю 2.38

Таблиця 2.38

Характеристика насосів сирі води

№ п / п	Ум. позн.	Назва параметру	Один. виміру	Метод визначенн я	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тип наосу	Типорозмір наоса рециркуляції	–	3 інформаці йного листа виробника	К 20/30		

Продовження таблиці 2.38

1	2	3	4	5	6-8
---	---	---	---	---	-----

2	$Q_{\text{нас. с.в}}^{\text{НОМ}}$	Номинальна подача насоса	$\frac{m^3}{год}$	З паспорту насоса	20
3	$H_{\text{нас. с.в}}^{\text{НОМ}}$	Номинальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “	30
4	$N_{\text{нас. с.в}}^{\text{НОМ}}$	Номинальна потужність насоса	кВт	“ – “	2,7
5	$\eta_{\text{нас. с.в}}^{\text{НОМ}}$	Номинальний ККД насоса	од.	“ – “	0,64
6	$(H_{\text{кав}})_{\text{нас.с}}^{\text{НОМ}}$ в	Номинальний кавітаційний запас насоса	м вод. ст.	“ – “	3,8

2.4.4.5. Вибір підживлювальних насосів

2.4.4.5.1. Здійснення вибору типорозміру насосу, його номінальної подачі – $Q_{\text{нас.підж}}^{\text{НОМ}}$, $\frac{m^3}{год}$, та напору – $H_{\text{нас.підж}}^{\text{НОМ}}$, м вод. ст., на базі визначених значень витрати води для підживлення – $G_{\text{підж}} = 15 \frac{m}{год}$, опору трубопроводної системи – ΔH (не вище 40 м.вод.ст.) та статичного напору.

2.4.4.5.2. Визначення числа робочих насосів – $N_{\text{нас.підж}}^{\text{роб}}$, шт., за формулою:

$$N_{\text{нас.підж}}^{\text{роб}} = \frac{15}{20} = 0,75 = 1$$

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

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

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

Блок параметрів по насосам наведено в табл. 2.39

Таблиця 2.39

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Характеристика підживлювальних насосів

№ П / П	Ум. позн.	Назва параметру	Один. вимір у	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тип насоса	Типорозмір насоса рециркуляції	–	З інформацій ного листа виробника	К 20/30		
2	$Q_{\text{нас.}}^{\text{ном}}$ підж	Номінальна подача насоса	$\frac{м^3}{год}$	З паспорту насоса	20		
3	$H_{\text{нас.}}^{\text{ном}}$ підж	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “	30		
4	$N_{\text{нас.}}^{\text{ном}}$ підж	Номінальна потужність насоса	кВт	“ – “	2,7		
5	$\eta_{\text{нас.}}^{\text{ном}}$ підж	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,64		
6	$(H_{\text{кав}})_{\text{підж}}^{\text{ном}}$	Номінальний кавітаційний запас насоса	м вод. ст.	“ – “	3,8		

2.4.4.6. Вибір насосів технологічної води

2.4.4.6.1. Здійснення вибору типорозміру насосу, його номінальної подачі – $Q_{\text{нас.техн}}^{\text{ном}}, \frac{м^3}{год}$, та напору – $H_{\text{нас.техн}}^{\text{ном}}$, м вод. ст., на базі визначених значень витрати води для потреб промислового підприємства – $G_{\text{техн}} = 108,27 \frac{т}{год}$ та опору трубопровідної системи – ΔH (не вище 40 м вод. ст.).

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

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

$$N_{\text{нас.тех}}^{\text{роб}} = \frac{108,27}{125} = 0,87 = 1$$

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

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

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

Блок параметрів по насосам технологічної води наведено в табл. 2.40

Таблиця 2.40

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 рециркуляції	–	З інформаційного листа виробника	КсВ 125-556-С УХЛ4		
2	$Q_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	$\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$	З паспорту насоса	125		
3	$H_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “	40		
4	$N_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт	“ – “	18,7		
5	$\eta_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,73		
6	$(H_{\text{кав}})_{\text{під ж}}^{\text{ном}}$	Номінальний кавітаційний запас насоса	м вод. ст.	“ – “	1,8		

2.4.4.7. Вибір насосів хім.очищеної води

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4.4.7.1. Здійснення вибору типорозміру насосу, його номінальної

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

визначених значень витрати хім.очищеної води для підживлення –

$G_{\text{хов}} = 15,15 \frac{\text{м}}{\text{год}}$, та опору трубопроводної системи – ΔH (не вище 40 м

вод. ст.).

2.4.4.7.2. Визначення числа робочих насосів хім. очищеної води –

$N_{\text{нас.хов}}^{\text{роб}}$, шт., за формулою:

$$N_{\text{нас.хов}}^{\text{роб}} = \frac{15,15}{20} = 0,76 = 1$$

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

2.4.4.7.3. Визначення числа встановлених насосів з урахуванням

одного резервного – $N_{\text{нас.хов}}^{\text{вст}}$, шт, за формулою:

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

Блок параметрів по насосам хімочищеної води наведено в табл. 2.41

Таблиця 2.41

Характеристика насосів хім.очищеної воли

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№ п / п	Ум. позн.	Назва параметру	Один. вим	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	7	6	7	8
1	Тип насосу	Типорозмір насосу рециркуляції	–	3 інформацій ного листа виробника	К 20/30		
2	$Q_{\text{нас.}}^{\text{ном}}$ хов	Номінальна подача насоса	$\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$	З паспорту насоса	20		
3	$H_{\text{нас.}}^{\text{ном}}$ хов	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “	30		
4	$N_{\text{нас.}}^{\text{ном}}$ хов	Номінальна потужність насоса	кВт	“ – “	2,7		
5	$\eta_{\text{нас.}}^{\text{ном}}$ хов	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,64		
6	$(H_{\text{кав}})_{\text{під}}^{\text{ном}}$ ж	Номінальний кавітаційний запас насоса	м вод. ст.	“ – “	3,8		

2.4.4.8. 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 обрано 2 деаератори ДВ–15.

Блок параметрів наведено в таблиці 2.42

Таблиця 2.42

Характеристика деаераторів водогрійної котельні

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

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

2.4.4.9. Вибір підігрівників

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

2.4.4.9.1. Підігрівник сирої води

Теплове навантаження підігрівника сирої води $Q_{\text{ПСВ}} = 0,19$ МВт;

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Обчислення наявного температурного перепаду:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\text{г}} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{г}}}{\Delta t_{\text{м}}}} = \frac{15 - 5}{\ln \frac{15}{5}} = 9,10^{\circ}\text{C}$$

Визначення необхідної поверхні теплообміну:

$$F = \frac{Q_{\text{псв}}}{k\Delta t} = \frac{0,19 \cdot 10^6}{2500 \cdot 9,10} = 8,35 \text{ м}^2$$

З переліку стандартних типорозмірів підігрівників обрано секційний підігрівник ПВ-z-13. Площа поверхні теплообміну однієї секції – $F = 10 \text{ м}^2$, довжина трубки – 2 м, загальна кількість труб – 109.

2.4.4.9.2. Підігрівник хім.очищеної води

Теплове навантаження підігрівника хім. очищеної води

$$Q_{\text{хов}} = 0,62 \text{ МВт};$$

Обчислення наявного температурного перепаду:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\text{г}} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{г}}}{\Delta t_{\text{м}}}} = \frac{65 - 20}{\ln \frac{65}{20}} = 34,10^{\circ}\text{C}$$

Визначення бхідної поверхні теплообміну:

$$F = \frac{Q_{\text{хво}}}{k\Delta t} = \frac{0,62 \cdot 10^6}{2500 \cdot 34,10} = 7,27 \text{ м}^2$$

З переліку стандартних типорозмірів підігрівників обрано секційний підігрівник ПВ-z-13. Площа поверхні теплообміну однієї секції – $F = 10 \text{ м}^2$, довжина трубки – 2 м, загальна кількість труб – 109.

2.4.4.9.3. Підігрівник технологічної води

Теплове навантаження підігрівника технологічної води $Q_{\text{тех}} = 40,93 \text{ МВт};$

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Обчислення наявного температурного перепаду:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_M}{\ln \frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}} = \frac{95 - 65}{\ln \frac{95}{65}} = 79,05^\circ\text{C}$$

Визначення необхідної поверхні теплообміну:

$$F = \frac{Q_{\text{техн}}}{k \Delta t} = \frac{13,48 \cdot 10^6}{2500 \cdot 79,05} = 67,82 \text{ м}^2$$

З переліку стандартних типорозмірів підігрівників обрано секційний підігрівник ПВ-z-15. Площа поверхні теплообміну однієї секції – $F = 13,8 \text{ м}^2$, довжина трубки – 2 м, загальна кількість труб – 151, кількість секцій – 5.

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

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

Таблиця 2.42

Рекомендоване тягодуттєве обладнання

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

Перевірка рекомендації.

Визначання витрати повітря та димових газів:

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

Реальні параметри приведенно до заводських:

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

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

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

За визначеними параметрами, за допомогою робочих полів підтверджується правильність вибору тягодуттьового обладнання.

2.5. Визначення енергетичних показників роботи водогрійної котельні

Визначення годинної витрати природного газу в котельні - $V_{\text{кот}}$, тис.м³/год, до трьох режимів роботи:

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

Результати визначення зведені у таблицю 2.43

Таблиця 2.43

Визначення результату	Значення для режимів, тис.м ³ /год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $V_{\text{кот}} = \frac{1,01 \cdot 54,76 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{0,91 \cdot 33730} = 6,5$	6,5		
ТЗ: $V_{\text{кот}} = \frac{1,01 \cdot 48,96 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{0,91 \cdot 33730} = 5,8$		5,8	
Л: $V_{\text{кот}} = \frac{1,01 \cdot 37,24 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{0,91 \cdot 33730} = 4,4$			4,4

Визначення сумарної «встановленої» електричної потужності, що споживає електричне обладнання власних потреб котельні - $\sum W_{\text{кот}}^{\text{вл.п.}}$, кВт, за формулою:

$$\begin{aligned} \sum W_{\text{кот}}^{\text{вл.п.}} &= W_{\text{нас.рец}} + W_{\text{нас.тм}} + W_{\text{нас.підж}} + W_{\text{нас.св.}} + W_{\text{нас.хв}} + \sum W_{\text{вд}} + \\ &+ \sum W_{\text{д}} + W_{\text{освітл}} = 2 \cdot 18,7 + 2 \cdot 18,7 + 2 \cdot 2,7 + 2 \cdot 2,7 + 2 \cdot 18,7 + 3 \cdot \\ &40 + 3 \cdot 10,7 + 10 = 285,1 \text{ кВт,} \end{aligned}$$

де:

$W_{\text{нас.рец}}$ - встановлена потужність робочих насосів рециркуляції, кВт.

Визначається в п.2.6.2.

$W_{\text{нас.тм}}$ - встановлена потужність робочих мережних насосів, кВт.

Визначається в п.2.6.3.

$W_{\text{нас.підж}}$ - встановлена потужність робочих насосів сирої води, кВт.

Визначається в п.2.6.4.

$W_{\text{нас.хв}}$ - встановлена потужність робочих насосів хімічищеної води, кВт. Визначається в п.2.6.4.

$\sum W_{\text{вд}}$ - встановлена потужність робочих дутьових вентиляторів водогрійних котлів, кВт. Визначається в п.2.6.6.

$\sum W_{\text{д}}$ - встановлена потужність робочих димососів водогрійних котлів, кВт. Визначається в п.2.6.2.

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

Визначається за методикою, визначеною в курсі «Охорона праці».

Визначення годинної, добової, та річної потреби 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 (2.30), (2.31), (2.32):

$$W_{\text{ВЛ.П}}^{\text{ГОД}} = \sum W_{\text{КОТ}}^{\text{ВЛ.П.}} \cdot 1 \cdot K_{\tau}^{\text{ГОД}} = 285,1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 228,1$$

$$W_{\text{ВЛ.П}}^{\text{ДОБ}} = \sum W_{\text{КОТ}}^{\text{ВЛ.П.}} \cdot 24 \cdot K_{\tau}^{\text{ДОБ}} = 285,1 \cdot 24 \cdot 0,7 = 4789,7$$

$$W_{\text{ВЛ.П}}^{\text{РІК}} = \sum W_{\text{КОТ}}^{\text{ВЛ.П.}} \cdot 8760 \cdot K_{\tau}^{\text{РІК}} = 285,1 \cdot 8760 \cdot 0,6 = 1498485,6$$

де:

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

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

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

Визначення для МЗ режиму середньогодинної питомої витрати природного газу- $(b_{\text{T}}^{\text{ВІДП}})_{\text{газ}}$, м³/МВт, та умовного палива - $(b_{\text{T}}^{\text{ВІДП}})_{\text{у.п}}$, кг у.п./МВт в котельній з відпущеної теплової енергії за формулами (2.34) та (2.35):

$$(b_{\text{T}}^{\text{ВІДП}})_{\text{газ}} = \frac{V_{\text{КОТ}} \cdot 10^3}{\sum Q_{\text{ЖР}} + Q_{\text{ПП}}}$$

$$(b_{\text{T}}^{\text{ВІДП}})_{\text{у.п}} = \frac{V_{\text{КОТ}} \cdot K_{\text{газ}}^{\text{у.п}} \cdot 10^3}{\sum Q_{\text{ЖР}} + Q_{\text{ПП}}}$$

Результати визначення зведені у таблицю 2.44

Таблиця 2.44

Визначення результату	Значення для режимів, тис.м ³ /год		
	МЗ	ТЗ	Л
$(b_{\text{T}}^{\text{ВІДП}})_{\text{газ}} = \frac{6,5 \cdot 10^3}{12,93 + 12} = 2,6$	260	-	-
$(b_{\text{T}}^{\text{ВІДП}})_{\text{у.п}} = \frac{0,065 \cdot 1,15 \cdot 10^3}{12,93 + 12} = 3,0$	300	-	-

Визначення собівартості теплоти, відпущеної від котельні - C_Q , грн/МВт за формулою:

$$C_Q = \left[\frac{(b_T^{\text{відп}})_{\text{у.п}}}{K_{\text{газ}}^{\text{у.п}}} \right] \cdot C_{\text{палив}} \cdot 10^{-3} + e_{\text{е/е}}^{\text{відп}} \cdot C_{\text{е/е}} + C_Q^{\text{експл}}$$

$$C_Q = \left[\frac{300}{1,15} \right] \cdot 11,8 + 3,29 \cdot 0,78 + 20 = 3100$$

Формування висновку щодо енергоефективності проектної котельні.

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

Основні результати розрахунку наведені у таблиці 2.45

Таблиця 2.45

№ п / п	Назва параметру	Умовне позначення	Од. виміру	Числове значення для режимів		
				МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7
1	Температура зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	°С	-23	+0,8	+15
2	Сумарне теплове навантаження житлового району	$\Sigma Q_{\text{Ж.Р}}$	МВт	3410	3410	3410
3	Теплове навантаження підприємства	$Q_{\text{п.п}}$	МВт	12	12	12
4	Сумарне теплове навантаження котельні	$\Sigma Q_{\text{КОТ}}$	МВт	54,76	48,96	37,24
5	Температура мережної води в “прямій” магістралі на виході з котельні	t_1	°С	150	81,28	81,28
6	Температура води в “зворотній” магістралі на вході в котельню	t_2	°С	51,35	36,72	30

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.45

1	2	3	4	5	6	7
7	Температура води в “зворотній” магістралі на вході в мережні насоси	$\tau_{звор}$	°C	62,71	59,42	64,51
8	Витрата води в “прямій” магістралі на виході з котельні	G_1	$\frac{m}{год}$	103,5	122,5	10,36
9	Убуток води в тепломережі	$G_{убут}$	$\frac{m}{год}$	15	15	5
10	Витрата води в «зворотній» магістралі на вході в котельню	G_2	$\frac{m}{год}$	88,05	107,5	5,36
11	Витрата води в трубопроводі рециркуляції котлів	$G_{рец}$	$\frac{m}{год}$	48,75	86,4	23,78
12	Витрата води в трубопроводі перепуску	$G_{пер}$	$\frac{m}{год}$	0	0	0
13	Число встановлених водогрійних котлів	$N_{ВК.ВСТ}$	од.	2	2	1
14	Число котлів, що знаходяться в експлуатації	$N_{ВК.Р}$	од.	2	2	1
15	Число котлів, що експлуатуються в базовому (номінальному) режимі	$N_{ВК.Б}$	од.	1	1	1
16	Число котлів, що експлуатуються в режимі змінного навантаження	$N_{ВК.З}$	од.	1	1	0
17	Годинна витрата природного газу в котельні	$ВКОТ$	тис. $\frac{м^3}{год}$	6,5	5,8	4,4

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ

Арк.

71

Продовження таблиці 2.45

1	2	3	4	5	6	7
18	Питома витрата природного газу на відпущену від котельні теплову енергію	$(\text{втвідп})_{\text{газ}}$	$\frac{\text{м}^3}{\text{МВт}}$	260	-	-
19	Питома витрата умовного палива на відпущену від котельні теплову енергію	$(\text{втвідп})_{\text{у.п}}$	кг у.п. / МВт	300	-	-
20	Сумарна встановлена потужність споживачів електроенергії котельні	ΣW_{BK}	кВт	285,1	-	-
21	Середньодобова питома витрата електроенергії на відпуск теплоти від котельні	$e_{\frac{\text{год}}{\text{е}}}$	$\frac{\text{кВт}}{\text{МВт}}$	3,29	-	-
22	Вартість природного газу	$C_{\text{палив}}$	$\frac{\text{грн.}}{\text{тис.м}^3}$	11800	-	-
23	Вартість електроенергії	$C_{\frac{\text{е}}{\text{е}}}$	$\frac{\text{грн}}{\text{кВт} \cdot \text{год}}$	0,78	-	-
24	Собівартість теплоти, що відпущена від котельні	CQ	$\frac{\text{грн}}{\text{МВт}}$	3100	-	-

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ

Арк.

72

3. Охорона праці

Інструкція з охорони праці для операторів котельні (теплогенераторної) що працюють на газовому паливі

3.1. Загальні положення.

3.1.1. Вимоги цієї інструкції розповсюджуються на операторів котельні (теплогенераторної) що працює на газовому паливі, (надалі оператор).

3.1.2. Дану інструкцію повинні знати:

- оператор котельні;
- відповідальний за газове господарство;

3.1.3. На посаду оператора котельні призначається особа не молодше 18 років з повною або базовою середньою освітою, яка пройшла попередній медичний огляд та навчання безпосередньо на виробництві по затвердженій програмі, з випробним терміном - 3 місяці.

3.1.4. До самостійної роботи на посаді оператора котельні допускаються особи, які пройшли:

- первинний медогляд;
- вступний та первинний інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки;
- виробниче навчання по затвердженій програмі; пройшли навчання та успішну перевірку знань:
- Правил безпеки систем газопостачання України;
- Правил безпечної експлуатації електроустановок (ПБЕЕ);

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в місті Кременчук	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Бабенко М.О.						
Перевірив		Петренко В.П.					73	102
Н. контр.						Кафедра ТЕХТ, 2020		
Затвердив		Василенко С.М.						

- Правил пожежної безпеки (ППБ) в компаніях, на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі України;

- виробничих інструкцій, інструкцій з охорони праці, пожежної безпеки та технічної експлуатації;

- Правил експлуатації електрозахисних засобів;

- протипожежних тренувань та пожежно-технічного мінімуму;

- "Інструкції з надання першої допомоги потерпілим внаслідок нещасного випадку під час обслуговування енергетичного обладнання".

3.1.5. Після перевірки знань оператора котельні видається посвідчення встановленої форми, яке повинне завжди знаходитися при ньому під час виконання роботи.

3.1.6. У процесі роботи оператор котельні проходить повторний інструктаж щомісячно, позаплановий інструктаж при необхідності, перевірку знань з охорони праці та пожежної безпеки - 1 раз на рік, з технології робіт (ПТЕ) - 1 раз в 3 роки Правил безпеки систем газопостачання України (ПБСГУ) - 1 раз на рік;

3.1.7. Оператор котельні в своїй роботі повинен керуватись наступними документами:

- Правилами безпеки систем газопостачання України;

- Правилами безпечної експлуатації електроустановок (ПБЕЕ);

- Правилами пожежної безпеки (ППБ) в компаніях, на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі України;

- Правилами експлуатації електрозахисних засобів;

- "Інструкцією з надання першої допомоги потерпілим внаслідок нещасного випадку під час обслуговування енергетичного обладнання".

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

3.1.8. Оператор котельні зобов'язаний:

- виконувати вимоги нормативних актів з питань охорони праці і пожежної безпеки, правила поводження з обладнанням, інструментами і іншими засобами виробництва, вміти користуватися засобами колективного і індивідуального захисту;

- дотримуватись зобов'язань з охорони праці і пожежної безпеки, передбачених колективним договором (угодою, трудовим договором), правил внутрішнього трудового розпорядку;

- проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди;

- співробітничати з адміністрацією в справі організації безпечних нешкідливих умов праці. Особисто брати участь в усуненні виробничої ситуації, що створює загрозу життю, здоров'ю оточуючих людей, природному середовищу. Повідомити про небезпеку своєму безпосередньому керівнику або іншій посадовій особі;

- повідомити про нещасний випадок керівнику структурного підрозділу і виконати заходи по наданню долікарської допомоги до приїзду медперсоналу;

- утримувати в справному стані робочий інструмент, що знаходиться в користуванні, і закріплені за ним прилади;

- знаходячись на робочому місці, мати при собі посвідчення про перевірку знань;

- забезпечити чистоту робочого місця;

- знати правила поведінки при нещасному випадку і виникненні аварійних ситуацій (аварій, пожеж, стихійних лих і т.д.);

- своєчасно проходити повторні, цільові і позапланові інструктажі, перевірку знань по ПБЕЕ, ПТЕ, ППБ, ПБСГУ;

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

- виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку;
- виконувати тільки ту роботу, яка доручена керівництвом і по отримав цільовий інструктаж;
- не виконувати вказівок, які суперечать правилам охорони праці і даної інструкції;

3.1.9. Оператор котельні несе відповідальність за:

- відповідність рівня своєї кваліфікації вимогам п.3.1.4. даної інструкції;
- невчасне проходження періодичного медогляду, перевірки знань з питань охорони праці, пожежної безпеки, технології робіт;
- порушення вимог нормативних актів з охорони праці, технічної експлуатації пожежної безпеки та даної інструкції;
- невиконання наказів і розпоряджень керівництва;
- перебування на робочому місці з ознаками алкогольного або наркотичного сп'яніння;
- порушення трудової і виробничої дисципліни;

За порушення законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці, створення перешкод для діяльності посадових осіб, органів нагляду за охороною праці і представників професійних спілок оператор котельні може бути притягнений до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності згідно із чинним законодавством України.

3.2. Обов'язки операторів котлів.

3.2.1 При підготовці котла до розпалення оператор повинен:

3.2.1.1. Перед розпаленням ретельно перевірити справність:

- газоходів;

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- контрольно-вимірювальних приладів;
- вентиляторів;
- наявність природної тяги;
- устаткування котла для спалювання газоподібного палива.

3.2.1.2. Продути газопровід, перевірити відсутність витікання газу з газопроводів, газового обладнання й арматури, перевірити за манометром відповідність тиску газу. Якщо при перевірці буде виявлена несправність устаткування, то оператор повинен зробити про це запис у експлуатаційному журналі і сповістити особу відповідальну за справний стан газового господарства об'єкта для прийняття відповідного рішення з цього питання і надання необхідної вказівки операторові.

3.2.1.3. Приміщення теплогенераторної (котельної), котли і все устаткування повинні утримуватись в справному стані і в належній чистоті.

Забороняється: захаращувати приміщення чи зберігати в ньому сторонні матеріали і предмети. Двері приміщення повинні легко відчинятись назовні.

3.2.1.4. Виконати необхідні перевірки згідно вимог інструкції з експлуатації котла(стану газового обладнання)наявності води у системі опалення, запобіжників та ін.):

Забороняється пуск в роботу котлів з несправною арматурою, автоматикою і засобами протиаварійного захисту і сигналізації.

3.2.2. При роботі котла оператор повинен:

3.2.2.1. Уважно стежити за справністю котла і всього устаткування та суворо дотримуватись встановленого режиму роботи котла.

3.2.2.2. Виявлені в процесі роботи устаткування несправності записувати в експлуатаційний журнал. Вживати термінових заходів щодо усунення несправностей, що загрожують безпечній і безаварійній роботі устаткування.

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						77
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо несправності усунути власними силами неможливо, повідомити про це особу, відповідальну за газове господарство об'єкта.

3.2.2.3. Перевірка справності сигналізації та автоматичного захисту повинна проводитись у відповідності з графіком та інструкцією, розробленими та затвердженими в установленому порядку.

3.2.2.4. Періодичну продувку котла проводити в терміни встановлені інструкцією з експлуатації. До продувки переконатись у справності водовказівних приладів.

3.2.2.5. Забороняється проводити під час роботи котла підчечканення заклепочних швів, зварювання елементів котла.

3.2.2.6. Контролювати справний стан приладів автоматичного управління і безпечної роботи котлів.

3.3. Вимоги безпеки перед початком роботи.

3.3.1. Перевірити наявність води в системі опалення і котлів.

3.3.2. Зробити зовнішній огляд трубопроводів газу, води та їх арматури. Перевірити щільність і легкість відкриття кранів.

3.3.3. Перевірити стан системи автоматики і сигналізації, манометрів, термометрів.

3.3.4. Перевірити технічний стан і позицію кранів на газопроводі. Звернути особливу увагу на відсутність витoku газу.

3.3.5. Перевірити наявність і справність засобів протипожежного інвентарю.

3.4. Вимоги безпеки під час виконання роботи.

3.4.1. Роботу котлів після пуску необхідно контролювати за допомогою контрольних приладів.

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		78

3.4.2. Тиск і температура води, тиск газу періодично перевіряються із записом у експлуатаційний журнал.

3.4.3. Забороняється закривати решітки вентиляційних каналів.

3.5. Вимоги безпеки після закінчення роботи.

3.5.1. При довгочасній зупинці котла необхідно відключити електроживлення і закрити подачу газу та води.

3.5.2. Перевірити надійність закриття вентилів.

3.6. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

3.6.1. При проведенні робіт в котельній можливі такі аварійні ситуації:

- виток газу;
- ураження працівника електричним струмом;
- ураження працівника гарячою водою, газом.

3.6.2. При виявленні в приміщенні теплогенераторної (котельної) запаху газу слід негайно припинити роботу котлів, повідомити керівника та працівників газової мережі. Доки не буде повної впевненості у відсутності газу і виключена можливість вибуху газу ні в якому разі не допускається пуск котлів, розведення відкритого вогню. До роботи можна приступити лише після надійного провітрювання приміщення теплогенераторної (котельної).

3.6.3. При ураженні працівника електричним струмом, звільнити потерпілого від дії електричного струму: відключити електроустановку, відділити потерпілого від струмопровідних частин з застосуванням діелектричних захисних засобів або ізолюючих речей та предметів.

3.6.4. При ураженні працівника гарячою водою або газом, потерпілого вивести (винести) в безпечне місце.

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

3.6.5. У всіх випадках до потерпілого викликати лікаря та до його прибуття надавати потерпілому першу допомогу

3.6.6. У випадку виробничої необхідності по ліквідації аварії чи стихійного лиха оператор може бути викликаний на роботу в будь-який час.

3.6.7. У випадках, які створюють небезпеку для людей, оператор котельні застосовує термінові заходи щодо запобігання нещасного випадку чи аварійної ситуації. Якщо при аварійній ситуації працівник не може вжити необхідних заходів, він повинен негайно повідомити про це керівника. При виникненні аварійної ситуації оператор котельні приймає заходи по її ліквідації.

3.6.8. При загрозі виникнення нещасного випадку чи пошкодження обладнання, а також для звільнення потерпілого від дії електричного струму, напруга з електроустановки повинна бути знята негайно.

3.6.9. При нещасному випадку оператор приймає термінові заходи з надання першої допомоги потерпілому і виклику за необхідністю бригади швидкої медичної допомоги. Лікаря слід викликати у всіх випадках ураження електричним струмом, незалежно від стану потерпілого.

3.6.10. Оператор повинен зберегти на робочому місці ті обставини, під час яких стався нещасний випадок, якщо це не загрожує життю людей.

3.6.11. При виконанні аварійно - відновлювальних робіт оператор може припинити роботу тільки при загрозі його життю чи за дозволом керівництва.

Оператор зобов'язаний негайно повідомити свого безпосереднього керівника:

- про кожен випадок травми, отруєння, опіку, отриманих ним особисто чи іншим працівником, а також про випадки пожежі чи виникнення аварійної ситуації;

- про кожен випадок несправності обладнання;

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

- запобіжних, блокуючих, сигналізуючих пристроїв, відсутність чи пошкодження засобів захисту.

3.6.12. При аварійних ситуаціях оператор зобов'язаний:

3.6.13. Без одержання розпорядження в аварійних випадках негайно зупинити котел і повідомити про це особу відповідальну за газове господарство об'єкта.

Оператор повинен виконати:

а) при несправності елементів автоматики безпеки у т.ч. зникнення напруги на цих приладах вивести котли в неробочий стан;

б) якщо в приміщенні виникла пожежа, що загрожує обслуговуючому персоналу чи котлу, вжити заходів щодо гасіння пожежі, у разі необхідності викликати пожежну команду за тел.101 та аварійну газову службу за тел. 104.

3.6.14. При пожежі в приміщенні з котлами, які працюють на газоподібному паливі, негайно відключити подачу газу по газопроводу за допомогою засувки, встановленої поза приміщенням.

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Вимоги до систем теплопостачання

4.1 Системи теплопостачання повинні відповідати вимогам щодо надійності функціонування; безпечної експлуатації; екології; енергозбереження.

4.2 Вибір системи теплопостачання має проводитись на підставі погодженого та затвердженого у встановленому порядку техніко-економічного обґрунтування з урахуванням можливості поєднання різних систем теплопостачання та із вжиттям заходів щодо охорони довкілля.

4.3 При проектуванні необхідно передбачати секціонування магістральних теплових мереж і відгалужень від них шляхом встановлення запірної арматури згідно з нормативною документацією, що затверджена у встановленому порядку. З'єднання розподільних мереж із магістральними мережами має проводитись через ЦТП, ІТП або камери для секціонування.

4.4 Надійність систем теплопостачання

4.4.1 Підвищення надійності системи теплопостачання, як правило, забезпечують за трьома основними методами (а також їх сумісним застосуванням):

- підвищенням надійності (безвідмовності) окремих елементів, що входять в систему;
- застосуванням технічно обґрунтованого режиму роботи системи в цілому або її окремих ділянок;
- резервуванням, тобто введенням у систему додаткових елементів, які можуть замінити (повністю або частково) елементи, які вийшли з ладу.

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в місті Кременчук	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Бабенко М.О..						
Перевірів		Петренко В.П.					82	102
Н. контр.						Кафедра ТЕХТ, 2020		
Затвердив		Василенко С.М.						

4.4.2 Здатність джерела теплової енергії, теплової мережі та в цілому системи тепlopостачання забезпечувати протягом заданого часу вимоги режимів, параметри та якість тепlopостачання систем опалення, вентиляції, гарячого водопостачання, а також технологічних потреб підприємств парою та гарячою водою характеризується трьома показниками (критеріями):

- імовірністю безвідмовної роботи P ;
- коефіцієнтом готовності K_g ;
- живучістю J .

4.4.3 Мінімально допустимі показники ймовірності безвідмовної роботи слід приймати для:

- джерела теплової енергії $P_{дт} = 0,97$;
- теплової мережі $P_{тм} = 0,9$;
- споживача теплової енергії $P_{ст} = 0,99$;
- системи тепlopостачання в цілому $P_{ст} = 0,97 \times 0,9 \times 0,99 = 0,86$.

Замовник має право встановлювати в технічному завданні на проектування вищі показники.

4.4.4 Для забезпечення безвідмовності теплових мереж слід визначати:

- гранично допустиму довжину нерезервованих ділянок теплопроводів (тупикових, радіальних, транзитних) для кожного споживача або теплового пункту;
- місця розташування резервних трубопроводних сполучень між радіальними трубопроводами;
- достатність діаметрів, що розраховані при проектуванні нових або реконструкції існуючих теплопроводів для забезпечення подавання теплоносія споживачам при відмовах;

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						83
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- необхідність заміни на конкретних ділянках окремих елементів на надійніші, а також обґрунтованість переходу на надземне або тунельне прокладання;

- черговість ремонтів та заміни трубопроводів, які частково або повністю використали свій ресурс.

4.4.5 Готовність системи до справної роботи слід визначати за числом годин очікуваної готовності: джерела теплової енергії, теплової мережі, споживачів теплової енергії, а також за числом годин нерозрахункових температур зовнішнього повітря в даній місцевості.

4.4.6 Мінімально допустиме значення готовності системи тепlopостачання до справної роботи Кг приймають 0,97.

4.4.7 Для розрахунку показника готовності слід визначати:

- готовність системи тепlopостачання до опалювального періоду;
- достатність установленої теплової потужності джерела теплової енергії для забезпечення справного функціонування системи тепlopостачання при нерозрахунковому похолоданні;
- здатність теплової мережі забезпечувати справне функціонування системи тепlopостачання при температурі зовнішнього повітря, нижчій розрахункової;
- організаційні та технічні заходи забезпечення справного функціонування системи тепlopостачання на рівні заданої готовності;
- максимально допустиму кількість годин готовності для джерела теплової енергії;
- температуру зовнішнього повітря, за якої забезпечується задана внутрішня температура повітря будівлі та споруди.

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						84
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5 Резервування систем теплопостачання

4.5.1 Допустимий період поновлення теплопостачання для споживачів другої категорії не повинен перевищувати значень, що наведені у таблиці 4.1. Резервна подача теплової енергії у період поновлення теплопостачання повинна забезпечувати допустиме зниження подачі теплової енергії не менше зазначеної у таблиці 4.1 з урахуванням прийнятої для проектування опалення розрахункової температури зовнішнього повітря та діаметрів трубопроводів теплових мереж.

Таблиця 2

Період поновлення теплопостачання та допустиме зниження подачі теплової енергії

№ п/п	Діаметр труб трубопроводів теплових мереж, мм	Допустимий період поновлення теплопостачання, год, не більше	Розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення t_o , °С		
			мінус 10	мінус 20	мінус 30
			Допустиме зниження подачі теплової енергії, %, не більше		
1	2	3	4	5	6
1	Не більше 100 мм	6	27	43	50
2	100	10	29	45	54
3	200	13	30	48	56
4	300	15	32	50	60
5	400	18	41	56	65
6	500	20	49	63	70
7	600	23	52	68	75
8	700	25	59	70	76
9	800-1000	35	66	75	80
10	1200-1400	до 50	71	79	83

4.5.2 Для споживачів першої категорії повинно бути передбачено 100% резервування з забезпеченням подачі теплоти тепловими мережами.

4.5.3 Резервування систем теплопостачання необхідно виконувати одним або комплексним використанням способів:

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

- застосування на джерелах теплової енергії раціональних теплових схем, що забезпечують заданий рівень готовності теплотехнічного обладнання;

- установлення резервного обладнання - використання місцевих резервних джерел теплової енергії (стаціонарних або пересувних) згідно з вимогами СНиП II-35;

- організації спільної роботи декількох джерел теплової енергії на єдину систему транспорту теплоносія;

- організації взаємного резервування теплових мереж суміжних районів;

- улаштування резервних насосних та трубопровідних сполучень;

- установлення баків-акумуляторів.

4.5.4 Ділянки трубопроводів надземного прокладання протяжністю менше 5 км допускається не резервувати.

4.5.5 Ділянки трубопроводів теплових мереж, що прокладені у тунелях та прохідних каналах, допускається не резервувати.

4.5.6 При підземному прокладанні теплових мереж у непрохідних каналах і при безканальному прокладанні має бути передбачено резервування подачі теплової енергії споживачам за рахунок спільної роботи джерел теплової енергії, а також улаштування перемичок між тепловими мережами суміжних джерел теплової енергії.

4.6 Живучість систем теплопостачання

4.6.1 Мінімальне подавання теплоносія теплопроводами, розташованими в неопалювальних приміщеннях та ззовні, в під'їздах, сходових клітках, на горищах тощо, повинно бути достатнім для підтримання

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

температури води протягом усього ремонтно-відновлювального періоду після відмови не нижче 3 °С.

4.6.2 Проект системи теплопостачання повинен включати розроблення заходів щодо живучості тих її елементів, які при відмовах системи будуть знаходитись у зоні руйнівного впливу мінусових температур навколишнього природного середовища, зокрема забезпечення:

- циркуляції мережної води в тепловій мережі до і після ЦТП;
- спуску мережної води із систем теплоспоживання споживачів, розподільних теплових мереж, транзитних та магістральних теплопроводів;
- прогрівання та заповнення теплових мереж та систем теплоспоживання споживачів під час та після закінчення ремонтно-відновлювальних робіт;
- захисту безканальних теплопроводів від додаткового навантаження за можливих підтоплень;
- тимчасового використання, за можливості, пересувних джерел теплової енергії.

4.7 Централізовані системи теплопостачання доцільно проектувати водяними. Проектування парових централізованих систем теплопостачання допускається за наявності техніко-економічного обґрунтування, що затверджене у встановленому порядку.

4.8 Водяні теплові мережі доцільно проектувати у двотрубному виконанні з одночасним подаванням теплової енергії на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання та технологічні потреби. Проектування однотрубних та багатотрубних (більше двох труб) теплових мереж допускається за наявності техніко-економічного обґрунтування, що затверджене у встановленому порядку.

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		87

4.9 Допускається проектувати в однотрубному виконанні надземні теплові мережі, які транспортують у відкритих системах теплопостачання мережну воду в одному напрямку, при довжині транзиту не більше 5 км. При довжині транзиту більше 5 км та за відсутності резервного підживлення систем теплопостачання від інших джерел теплової енергії проектом мають бути передбачені два (більше двох - за потреби) паралельних трубопроводи.

4.10 Безпосередній водорозбір мережної води споживачем у закритих системах теплопостачання не допускається.

4.11 У відкритих системах теплопостачання допускається тимчасове підключення споживачів гарячого водопостачання через водоводяні теплообмінники у ІТП абонентів (за закритою системою) за умов відповідності якості води у водопровідній мережі вимогам ГКД 34.20.507.

4.12 Для обслуговування систем теплопостачання повинна бути передбачена відповідна ремонтно-експлуатаційна база згідно з нормативними документами, що затверджені у встановленому порядку.

4.13 Теплоносії та їх параметри

4.13.1 У системах централізованого теплопостачання для опалення, вентиляції та гарячого водопостачання житлових, громадських і виробничих будівель як теплоносій слід приймати воду. Слід також перевіряти можливість використання води як теплоносія для технологічних процесів.

4.13.2 Застосування для підприємств єдиного теплоносія пари для технологічних процесів, опалення, вентиляції та гарячого водопостачання допускається за техніко-економічного обґрунтування.

4.14 Розрахункову температуру мережної води в подавальному трубопроводі теплових мереж приймають, як правило, такою, що дорівнює температурі води на виході з джерела теплопостачання за його паспортними даними. За наявності в закритих системах теплопостачання навантаження

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

гарячого водопостачання мінімальна температура мережної води на виході з джерела теплової енергії та в тепловій мережі повинна забезпечувати можливість підігрівання води, що надходить на гаряче водопостачання, до нормативного рівня.

4.15 Початкові параметри пари в тепловій мережі слід приймати залежно від параметрів пари у споживача з урахуванням втрат тиску та падіння температури в мережі від джерела теплової енергії до споживача при розрахунковому режимі.

4.16 Температуру мережної води, що повертається на теплові електростанції з комбінованим виробництвом теплової та електричної енергій, визначають техніко-економічним розрахунком з урахуванням температурного графіка. Максимальна температура мережної води, що повертається до котельних установок, як правило, приймається 70 °С з урахуванням технічної характеристики котлів.

4.17 Теплові пункти повинні забезпечувати температуру води у розподільних мережах від теплообмінника теплового пункту до теплового вводу житлових будинків споживачів не більше 80 °С. Збільшення температури води у розподільних мережах від теплообмінника теплового пункту до теплового вводу житлових будинків споживачів допускається за наявності відповідного техніко-економічного обґрунтування, що затверджено у встановленому порядку.

4.18 Якість води для підживлення теплових мереж відкритих та закритих систем тепlopостачання слід забезпечувати згідно з вимогами ГКД 34.20.507. Для закритих систем тепlopостачання за наявності термічної деаерації допускається використання технічної води.

4.19 При розрахунку графіка температур мережної води в системах тепlopостачання слід приймати:

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

- початок та кінець опалювального періоду за середньодобової температури зовнішнього повітря плюс 8 °С протягом трьох діб;

- усереднену розрахункову температуру внутрішнього повітря опалюваних будівель житлово-комунального та громадського призначення 20 °С, а для промислових будівель 16 °С;

- усереднені розрахункові температури внутрішнього повітря опалюваних будівель дитячих дошкільних, загальноосвітніх навчальних та лікувальних закладів повинні забезпечити підтримання температурного режиму цих установ відповідно до вимог ДБН В.2.2-10, ДБН В.2.2-4, ДСанПіН 5.5.2.008, СП № 3231-85.

4.20 Регулювання відпуску теплової енергії

4.20.1 Способи регулювання: - центральне, що здійснюють на джерелі тепlopостачання;

- групове - в центральному тепловому пункті (ЦТП);

- індивідуальне - в індивідуальних теплових пунктах (ІТП) споживачів;

- місцеве - безпосередньо на приладах споживання теплової енергії.

Як правило, місцеве, індивідуальне та групове регулювання застосовують на доповнення до центрального.

4.20.2 За параметрами та витратами теплоносія регулювання здійснюють:

- якісне, що досягають шляхом зміни температури теплоносія за постійної його витрати;

- кількісне, яке забезпечують шляхом зміни кількості теплоносія за постійної його температури;

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						90
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- центральне якісно-кількісне за спільним навантаженням опалення, вентиляції та гарячого водопостачання

- шляхом регулювання на джерелі теплової енергії як температури, так і витрати мережної води.

4.20.3 На абонентському вводі теплової мережі слід забезпечувати регулювання теплового потоку системи опалення за погодними умовами.

4.20.4 На джерелах теплової енергії в опалювальний період слід виконувати якісне регулювання температури теплоносія в подавальному трубопроводі відповідно до температурного графіка.

4.20.5 У неопалювальний період за температури зовнішнього повітря, вищої за точку зламу опалювального температурного графіка, з джерел теплової енергії систем тепlopостачання з навантаженням ГВП, як правило, подається теплоносій з температурою 65 °С, якщо це не перешкоджає роботі котлоагрегатів.

4.20.6 При розрахунках гідравлічних та теплових режимів систем тепlopостачання з індивідуальним регулюванням тепловикористання слід враховувати гідравлічний режим інженерних систем споживача.

4.20.7 Мережні насоси на джерелі теплової енергії і на підкачувальних станціях рекомендується обладнувати приладами частотного регулювання обертів двигунів, за допомогою яких забезпечується регулювання заданого перепаду тиску теплоносія незалежно від його витрати.

4.20.8 Для відокремлених водяних теплових мереж від одного джерела тепlopостачання до підприємств та житлових районів допускається передбачати різні графіки температур води.

4.20.9 У будівлях, для яких допускається зниження температури повітря в нічний та неробочий час, слід передбачати програмне регулювання температури або витрати теплоносія в теплових пунктах.

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						91
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.20.10 У житлових та громадських будівлях за відсутності місцевого регулювання слід застосовувати автоматичне коригування температурного графіка за усередненою температурою внутрішнього повітря будівлі додатково до коригування за температурою зовнішнього повітря.

4.21 Гідравлічний режим

4.21.1 При проектуванні нових і реконструкції діючих систем теплопостачання, а також при розробленні заходів із підвищення експлуатаційної готовності й безвідмовності роботи всіх ланок системи слід здійснювати розрахунок гідравлічного режиму.

4.21.2 Водяну теплову мережу слід розраховувати на гідравлічний режим: - розрахунковий - за розрахунковою витратою мережної води; - опалювальний - за максимальним водорозбором на гаряче водопостачання із зворотного трубопроводу; - перехідний - за максимальним водорозбором на гаряче водопостачання з подавального трубопроводу; - неопалювальний - за максимальним навантаженням гарячого водопостачання в неопалювальний період; - статичний - за відсутності циркуляції теплоносія в тепловій мережі; - аварійний.

4.21.3 При якісному регулюванні відпуску теплової енергії для визначення діаметрів трубопроводів магістральних та розподільних водяних теплових мереж розрахункову витрату мережної води доцільно визначати окремо на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання згідно з додатком Б С.14 ДБН В.2.5-39:2008, ДБН В.2.5-22, ДСТУ-Н Б В.2.5-35, чинних нормативних документів і методик виробника та постачальника елементів теплової мережі.

4.21.4 Витрату пари у парових теплових мережах, що забезпечують підприємства з різними режимами роботи, слід визначати з урахуванням незбігання максимальної погодинної витрати пари окремих підприємств. Для паропроводів насиченої пари сумарна витрата повинна включати додаткову

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

витрату пари, що конденсується за рахунок втрати теплової енергії в трубопроводах.

4.21.5 Еквівалентну шорсткість внутрішньої поверхні сталевих труб слід приймати: - для парових теплових мереж $k_e = 0,0002$ м; - для водяних теплових мереж $k_e = 0,0005$ м; - для мереж гарячого водопостачання $k_e = 0,001$ м. Застосування для розрахунку вищих значень еквівалентної шорсткості в теплових мережах допускається при підтвердженні їх фактичної величини спеціальними випробуваннями. Еквівалентну шорсткість внутрішньої поверхні труб зі структурованого поліетилену (PE-X) та інших термостійких термопластичних полімерів слід приймати для водяних розподільних теплових мереж і мереж гарячого водопостачання $k_e = 5 \times 10^{-6}$ м. Еквівалентну шорсткість внутрішньої поверхні труб із реактопластів (вуглепластиків, склопластиків на основі епоксидних смол) необхідно приймати на основі даних, що отримані експериментальним шляхом у кожному окремому випадку для кожного виду труб та для кожного їх виробника.

4.21.6 Діаметри подавального та зворотного трубопроводів двотрубною водяною тепловою мережі при сумісному подаванні теплової енергії на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання рекомендується приймати однаковими.

4.21.7 Найменший номінальний (умовний) діаметр труб у тепловій мережі слід приймати не менше 32 мм, а для циркуляційних трубопроводів гарячого водопостачання - не менше 25 мм.

4.21.8 Статичний тиск у системах тепlopостачання повинен бути таким, щоб забезпечувалося заповнення водою трубопроводів теплової мережі, а також усіх безпосередньо приєднаних систем теплоспоживання. Статичний тиск повинен бути не вище від допустимого для трубопроводів і джерела теплової енергії, теплових мереж та теплових пунктів і

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						93
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безпосередньо приєднаних систем теплоспоживання. Статичний тиск повинен визначатися умовно для температури води 100 °С. Для магістралей віддаленого теплопостачання, що працюють за підвищеної температури мережної води, статичний тиск повинен бути визначений на підставі розрахункової температури води в магістралях. Якщо статичний тиск в окремих точках мережі перевищує допустимий для устаткування джерела теплової енергії або системи теплоспоживання, повинен бути забезпечений автоматичний поділ мережі на зони, що гідравлічне ізолювані, у кожній з яких повинен підтримуватися допустимий тиск відповідно до вимог ГКД 34.20.507.

4.21.9 Під час роботи водяних теплових мереж для запобігання закипанню води за її максимальної температури значення тиску у будь-якій точці подавальної лінії, у трубопроводах і устаткуванні джерел теплопостачання, теплових пунктах і у верхніх точках безпосередньо приєднаних систем теплоспоживання повинно перевищувати значення тиску закипання води не менше ніж на 0,05 МПа відповідно до вимог ГКД 34.20.507.

4.21.10 Значення тиску води в зворотному трубопроводі водяних теплових мереж при роботі мережних насосів повинно бути в будь-якій точці не нижче 0,05 МПа, але не вище від допустимого для трубопроводів і для устаткування джерела теплопостачання, теплових мереж і теплових пунктів систем теплоспоживання, приєднаних за залежною схемою.

4.21.11 Значення тиску води у зворотних трубопроводах водяних теплових мереж відкритих систем теплопостачання в неопалювальний період, а також в подавальному та циркуляційному трубопроводах мережі гарячого водопостачання слід приймати більшим на 0,05 МПа від статичного тиску систем гарячого водопостачання споживачів. 10.12 Тиск і температура води у всмоктувальних патрубках повинні забезпечувати безкавітаційну

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

роботу мережних, підживлювальних, підкачувальних та змішувальних насосів.

4.21.13 Напір мережних насосів слід визначати для опалювального та неопалювального періодів і приймати таким, що дорівнює сумі втрат напору в обладнанні джерела теплової енергії, в подавальному та зворотному трубопроводах від джерела теплової енергії до найбільш віддаленого споживача та в системі споживача, включаючи втрати в теплових пунктах та насосних станціях, при сумарній розрахунковій витраті води. Напір підкачувальних насосів на подавальному та зворотному трубопроводах слід визначати за п'єзометричним графіком при розрахунковій витраті води у трубопроводах з урахуванням гідравлічних втрат в обладнанні та трубопроводах джерела теплової енергії. За наявності підкачувальних насосів напір мережних насосів слід відповідно зменшувати.

4.21.14 Подачу робочих насосів слід приймати:

а) мережних та підкачувальних насосів для закритих систем теплопостачання в опалювальний період - за сумарною розрахунковою витратою води;

б) мережних та підкачувальних насосів на подавальних трубопроводах теплових мереж для відкритих систем теплопостачання в опалювальний період - за сумарною розрахунковою витратою води; підкачувальних насосів на зворотних трубопроводах - згідно з С.14 ДБН В.2.5-39:2008

в) мережних та підкачувальних насосів для закритих і відкритих систем теплопостачання в неопалювальний період - за максимальною витратою води на гаряче водопостачання в неопалювальний період. При визначенні продуктивності мережних насосів у відкритих системах теплопостачання від ТЕЦ слід перевіряти необхідність урахування додаткової витрати води для вакуумних деаераторів.

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						95
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.21.15 Напір підживлювальних насосів слід визначати з умови підтримання у водяних теплових мережах статичного тиску та перевіряти для умови роботи мережних насосів в опалювальний та неопалювальний періоди. Допускається встановлювати окремі групи підживлювальних насосів із різними напорами для опалювального, неопалювального періодів та для статичного режиму.

4.21.16 Подачу робочих підживлювальних насосів на джерелі теплової енергії в закритих системах тепlopостачання слід визначати такою, яка дорівнює витраті води на компенсацію втрат мережної води із теплової мережі, а у відкритих системах - сумі максимальної витрати води на гаряче водopостачання та витрати води на компенсацію втрат.

4.21.17 Напір змішувальних насосів (на перемичці) слід визначати за найбільшим перепадом тиску між подавальним та зворотним трубопроводами.

4.21.18 При визначенні напору мережних насосів перепад тиску на вводі двотрубних водяних теплових мереж у будівлі слід приймати таким, який дорівнює розрахунковим втратам тиску на вводі в тепловий пункт та в місцевій системі з коефіцієнтом 1,5, але не менше 0,2 МПа. Рекомендується надлишковий тиск знижувати в теплових пунктах.

4.21.19 Кількість насосів слід приймати: - мережних - не менше двох, один з яких є резервним; резервний насос встановлюють незалежно від кількості робочих насосів; - підкачувальних та змішувальних (у теплових мережах) - не менше трьох, один з яких є резервним, при цьому резервний насос встановлюють незалежно від кількості робочих насосів; - підживлювальних - у закритих системах тепlopостачання не менше двох, один з яких є резервним, у відкритих системах - не менше трьох, один з яких також є резервним; - у вузлах поділу водяної теплової мережі на зони, що гідравлічно ізольовані (пункти розсіку), допускається в закритих системах

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						96
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

теплопостачання встановлювати один підживлювальний насос без резерву, а у відкритих системах - один робочий та один резервний. Кількість насосів уточнюється з урахуванням їх спільної роботи на теплову мережу.

4.21.20 При проектуванні систем централізованого теплопостачання з тепловим потоком більше 100 МВт слід здійснювати комплексну систему захисту з метою запобігання виникненню гідравлічних ударів та недопустимого тиску в обладнанні водопідігрівальних установок джерел теплової енергії, в теплових мережах, системах теплоспоживання.

4.22 Ізоляція трубопроводів теплових мереж.

4.22.1. Теплову ізоляцію слід передбачати для трубопроводів теплових мереж, запірно-регулювальної арматури, фланцевих з'єднань, компенсаторів та опор труб незалежно від температури теплоносія і місця прокладання. При проектуванні теплової ізоляції слід виконувати вимоги СНіП 2.04.14, а також вимоги до теплової ізоляції, передбачені чинними нормативними документами.

4.22.2. Для теплових мереж слід застосовувати перевірені теплоізоляційні матеріали та конструкції. Нові матеріали та конструкції допускаються для застосування за позитивних результатів незалежних випробувань, проведених спеціалізованими лабораторіями.

4.22.3. Матеріали теплової ізоляції та покривного шару теплопроводів повинні відповідати вимогам нормативної документації, нормам пожежної безпеки і вибиратися залежно від конкретних умов та способів прокладання згідно зі СНіП 2.04.14.

4.22.4. Слід застосовувати деталі кріплення теплопроводів із матеріалів, що стійкі до корозії або мають антикорозійне покриття.

4.22.5. Вибір матеріалу теплової ізоляції та конструкції теплопроводу слід здійснювати за економічно-оптимальними сумарними експлуатаційними

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
						97
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та капітальними затратами на теплову мережу, супутні конструкції та споруди. При виборі теплоізоляційних матеріалів, застосування яких викликає необхідність зміни параметрів теплоносія (розрахункової температури, режимів регулювання тощо), слід порівнювати варіанти проектів систем теплопостачання у цілому.

4.22.6. При визначенні теплових втрат трубопроводами розрахункову температуру теплоносія для подавальних теплопроводів водяних теплових мереж слід приймати:

- за постійної температури мережної води та кількісному регулюванні - максимальну температуру теплоносія;

- за змінної температури мережної води та якісному регулюванні - середньорічну температуру теплоносія ПО °С за температурним графіком регулювання 180-70 °С; 90 °С- при 150-70 °С; 65 °С - при 130-70 °С, 55 °С - при 95-70 °С і 45 °С - при 80-50 °С. Середньорічну температуру для зворотних трубопроводів водяних теплових мереж слід приймати 50 °С.

4.22.7. При розташуванні теплопроводів у службових приміщеннях, технічному підпідлоговому просторі та підвалах житлових будинків температуру повітря слід приймати 20 °С, а температуру на поверхні конструкції теплопроводів - не вище 40 °С. При цьому слід застосовувати теплоізоляційні конструкції із негорючих матеріалів.

4.22.8. При прокладанні теплопроводів у теплоізоляції із горючих матеріалів слід передбачати вставки із негорючих матеріалів завдовжки не менше 3 м:

- у кожній камері теплової мережі та на вводі в будівлю;
- при надземному прокладанні - через кожні 100 м, при цьому для вертикальних ділянок – через кожні 10 м;
- у місцях виходу теплопроводів із ґрунту.

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

Перелік посилань

1. Прядко М.О., Павелко В.І., Рябчук О.В. 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.Н. Нагнітачі та теплові двигуни. – Мет. Вказ. до вивчення дисципліни для студентів спеціальності “Теплоенергетики” ден. та заочн. форм навчання.– К.: НУХТ. – 2004.– 50с.

5. Філоненко В.Н., Масліков М.М. Джерела енергопостання промислових підприємств. – Мет. Вказ. до вивчення дисципліни для студентів спеціальності “Промислова теплоенергетики” ден. та заочн. форм навчання.– К.: НУХТ. – 2002.– 34с.

6. Тобилевич и др. Методические указания по проектированию ТЭЦ промышленных предприятий. Часть 1.– К.: КТИПП. – 1983.– 91с.

7. Кострюков В.А. Основы гидравлики и аэродинамики.– М.:– Высшая школа.– 1975. – 220 с.

8. Торчинский Я.М. Нормирование расхода газа для отопительных котельных. – Л.: Недра. – 1991. – 163 с.

9. ДБН В.2.5-39:2008 С.13

					00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Бабенко М.О..			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Петренко В.П.					
Н. контр.					Кафедра ТЕХТ, 2020		
Затвердив		Василенко С.М.					
Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №4 в місті Кременчук							

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
1	Водогрійний котел	2	КВ-ГМ-10
2	Димосос	2	ДН-10У
3	Вентилятор	2	ВДН-12,5У
4	Насос технологічної води.	2	КсВ 125-556-С
5	Підігрівник технологічної води	1	ПВ-z-15
6	Мережевий насос	2	К 20/30
7	Рециркуляційний насос	2	КсВ 125-556-С
8	Підживлювальний насос	2	К 20/30
9	Насос хімоочищеної води	2	К 20/30
10	Насос сирої води	2	К50-40-125
11	Підігрівник сирої води	1	ПВ-z-05
12	Підігрівник хімоочищеної води	1	ПВ-z-09
13	Деаератор вакуумний	2	ДВ-5
14	Бак робочої води	1	
15	Насос робочої води	2	
16	Охолодник випару	1	ОВ-2
17	Ежектор	2	
18	Рециркуляційний насос	1	КМ50-32-125УХЛ4
19	Мережевий насос	2	КсВ 125-556-С
20	На-катіонітні фільтри I ступеня	3	
21	На-катіонітні фільтри II ступеня	1	
22	Солерозчинник	1	
23	Бак мірник	1	
24	Насос солевого розчину	1	
25	Димова труба	1	

00БП.144.ОПТЕ.008.009.ПЗ

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Бабенко М.О			Проект системи теплопостачання житлово- промислового району №4 в місті Кременчук	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів		Петренко В.П.					100	102
Н. Контр.					Кафедра ТЕХТ, 2020			
Затверд.		Василенко С.М.						

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний
інститут ім. акад. І.С.Гулого

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 144 Теплоенергетика

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Теплоенергетика

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕХТ

проф. Василенко С.М.

“08” квітня 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Бабенка Максима Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект системи тепlopостачання житлово-промислового району № 4 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 “08”04.2020 року №260-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 05.06.2020 року

3. Вихідні дані до роботи технологічне навантаження 12,0 МВт; температура теплоносія 95 С; розрахункова температура -21 С; температура зовнішнього повітря - 1 С; температура для системи вентиляції +10 °С; тривалість роботи промислового підприємства – 7000 год; тривалість опалювального періоду – 189 дів; температури мережної води 150/70 С.

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

1. Розрахунок теплових навантажень житлово-промислового району міста

2. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами

3. Охорона праці

4. Творче завдання

5. Перелік графічного матеріалу

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

2. Теплова схема котельні.

3. Компановка обладнання.

