

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

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

«До захисту в ЕК»

Директор інституту

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

« ___ » _____ 2021 р.

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

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

« ___ » _____ 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

освітньо-професійної програми _____ Теплоенергетика _____

на тему: _____ Проект системи теплопостачання житлово-промислового району № 3 в місті Херсон _____

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

_____ Леонов Денис Юрійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

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

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

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 144 Теплоенергетика

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Теплоенергетика

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕХТ

проф. Василенко С.М.

“09” листопада 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Леонова Дениса Юрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект системи теплопостачання житлово-промислового району № 3 в місті Херсон

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

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи 05.02.2021 року

3. Вихідні дані до роботи технологічне навантаження 10,0 МВт; температура теплоносія 95 °С; розрахункова температура -19 °С; температура зовнішнього повітря 0,6 °С; температура для системи вентиляції -10 °С; тривалість роботи промислового підприємства – 7000 год; тривалість опалювального періоду – 167 діб; температури мережної води $\tau'_{01}/\tau'_{02}: 140^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}$.

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

1. Розрахунок теплових навантажень житлово-промислового району міста

2. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами

3. Охорона праці

4. Творче завдання

5. Перелік графічного матеріалу

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

2. Теплова схема котельні.

3. Компановка обладнання.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 17.12.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач _____
(підпис)

Леонов Д.Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Бойко В.О.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	5
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ I. Розрахунок теплових навантажень житлово – промислового району міста.....	8
1. Вихідні дані до проекту.....	8
2. Визначення теплових навантажень в системі теплопостачання житлового району.....	10
3. Розрахунок витрати та температури мережної води в прямій та зворотній магістралях.....	16
3.1. Розрахунок витрат та температур мережної води на опалення.....	16
3.2. Розрахунок витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання.....	18
3.3. Розрахунок витрат та температур мережної води на вентиляцію.....	23
4. Визначення розрахункових витрат теплоносія.....	25
5. Вихідні дані до розділу II.....	27
РОЗДІЛ II. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами.....	29
1. Формування вихідних даних для теплового розрахунку котельні з водогрійними котлами.....	29
2. Формування принципової схеми водогрійної котельні.....	31
3. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами.....	32
4. Визначення енергетичних показників роботи водогрійної котельні	41
5. Вибір обладнання котельні з водогрійними котлами.....	44
РОЗДІЛ III. Охорона праці.....	53
РОЗДІЛ IV. Правила технічної експлуатації теплових установок і мереж.....	59
Список використаної літератури.....	67

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №3 в м. Херсон</i> Зміст	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив		Леонов Д.Ю.						4
Перевірив		Бойко В.О.						
Рецензув.								
Затвердив		Петренко В.П.						ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ

АНОТАЦІЯ

Леонов Д.Ю. Проект системи теплопостачання житлово-промислового району № 3 в місті Херсон - кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Даний проект містить розрахунок теплових навантажень в системі теплопостачання житлового району на 27 кварталів, знайдені графіки залежності теплових навантажень опалення, вентиляції та гарячого водопостачання району від температури зовнішнього повітря, графік залежності температур і витрати мережної води від температури зовнішнього повітря, графік річної сумарної витрати теплоти.

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

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

Четвертий розділ - правила технічної експлуатації теплових установок і мереж.

Графічна частина виконана на 3 листах формату А1.

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

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №3 в м. Херсон</i> Анотація	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив	Леонов Д.Ю.							5
Перевірив	Бойко В.О.							
Рецензув.								
Затвердив	Петренко В.П.							ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ

ABSTRACT

Leonov D.Y. Project of heat supply system of residential-industrial district № 3 in the city of Kherson - qualification work on the rights of the manuscript.

This project contains the calculation of heat loads in the heating system of a residential area for 27 quarters, found graphs of dependence of heat loads of heating, ventilation and hot water supply of the area on the outside air temperature, graph of temperature and network water consumption from outside air temperature, schedule of annual total heat consumption.

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

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

The fourth section is Rules of technical operation of thermal installations and networks.

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

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

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						6
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ВСТУП

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

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

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

Для реалізації виконані такі задачі :

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

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

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи тепlopостачання житлово-промислового району №3 в м. Херсон</i> Вступ	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив		Леонов Д.Ю.						7
Перевірив		Бойко В.О.						
Рецензув.								
Затвердив		Петренко В.П.						
						ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		

РОЗДІЛ I. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЖИТЛОВО-ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ МІСТА

1. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРОЕКТУ

1. Географічний пункт розміщення житлово-промислового району – **м. Херсон**.
2. Генплан мікрорайону з розміщенням джерела теплоти – варіант **№3** (27 житлових кварталів).
3. Структура теплового навантаження:
 - 3.1. Опалення житлових кварталів;
 - 3.2. Гаряче водопостачання житлових кварталів;
 - 3.3. Вентиляція громадських будівель;
 - 3.4. Технологічне навантаження промислового підприємства 10,0 МВт
(Теплоносій – гаряча вода $t_2'' = 95\text{ }^\circ\text{C}$, степінь повернення води 1,0)
4. Розрахункова температура (максимально зимова) для проектування системи опалення **$t_{3.0} = (-19)\text{ }^\circ\text{C}$** .
5. Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період – **$t_3^{\text{сер.оп}} = (0,6)\text{ }^\circ\text{C}$** .
6. Розрахункова температура для проектування системи вентиляції – **$-10\text{ }^\circ\text{C}$** .
7. Температура початку опалювального періоду, **$t_{3\text{ПК}} = +8\text{ }^\circ\text{C}$**
8. Температура точки “зламу”, $t_{3.3}$ (розраховуються після побудови графіка зміни температури і витрати мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря)
9. В дипломному проекті розрахунки всіх видів теплових навантажень здійснюються для трьох характерних режимів:
 - максимально зимового;
 - точки “зламу” температурного графіка опалення;
 - літнього.
10. Тривалість роботи промислового підприємства – 7000 год.
11. Тривалість опалювального періоду – **$n_o = 167$ діб**.
12. Тривалість періоду стояння температур зовнішнього повітря, діб

Температура	Інтервали середньодобових температур зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$							
	-30... ...-25	-25... ...-20	-20... ...-15	-15... ...-10	-10... ...-5	-5... ...0	0... ...+5	+5... ...+8
У вказаному інтервалі	0,0	0,0	1,2	5,0	16,3	38,2	65,1	41,2
Нижче даної	0,0	0,0	1,2	6,2	22,5	60,7	125,8	167,0

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

00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ					
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	
Розробив	Леонов Д.Ю.				
Перевірив	Бойко В.О.				
Рецензув.					
Затвердив	Петренко В.П.				
Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №3 в м. Херсон РОЗДІЛ I					
			Літера	Аркушів	Аркуш
					8
			ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		

14. Система теплопостачання – закрита

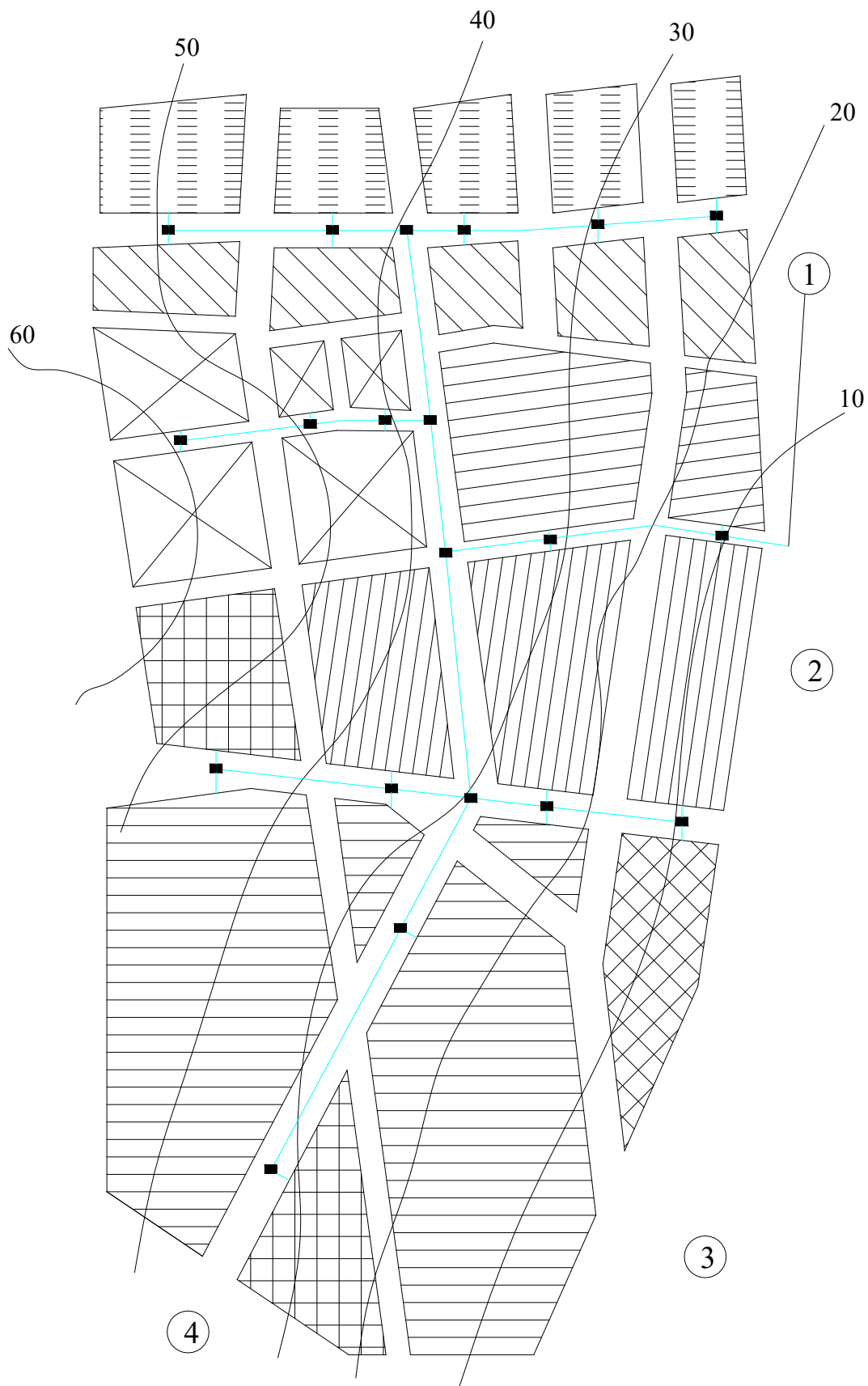
15. Метод регулювання теплового навантаження на опалення - центральне якісне регулювання спільно з місцевим кількісним регулюванням.

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

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		9

2. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ В СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО РАЙОНУ

2.1. Викреслюємо план району, у відповідності із завданням у масштабі 1:5500 .



					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		10

2.2. Нумеруємо на плані району квартали району тепlopостачання.

2.3. Визначаємо загальну площу житлових споруд району:

$$F_{\text{жс}} = F_i f_i = 0,99 \cdot 8500 = 8433,70 \text{ м}^2$$

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

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

$$Q'_{o \max} = q_o F_{\text{жс}} (1 + K_{\text{зр}}) 10^{-6} = 72,4 \cdot 8433,70 \cdot (1 + 0,25) \cdot 10^{-6} = 0,76 \text{ МВт}$$

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

2.5. Визначаємо максимальне теплове навантаження системи вентиляції громадських споруд:

$$Q'_{e \max} = K_{\text{зр}} K_e q_o F_{\text{жс}} 10^{-6} = 0,25 \cdot 0,6 \cdot 72,4 \cdot 8433,70 \cdot 10^{-6} = 0,09 \text{ МВт}$$

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

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

$$m = \frac{F_{\text{жс}}}{f_3} = \frac{8433,70}{25} = 337$$

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

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

$$Q'_{\text{ГВП}} = q_2 m 10^{-6} = 320 \cdot 337 \cdot 10^{-6} = 0,11 \text{ МВт}$$

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

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

Таблиця 1

Розрахунок теплових навантажень

Номер кварталу	Площа кварталу, га	Густина (щільність) житлового фонду м ² /га	Житлова площа кварталу, м ²	Кількість мешканців, чол.	Теплові потоки			
					Опалення Q'_{o \max}, МВт	Вентиляція Q'_{v \max}, МВт	ГВП Q'_{\text{ГВП}}, МВт	Всього 6+7+8, МВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,99	8500	8433,70	337	0,76	0,09	0,11	0,96
2	0,70	8500	5991,01	240	0,54	0,07	0,08	0,68

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ				Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					11

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	0,66	8500	5605,33	224	0,51	0,06	0,07	0,64
4	0,67	8500	5733,89	229	0,52	0,06	0,07	0,65
5	0,51	8500	4371,13	175	0,40	0,05	0,06	0,50
6	0,62	5900	3640,89	146	0,41	0,05	0,05	0,51
7	0,58	5900	3408,87	136	0,38	0,05	0,04	0,47
8	0,46	5900	2730,67	109	0,31	0,04	0,03	0,38
9	0,56	5900	3283,94	131	0,37	0,04	0,04	0,46
10	0,55	5900	3248,25	130	0,37	0,04	0,04	0,45
11	0,88	7500	6624,75	265	0,60	0,07	0,08	0,76
12	0,24	7500	1769,63	71	0,16	0,02	0,02	0,20
13	0,28	7500	2109,94	84	0,19	0,02	0,03	0,24
14	1,11	7500	8326,31	333	0,75	0,09	0,11	0,95
15	1,00	7500	7532,25	301	0,68	0,08	0,10	0,86
16	2,15	5800	12456,95	498	1,13	0,14	0,16	1,42
17	0,77	5800	4491,52	180	0,41	0,05	0,06	0,51
18	1,35	6400	8653,92	346	0,78	0,09	0,11	0,99
19	1,54	4500	6942,38	278	0,78	0,09	0,09	0,96
20	1,91	4500	8603,10	344	0,97	0,12	0,11	1,19
21	1,61	4500	7228,24	289	0,81	0,10	0,09	1,00
22	5,15	6000	30891,30	1236	2,80	0,34	0,40	3,53
23	0,47	6000	2849,55	114	0,26	0,03	0,04	0,33
24	0,34	6000	2069,10	83	0,19	0,02	0,03	0,24
25	1,37	7100	9729,31	389	0,88	0,11	0,12	1,11
26	1,32	6800	8947,95	358	0,81	0,10	0,11	1,02
27	5,14	6000	30855,00	1234	2,79	0,34	0,39	3,52
Всього	32,96		206528,85	8261	19,55	2,35	2,64	24,54

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

$$Q'_{ГВП \max} = 2,4 Q'_{ГВП} = 2,4 \cdot 2,64 = 6,34 \text{ МВт}$$

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

$$Q_{ГВП \text{ Л}}^{сеп} = Q'_{ГВП} \frac{55 - t_{x,в \text{ Л}}}{55 - t_{x,в \text{ З}}} \beta = 2,64 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 1,69 \text{ МВт}$$

де $t_{x,в \text{ Л}}$ - температура холодної водопровідної води для літнього періоду, $t_{x,в \text{ Л}} = 15^\circ\text{C}$; $t_{x,в \text{ З}}$ - температура холодної водопровідної води для опалювального (зимового) періоду, $t_{x,в \text{ З}} = 5^\circ\text{C}$; β - коефіцієнт, що враховує зміну витрати мережної води на гаряче водопостачання в неопалювальний період по відношенню до

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		12

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

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

$$Q_{ГВП \max}^{сер} = Q'_{ГВП \max} \frac{55 - t_{x.в.л}}{55 - t_{x.в.з}} \beta = 6,34 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 4,06 \text{ МВт}$$

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

$$Q_o = Q'_{o \max} \bar{Q}_o = Q'_{o \max} \frac{t_{в.р} - t_3}{t_{в.р} - t_{3.0}} = 19,55 \frac{+18 - (-19)}{+18 - (-19)} = 19,55 \cdot 1 = 19,55 \text{ МВт}$$

$$Q_v = Q'_{v \max} \bar{Q}_o = Q'_{v \max} \frac{t_{в.р} - t_3}{t_{в.р} - t_{3.0}} = 2,35 \frac{+18 - (-19)}{+18 - (-19)} = 2,35 \cdot 1 = 2,35 \text{ МВт}$$

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

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

2.14. Зводимо результати розрахунків теплових навантажень в таблицю 2.

Таблиця 2

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

№ п/п	Позначення	Одиниця виміру	Тепловий потік при t_3					літо
			$t_{3.0}$ -19 °С	t_3 -10 °С	$t_3^{сер.опал}$ 0,6 °С	$t_{3.3}$ +3,8 °С	$t_{зпк}$ +8 °С	
1	\bar{Q}_o		1,00	0,76	0,47	0,38	0,27	
2	Q_o	МВт	19,55	14,80	9,19	7,50	5,28	
3	Q_v	МВт	2,35	1,78	1,10	0,90	0,63	
4	$Q'_{ГВП}$	МВт	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	1,69
5	$Q'_{ГВП \max}$	МВт	6,34	6,34	6,34	6,34	6,34	4,06
6	Всього: 2+3+4	МВт	24,54	19,21	12,94	11,05	8,56	1,69
7	Всього: 2+3+5	МВт	28,24	22,92	16,64	14,75	12,26	4,06

2.15. Визначаємо річну витрату теплоти (1 квартал):

- на опалення:

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

$$= 19,5 \cdot 167 \cdot 24 \cdot \frac{+18 - (0,6)}{+18 - (-19)} \cdot 3,6 = 132660,43 \text{ ГДж/рік}$$

						00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата			13

- на вентиляцію:

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

$$= 2,35 \cdot 167 \cdot 24 \cdot \frac{16}{24} \cdot \frac{+18 - (0,6)}{+18 - (-19)} \cdot 3,6 = 10612,83 \text{ ГДж/рік}$$

- на гаряче водопостачання:

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

$$= (2,64 \cdot 167 \cdot 24 + 1,69 \cdot (8400 - 167 \cdot 24)) \cdot 3,6 = 64894,25 \text{ ГДж/рік}$$

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

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

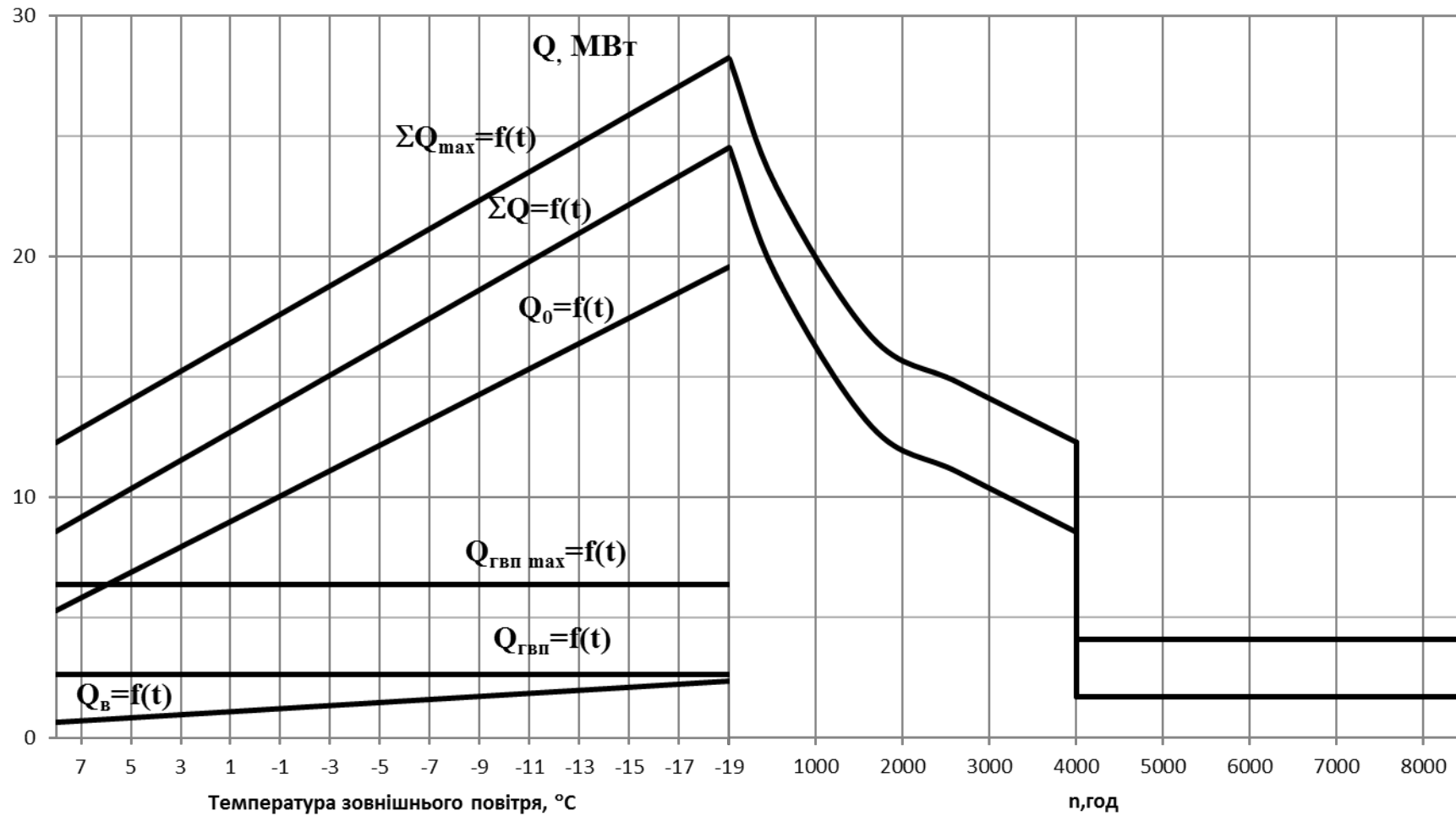
$$\sum Q^{річн} = Q_o^{річн} + Q_6^{річн} + Q_{ГВП}^{річн} = 132660,43 + 10612,83 + 64894,25 = 208167,51 \text{ ГДж/рік}$$

$$\sum Q^{річн} = 57824,31 \text{ МВт*год/рік}$$

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

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						14
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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



00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ

Эм.	
Доклш	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	

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

3.1. Розрахунок витрат та температур мережної води на опалення

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

- в подавальному трубопроводі:

$$\begin{aligned}\tau_{o1} &= t_{в.р} + \Delta t_o' \bar{Q}_o^{0,8} + \bar{Q}_o (\delta\tau_o' - 0,5\theta') = \\ &= 18 + \left(\frac{95+70}{2} - 18 \right) \cdot \left(\frac{18-(-19)}{18-(-19)} \right)^{0,8} + \frac{18-(-19)}{18-(-19)} (70 - 0,5 \cdot 25) = 140 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

- після вузла змішування:

$$\begin{aligned}\tau_{o3} &= t_{в.р} + \Delta t_o' \bar{Q}_o^{0,8} + 0,5\theta' \bar{Q}_o = \\ &= 18 + 64,5 \cdot \left(\frac{18-(-19)}{18-(-19)} \right)^{0,8} + 0,5 \cdot 25 \cdot \frac{18-(-19)}{18-(-19)} = 95 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

після системи опалення (опалювальних приладів):

$$\begin{aligned}\tau_{o2} &= t_{в.р} + \Delta t_o' \bar{Q}_o^{0,8} - 0,5\theta' \bar{Q}_o = \\ &= 18 + 64,5 \cdot \left(\frac{18-(-19)}{18-(-19)} \right)^{0,8} - 0,5 \cdot 25 \cdot \frac{18-(-19)}{18-(-19)} = 70 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

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

$$\bar{Q}_o = \frac{t_{в.р} - t_3}{t_{в.р} - t_{3,0}} = \frac{+18 - (-19)}{+18 - (-19)} = 1; \quad \delta\tau_o' = \tau_{o1}' - \tau_{o2}' = 140 - 70 = 70 \text{ }^\circ\text{C};$$

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

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

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

$$G_o = \frac{Q_o 10^3}{c(\tau_{o1}'' - \tau_{o2}'')} = \frac{5,28 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 43,18)} = 47,03 \text{ кг/с}$$

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

$$G_{o\max}' = \frac{Q_{o\max}' 10^3}{c(\tau_{o1}' - \tau_{o2}')} = \frac{19,55 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 70)} = 66,66 \text{ кг/с}$$

3.1.4 Зводимо результати визначення температур і витрат в таблицю 4.

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		16

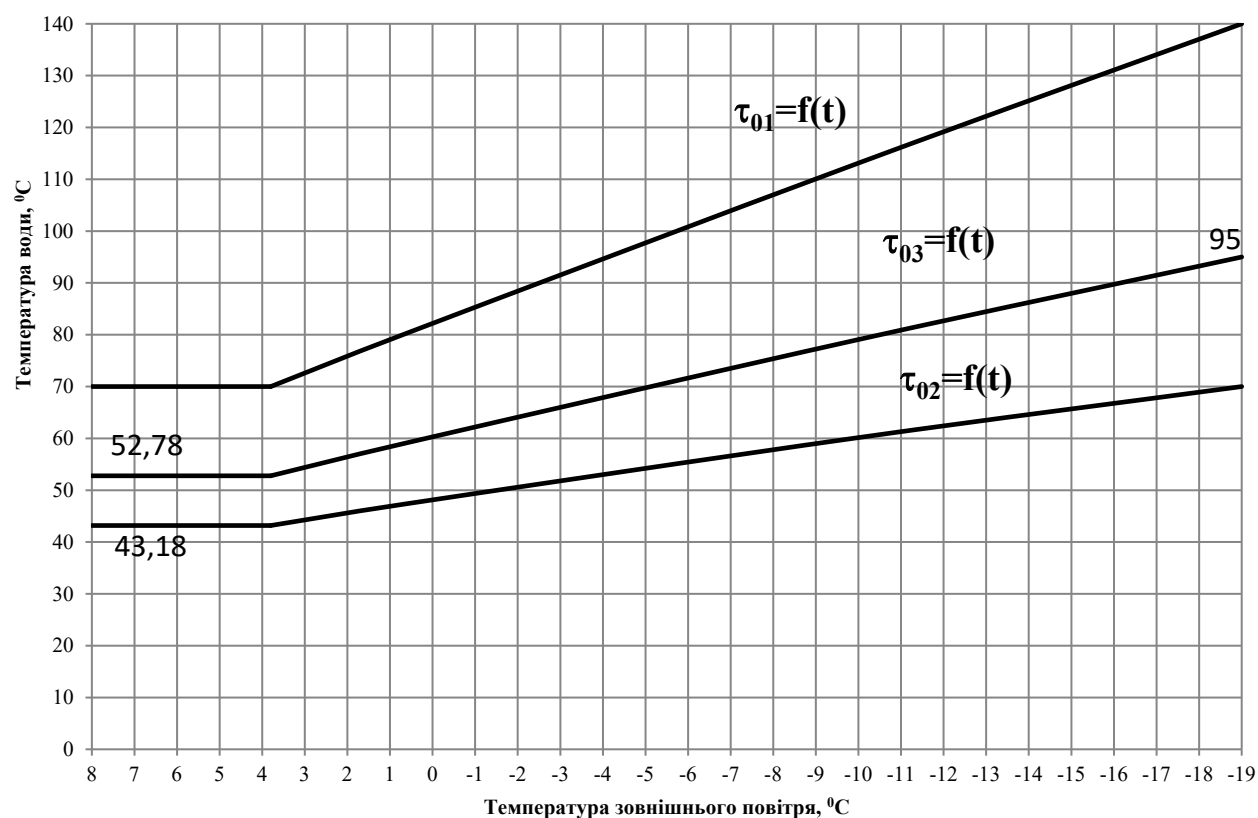
Таблиця 4

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

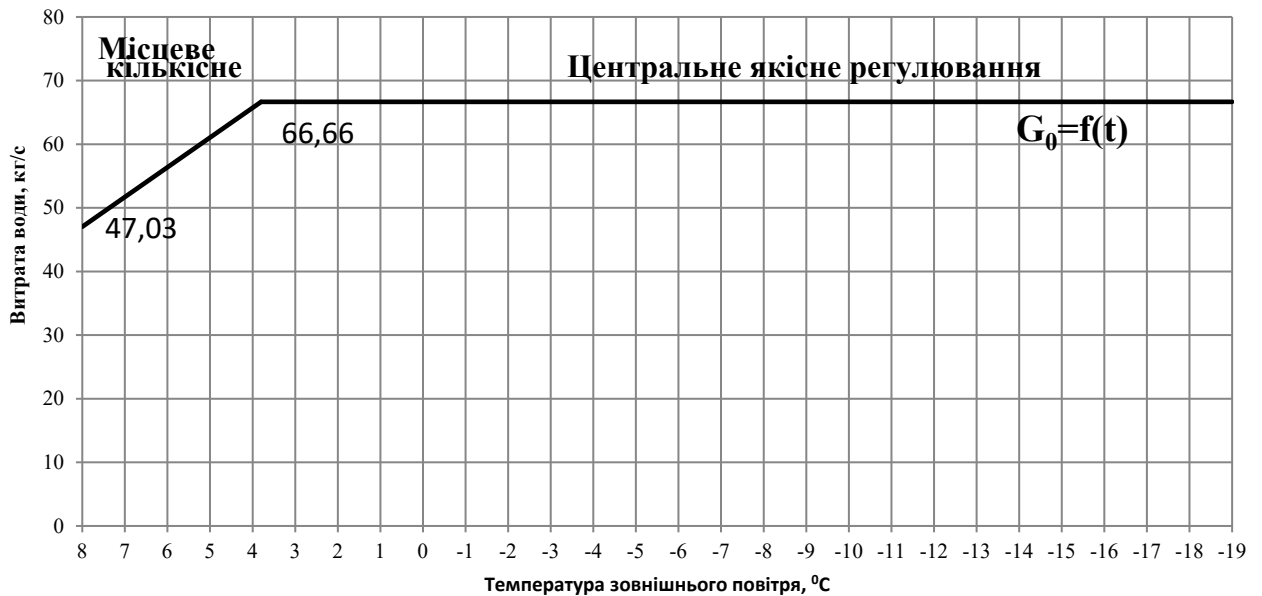
Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при				
		$t_{z.o}$ -19 °C	t_z -10 °C	$t_z^{сер.опал}$ 0,6 °C	$t_{z.з}$ 3,8 °C	$t_{зпк}$ +8 °C
τ_{o1}	°C	140	113,12	80,31	70	70
τ_{o2}	°C	70	60,15	47,39	43,18	43,18
τ_{o3}	°C	95	79,07	59,15	52,78	52,78
G_o	кг/с	66,66	66,66	66,66	66,66	47,03

3.1.5. Будуємо графік зміни температури і витрати мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря.

Графік зміни температури і витрати мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря



					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		17



3.2. Розрахунок витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання

3.2.1. Визначаємо витрату мережної води на гаряче водопостачання:

$$G_{ГВП \max} = \frac{Q_{ГВП \max} 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} \frac{t_2 - t_n}{t_2 - t_{x.3}} = \frac{6,34 \cdot 10^3}{4,19(70 - 43,18)} \cdot \frac{60 - (43,18 - 5)}{60 - 5} = 22,4 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_2 = \tau_{o2} - Q_{ГВП} \frac{t_n - t_{x.3}}{t_2 - t_{x.3}} \frac{1}{c(G_{o \max} - G_{ГВП})} = 43,18 - 6,34 \cdot 10^3 \cdot \frac{(43,18 - 5) - 5}{60 - 5} \cdot \frac{1}{4,19 \cdot (66,66 - 22,4)} = 39,92 \text{ }^\circ\text{C}$$

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

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

Попередній розрахунок ($t_3 = 0,6$ $^\circ\text{C}$):

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

$$\Delta t_I = \frac{\Delta t_{\delta_I} - \Delta t_{M_I}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta_I}}{\Delta t_{M_I}}} = \frac{(\tau_2 - t_{x.3}) - (\tau_{o2} - t_n)}{\ln \frac{\tau_2 - t_{x.3}}{\tau_{o2} - t_n}} = \frac{(32,92 - 5) - (43,18 - 38,18)}{\ln \frac{32,92 - 5}{43,18 - 38,18}} = 13,33 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{II} = \frac{\Delta t_{\delta_{II}} - \Delta t_{M_{II}}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta_{II}}}{\Delta t_{M_{II}}}} = \frac{(\tau_{o1}''' - t_2) - (\tau_{2e} - t_n)}{\ln \frac{\tau_{o1}''' - t_2}{\tau_{2e} - t_n}} = \frac{(70 - 60) - (43,18 - 38,18)}{\ln \frac{70 - 60}{43,18 - 38,18}} = 7,21 \text{ }^\circ\text{C}$$

3.2.5. Визначаємо витрату водопровідної води на ГВП:

$$q_{z_M} = \frac{Q_{ГВП \max} 10^3}{c(t_2 - t_{x.3})} = \frac{6,34 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (60 - 5)} = 27,53 \text{ кг/с}$$

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

$$Q_I = c q_{z_M} (t_n - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 27,53 \cdot (38,18 - 5) = 3,83 \text{ МВт}$$

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		18

$$Q_{II} = cq_{z_m} (t_z - t_n) = 4,19 \cdot 27,53 \cdot (60 - 38,18) = 2,52 \text{ МВт}$$

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

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

$$G_I = G_{II} + G'_{o \max} = 31,06 + 66,66 = 97,72 \text{ кг/с}$$

$$G_{II} = \frac{0,55 Q_{ГВП \max} 10^3}{c(\tau_{o1} - \tau_{o2})} = \frac{0,55 \cdot 6,34 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 43,18)} = 31,06 \text{ кг/с}$$

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

$$\Phi_I = \frac{Q_I 10^3}{\Delta t_I c \sqrt{G_{M_I} G_{\delta_I}}} = \frac{3,83 \cdot 10^3}{13,33 \cdot 4,19 \cdot \sqrt{27,53 \cdot 97,72}} = 1,32$$

$$\Phi_{II} = \frac{Q_{II} 10^3}{\Delta t_{II} c \sqrt{G_{M_{II}} G_{\delta_{II}}}} = \frac{2,52 \cdot 10^3}{7,21 \cdot 4,19 \cdot \sqrt{27,53 \cdot 31,06}} = 2,85$$

3.2.9. Визначаємо теплопродуктивність 1-го ступеню, нехтуючи витратою мережної води через 1-й ступінь G_I і приймаючи витрату нагрівної води через його рівною $G'_{o \max}$, температуру нагрівної води на вході в підігрівник 1-го ступеню, рівною $\tau_{cm} = \tau_{o2}$:

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,78 \cdot 27,53 \cdot (47,39 - 5) = 3,82 \text{ МВт}$$

де ε_I визначаю за формулою:

$$\varepsilon_I = \left(0,35 \frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \sqrt{\left[\frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} \right]} \right)^{-1} = \left(0,35 \frac{27,53}{66,66} + 0,65 + \frac{1}{1,32} \sqrt{\left[\frac{27,53}{66,66} \right]} \right)^{-1} = 0,78$$

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

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{cq_{z_m}} = 5 + \frac{3,82 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 27,53} = 38,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$Q_{II} = Q_{ГВП \max} - Q_I = 6,34 - 3,82 = 2,52 \text{ МВт}$$

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

$$G_{II} = \frac{Q_{II} 10^3}{c(\tau_{o1} - \tau_{2z})} = \frac{2,52 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (80,31 - 38,1)} = 14,28 \text{ кг/с}$$

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

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

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

$$G_I = G_{II} + G'_{o \max} = 14,28 + 66,66 = 80,94 \text{ кг/с}$$

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		19

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

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o\max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2z} = \frac{66,66}{80,94} \cdot 47,39 + \frac{14,28}{80,94} \cdot 38,1 = 45,75 \text{ } ^\circ\text{C}$$

На цьому попередній розрахунок закінчуємо.

Кінцевий розрахунок.

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

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,83 \cdot 27,53 \cdot (45,75 - 5) = 3,88 \text{ МВт}$$

$$\varepsilon_I = \left(0,35 \frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \sqrt{\left[\frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} \right]} \right)^{-1} = \left(0,35 \frac{27,53}{80,94} + 0,65 + \frac{1}{1,32} \sqrt{\left[\frac{27,53}{80,94} \right]} \right)^{-1} = 0,83$$

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

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{z_M}} = 5 + \frac{3,88 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 27,53} = 38,67 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$Q_{II} = Q_{I\text{ВП max}} - Q_I = 6,34 - 3,88 = 2,46 \text{ МВт}$$

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

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

$$= \frac{1,7 \cdot 2,85^2 \cdot 27,53}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \cdot 2,85^2 \cdot \left(\frac{(80,31 - 38,67) \cdot 4,19 \cdot 27,53}{2,46 \cdot 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 12,7 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_{2z} = \tau_{o1} - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 80,31 - \frac{2,46 \cdot 10^3}{12,7 \cdot 4,19} = 34,08 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$G_I = G_{II} + G'_{o\max} = 12,7 + 66,66 = 79,36 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o\max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2z} = \frac{66,66}{79,36} \cdot 47,39 + \frac{12,7}{79,36} \cdot 34,08 = 45,26 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3.2.22. Перевіряю теплову продуктивність 1-го і 2-го ступенів підігрівників за формулами (4.20)-(4.22) [1]. Якщо знайдені величини близько співпадають з

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		20

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

- Визначаємо теплопродуктивність 1-го ступеню:

$$Q_I = c\varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,82 \cdot 27,53 \cdot (45,26 - 5) = 3,82 \text{ МВт}$$

$$\varepsilon_I = \left(0,35 \frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \sqrt{\left[\frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} \right]} \right)^{-1} = \left(0,35 \frac{27,53}{79,36} + 0,65 + \frac{1}{1,32} \sqrt{\left[\frac{27,53}{79,36} \right]} \right)^{-1} = 0,82$$

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

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{cq_{z_M}} = 5 + \frac{3,82 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 27,53} = 38,08 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначаємо теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} = Q_{ГВП \text{ max}} - Q_I = 6,34 - 3,82 = 2,52 \text{ МВт}$$

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

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

$$= \frac{1,7 \cdot 2,85^2 \cdot 27,53}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \cdot 2,85^2 \cdot \left(\frac{(80,31 - 38,08) \cdot 4,19 \cdot 27,53}{2,52 \cdot 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 12,9 \text{ кг/с}$$

$$G_{II} \leq \frac{Q_{II} 10^3}{(\tau_{01} - t_n)c} \quad (12,9 \leq \frac{Q_{II} 10^3}{(\tau_{01} - t_n)c} = 14,64)$$

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

$$\tau_{2z} = \tau_1 - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 80,31 - \frac{2,52 \cdot 10^3}{14,64 \cdot 4,19} = 39,08 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначаємо витрату мережної води через підігрівник I ступеню:

$$G_I = G_{II} + G'_{o \text{ max}} = 14,64 + 66,66 = 81,30 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o \text{ max}}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2z} = \frac{66,66}{81,3} \cdot 47,39 + \frac{14,64}{81,3} \cdot 39,08 = 45,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначаємо теплопродуктивність 1-го ступеню:

$$Q_I = c\varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,83 \cdot 27,53 \cdot (45,9 - 5) = 3,9 \text{ МВт}$$

$$\varepsilon_I = \left(0,35 \frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \sqrt{\left[\frac{G_{M_I}}{G_{\delta_I}} \right]} \right)^{-1} = \left(0,35 \frac{27,53}{81,3} + 0,65 + \frac{1}{1,32} \sqrt{\left[\frac{27,53}{81,3} \right]} \right)^{-1} = 0,83$$

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

						00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата			21

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{z_m}} = 5 + \frac{3,9 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 27,53} = 38,83 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Визначаємо теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} = Q_{ГВП \max} - Q_I = 6,34 - 3,9 = 2,44 \text{ МВт}$$

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

$$\tau_2 = \tau_{cm} - \frac{Q_I 10^3}{G_I c} = 45,9 - \frac{3,9 \cdot 10^3}{81,3 \cdot 4,19} = 34,44 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

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

3.2.25. Визначаємо витрату мережної води в літньому режимі:

$$G_{ГВП} = \frac{Q_{ГВП \text{ Л}}^{сеп} 10^3}{(\tau_{01}''' - 30)c} = \frac{1,69 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4,19} = 10,09 \text{ кг/с.}$$

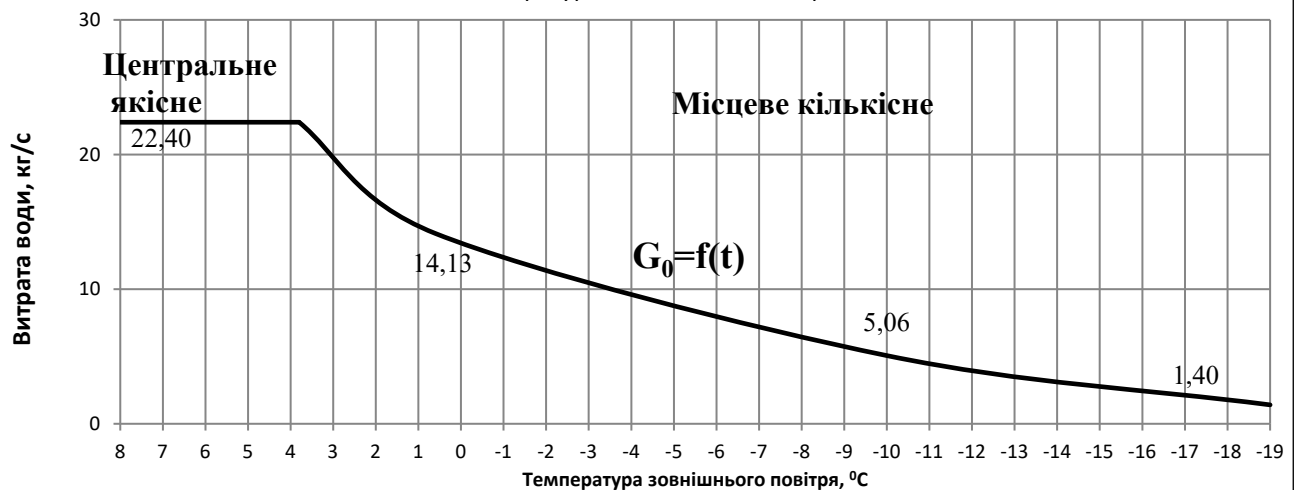
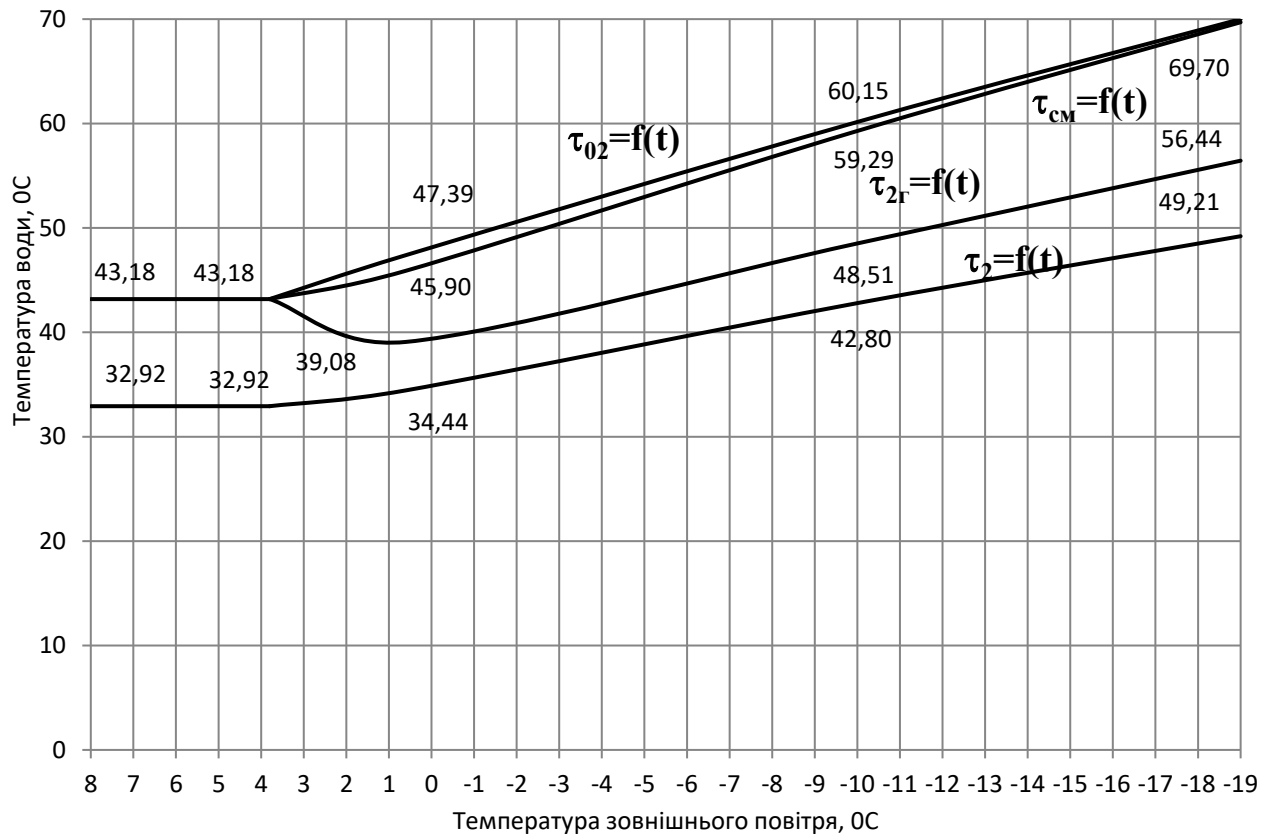
3.2.26. Зводимо результати розрахунків у таблицю 5.

Таблиця 5

Результати розрахунку витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання

Позначення	Одиниця виміру	Температура мережної води при					літо
		$t_{3.0}$ -19 $^\circ\text{C}$	t_3 -10 $^\circ\text{C}$	$t_3^{сеп.опал}$ 0,6 $^\circ\text{C}$	$t_{3.3}$ 3,8 $^\circ\text{C}$	$t_{зпк}$ +8 $^\circ\text{C}$	
τ_{o2}	$^\circ\text{C}$	70,00	60,15	47,39	43,18	43,18	70
τ_{2z}	$^\circ\text{C}$	56,44	48,51	39,08	43,18	43,18	30
t_n	$^\circ\text{C}$	55,74	48,12	38,83	38,18	38,18	60
τ_{cm}	$^\circ\text{C}$	69,70	59,29	45,90	43,18	43,18	-
τ_2	$^\circ\text{C}$	49,21	42,80	34,44	32,92	32,92	-
$G_{ГВП}$	кг/с	1,40	5,06	14,13	22,40	22,40	10,09

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



3.3. Розрахунок витрат та температур мережної води на вентиляцію

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

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

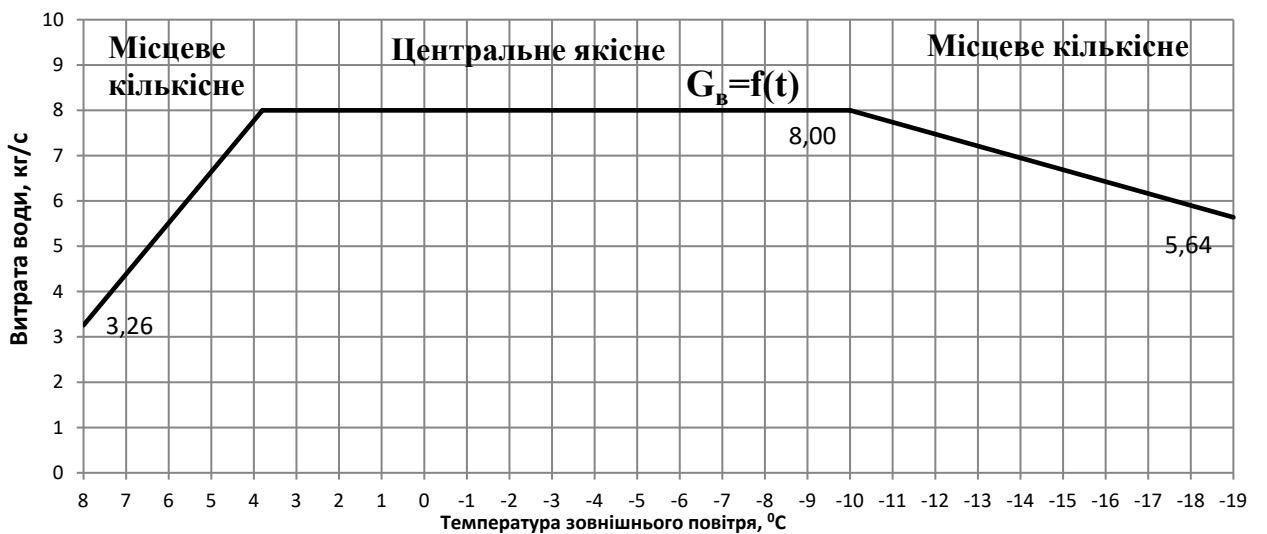
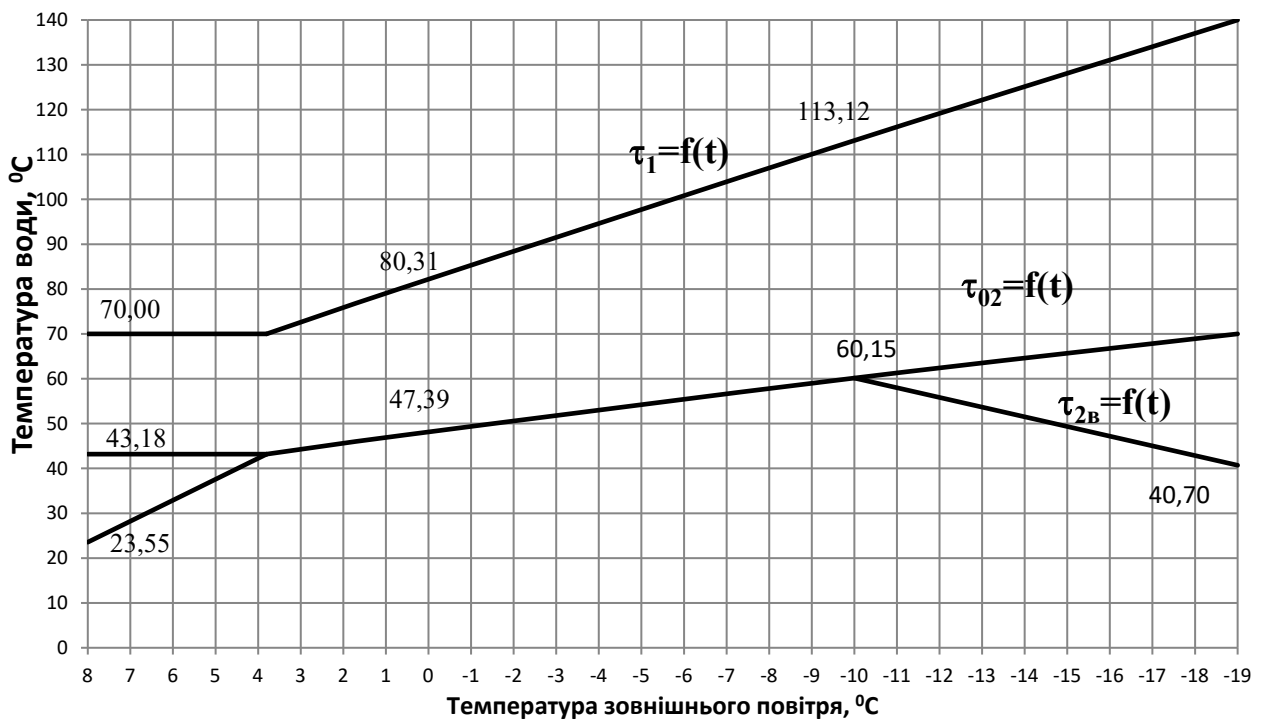
3.3.1. Визначаємо температуру мережної води після калориферів за формулою (4.37):

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

$$\frac{(140 + \tau_{2\theta}) - (18 + (-19))}{(113,12 + 60,15) - (18 + (-10))} \cdot \left(\frac{113,12 - 60,15}{140 - \tau_{2\theta}} \right)^{0,15} = 1$$

Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата
-------	------	-------------	--------	------

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



4. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИ ТРАТ ТЕПЛОНОСІЯ

4.1. Визначаю розрахункову витрату мережної води:

- на опалення, за формулою (6.1)

$$G'_{o\max} = \frac{Q'_{o\max} \cdot 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{o2})} = \frac{0,76 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 70)} = 2,6 \text{ кг/с}$$

- на вентиляцію, для максимально зимового режиму:

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		25

$$G_{\epsilon \max} = \frac{Q_{\epsilon \max} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{\epsilon 2})} = \frac{0,09 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 40,7)} = 0,22 \text{ кг/с}$$

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

$$G_{\text{ГВП}}^{\text{сеп}} = \frac{Q_{\text{ГВП}}' 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} \left(\frac{55 - t'}{55 - t_x} + 0,2 \right) = \frac{0,11 \cdot 10^3}{4,19(70 - 43,18)} \cdot \frac{55 - (43,18 - 5)}{55 - 5} = 0,32 \text{ кг/с}$$

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

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

$$G_{\text{ГВП}}^{\max} = \frac{0,55 Q'_{\text{ГВП max}} 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} = \frac{0,55 \cdot 6,34 \cdot 10^3}{4,19(70 - 43,18)} = 31,06 \text{ кг/с}$$

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

$$G' = G'_{o \max} + G'_{\epsilon \max} + K_3 G_{\text{ГВП}}^{\text{сеп}} = 2,6 + 0,22 + 1,2 \cdot 0,32 = 3,21 \text{ кг/с}$$

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

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

$$G'_l = \frac{Q_{\text{ГВП л}}^{\text{сеп}} 10^3}{(\tau'''_{o1} - 30)c} = \frac{0,07 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4,19} = 0,41 \text{ кг/с}$$

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

Таблиця 7

Значення розрахункових витрат теплоносія

Номер кварталу	Розрахункова витрата теплоносія для максимально зимового режиму, кг/с					
	$G'_{o \max}$	$G'_{\epsilon \max}$	$G_{\text{ГВП}}^{\text{сеп}}$	$K_3 \cdot G_{\text{ГВП}}^{\text{сеп}}$	G'	G'_l
1	2,60	0,22	0,32	0,39	3,21	0,41
2	1,85	0,16	0,23	0,28	2,28	0,29
3	1,73	0,15	0,21	0,26	2,13	0,27
4	1,77	0,15	0,22	0,26	2,18	0,28
5	1,35	0,11	0,17	0,20	1,66	0,21
6	1,40	0,12	0,14	0,17	1,68	0,18
7	1,31	0,11	0,13	0,16	1,57	0,17
8	1,05	0,09	0,10	0,13	1,26	0,13
9	1,26	0,11	0,13	0,15	1,52	0,16
10	1,25	0,11	0,12	0,15	1,50	0,16
11	2,04	0,17	0,25	0,30	2,52	0,32

12	0,55	0,05	0,07	0,08	0,67	0,09
13	0,65	0,06	0,08	0,10	0,80	0,10
14	2,57	0,22	0,32	0,38	3,17	0,41
15	2,32	0,20	0,29	0,35	2,87	0,37
16	3,84	0,33	0,48	0,57	4,74	0,61
17	1,39	0,12	0,17	0,21	1,71	0,22
18	2,67	0,23	0,33	0,40	3,29	0,42
19	2,66	0,23	0,27	0,32	3,21	0,34
20	3,30	0,28	0,33	0,40	3,97	0,42
21	2,77	0,23	0,28	0,33	3,34	0,35
22	9,53	0,81	1,18	1,42	11,76	1,51
23	0,88	0,07	0,11	0,13	1,08	0,14
24	0,64	0,05	0,08	0,10	0,79	0,10
25	3,00	0,25	0,37	0,45	3,70	0,48
26	2,76	0,23	0,34	0,41	3,41	0,44
27	9,52	0,81	1,18	1,42	11,74	1,51
всього	66,66	5,64	7,91	9,50	81,79	10,09

5. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ЧАСТИНИ 2 ПРОЕКТА

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

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

$$= \frac{66,66 + 1,4}{66,66 + 1,4 + 5,64} \cdot 49,21 + \frac{5,64}{66,66 + 1,4 + 5,64} \cdot 40,7 = 48,56 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$\tau_2 = \frac{66,66 + 22,4}{66,66 + 22,4 + 8} \cdot 32,92 + \frac{8}{66,66 + 22,4 + 8} \cdot 43,18 = 33,77 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

Таблиця 8

Загальні вихідні дані для Ч.2 проекту

№ п.п.	Назва параметра	Ум. Позн.	Од. виміру	Характерні режими експлуатації теплофікаційної системи		
				Максимально-зимовий	Точки зламу температурного графіка	Літній
1	Місто розташування котельні			Херсон		
2	Тип системи тепlopостачання			Закрита		
3	Температурна характеристика тепломережі району	τ_1/τ_2	$^\circ\text{C}/^\circ\text{C}$	140/70		

						00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата			27

4	Температура зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	°C	-19,00	3,8	15-30
5	Теплове навантаження системи опалення	$Q_{\text{оп}}$	МВт	19,55	7,50	-
6	Теплове навантаження системи ГВП	$Q_{\text{ГВП}}$	МВт	6,34	6,34	1,69
7	Теплове навантаження системи вентиляції	$Q_{\text{вент}}$	МВт	2,35	0,90	-
8	Річне теплове навантаження житлового району	$Q_{\text{ЖР}}^{\text{рік}}$	ГДж/рік	208167,51		
9	Теплове навантаження промислового підприємства (Теплоносій – гаряча вода)	$Q_{\text{п.п}}$	МВт	10	10	9
10	Температура технологічної води для промислового підприємства на виході з котельні	t_2''	°C	95		
11	Річне теплове навантаження промислового підприємства	$Q_{\text{п.п}}^{\text{рік}}$	МВт год/рік	70000		
12	Температура “прямої” мережної води	τ_1	°C	140,00	70,00	70
13	Температура “зворотної” мережної води	τ_2	°C	48,56	33,77	30
14	Витрата “прямої” води в тепломережу	G_1	т/ год	265,32	349,40	36,34
15	Убуток води в тепломережі	$G_{\text{уб.тм}}$	т/ год	15,0	15,0	5,0
16	Витрата “зворотної” води в тепломережі	G_2	т/ год	258,62	356,28	37,70
17	Втрати тиску в тепломережі	$\Delta p_{\text{втр.тм}}$	МПа	0,3	0,3	0,3
18	Статичний напір в тепломережі	$H_{\text{стат. тм}}$	м.вд.ст.	40,0	40,0	40,0

						Арк.
						28
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	

РОЗДІЛ II. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНОЇ З ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ

1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ТЕПЛОВОГО РОЗРАХУНКУ КОТЕЛЬНОЇ З ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ

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

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

Примітка:

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

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

МЗ: 28,24 = 28,31 (Висновок – результати для режиму МЗ - взаємоузгоджені)

ТЗ: 14,75 = 14,77 (Висновок – результати для режиму ТЗ - взаємоузгоджені)

Л: 1,69 = 1,70 (Висновок – результати для режиму Л - взаємоузгоджені)

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

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ						
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплостачання житлово-промислового району №3 в м. Херсон</i> РОЗДІЛ II			Літера	Аркушів	Аркуш	
Розробив	Леонов Д.Ю.										29
Перевірив	Бойко В.О.							ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ			
Рецензув.											
Затвердив	Петренко В.П.										

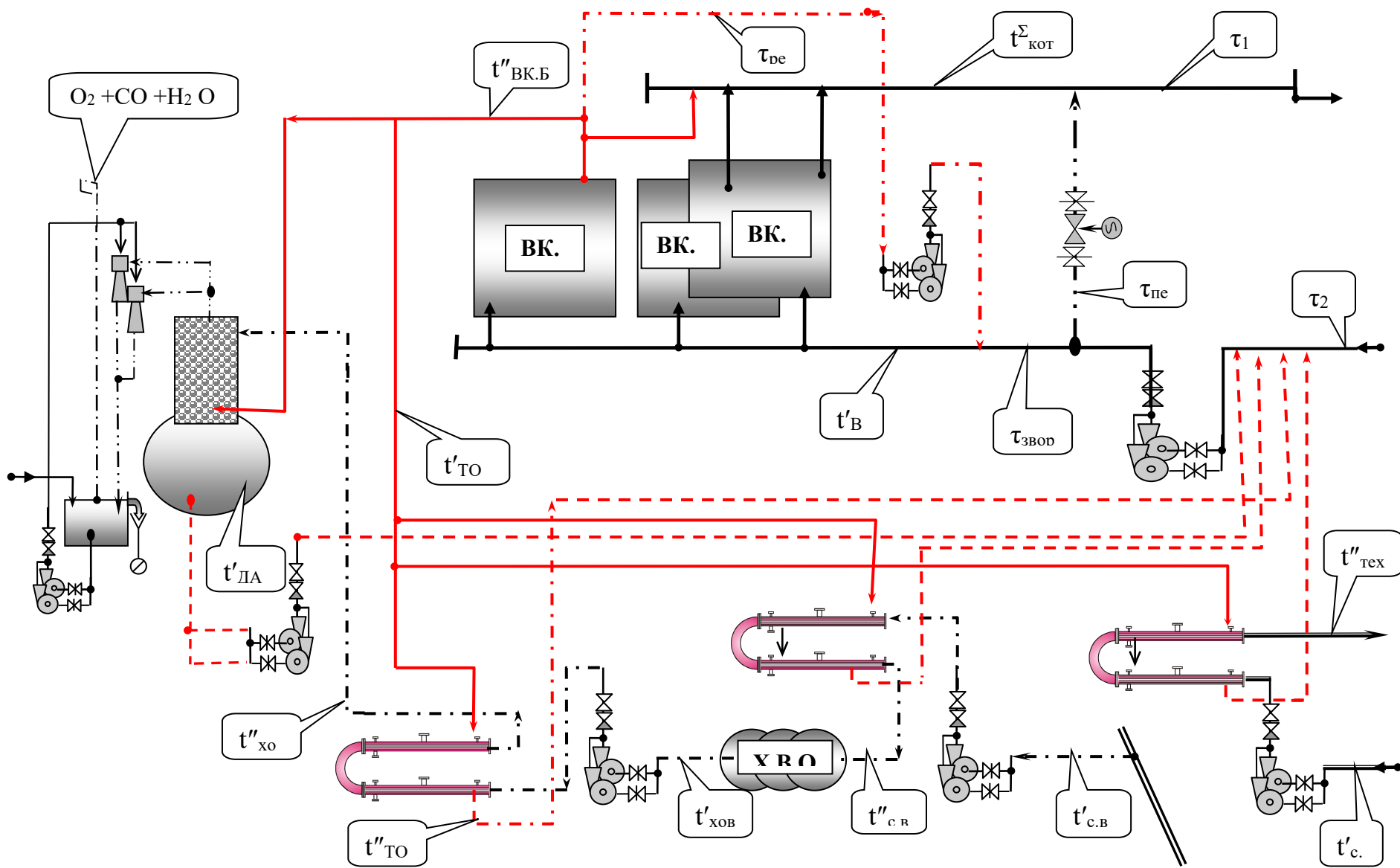
Вихідні дані для теплового розрахунку котельні

№ п.п	Назва параметра	Ум. позн.	Од. вим.	Характерні режими експлуатації			Джерело інформації
				МЗ	ТЗ	Л	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Вид палива для котельні		—	Природний газ			Засади паливопостачання міста
2	Теплота згорання палива	$Q_{нР}$	кДж/м ³	33730,0			Сертифікат палива
3	Температура в деаераторі	$t_{ДА}$	°С	65°	65°	65°	Е.Р: 70 °С – 60 °С
4	Розрідження в деаераторі	$p_{ДА}$	бар	0,75	0,75	0,75	Е.Р: 0,70 – 0,80 бар
5	Номінальна температура води на вході в котел	$t'_{ВК.НОМ}$	°С	70°	70°	70°	Е.Р. для водогрійних котлів
6	Номінальна температура води на виході з котла	$t''_{ВК.НОМ}$	°С	150°	150°	150°	“—“
7	Температура сирої води	$t'_{с.в}$	°С	5°	5°	15°	Е.Р: – 5 °С для МЗ та ТЗ режимів, 15 °С – для режима Л
8	Температура сирої води перед станцією хімічного очищення	$t''_{с.в}$	°С	15°	15°	15°	Е.Р: 15 °С - 20 °С
9	Температура хімічного очищення води на виході зі станції ХВО	$t'_{ХОВ}$	°С	20°	20°	20°	Е.Р: 15 °С – 20 °С
10	Температура хімічного очищення води перед деаератором	$t''_{ХОВ}$	°С	55°	55°	55°	Е.Р: 50 °С – 65 °С
11	Температура технологічної води на вході в котельню	$t'_{ТЕХН.В}$	°С	5°	5°	15°	Е.Р: 8 °С для МЗ та ТЗ режимів, 15 °С для режима Л
12	Температура технологічної води на виході з котельні	$t''_{ТЕХН.В}$	°С	95°	95°	95°	Технологічний регламент промислового підприємства
13	Температура грієної води на вході у внутрішньокотельні підігрівники та на вході в деаератор	$t'_{ТОА}$	°С	150°	150°	150°	Е.Р: $t'_{ТОА} = t''_{ВК.НОМ}$
14	Температура грієної води на виході з внутрішньокотельних підігрівників	$t''_{ТОА}$	°С	65°	65°	65°	Е.Р: $t''_{ТОА} = 65 °С$
15	Коефіцієнт випара з деаератора	$\alpha_{ВИП.}$	од	0,01	0,01	0,01	Е.Р: 0,005 – 0,01
16	Коефіцієнт власних потреб станції хімічного очищення	$K_{ХВО}$	од.	1,10	1,10	1,10	Е.Р: 1,05 – 1,10

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ		Арк.
							30
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата			

2. ФОРМУВАННЯ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНІ

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



3. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНОЇ З ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 10.

Таблиця 10

Визначення результату			Значення для режимів, МВт		
			МЗ	ТЗ	Л
$\sum Q_{ЖР}$	=	29,65	29,65		
$\sum Q_{ЖР}$	=	15,49		15,49	
$\sum Q_{ЖР}$	=	1,78			1,78

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 11.

Таблиця 11

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 12.

Таблиця 12

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 13.

Таблиця 13

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 14.

										Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						32

Таблиця 14

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

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

$$G_{ДА}^{підж} = G_{убут}$$

Результати визначення наводжу у таблиці 15.

Таблиця 15

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

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

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

та формулою:

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

Результати визначення наводжу у таблиці 16.

Таблиця 16

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$G_{ДА}^{гр.в}$	=	3,55	3,55		
$G_{ДА}^{гр.в}$	=	3,55		3,55	
$G_{ДА}^{гр.в}$	=	1,18			1,18
Визначення результату			Значення для режимів, МВт		
			МЗ	ТЗ	Л
$Q_{ДА}$	=	0,35	0,35		
$Q_{ДА}$	=	0,35		0,35	
$Q_{ДА}$	=	0,12			0,12

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 17.

Таблиця 17

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$G''_{ДА}$	=	18,40	18,40		
$G''_{ДА}$	=	18,40		18,40	
$G''_{ДА}$	=	6,13			6,13

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 18.

Таблиця 18

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$G_{\text{ХОВ}}$	=	15,15	15,15		
$G_{\text{ХОВ}}$	=	15,15		15,15	
$G_{\text{ХОВ}}$	=	5,05			5,05

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 19.

Таблиця 19

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$G_{\text{с.в.}}$	=	18,18	18,18		
$G_{\text{с.в.}}$	=	18,18		18,18	
$G_{\text{с.в.}}$	=	6,06			6,06

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

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

- за формулою:

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

Результати визначення наводжу у таблиці 20.

Таблиця 20

Визначення результату			Значення для режимів, МВт		
			МЗ	ТЗ	Л
$Q_{\text{ПСВ}}$	=	0,32	0,32		
$Q_{\text{ПСВ}}$	=	0,32		0,32	
$Q_{\text{ПСВ}}$	=	0,04			0,04
Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$G_{\text{ПСВ}}^{\text{гр.в.}}$	=	3,21	3,21		
$G_{\text{ПСВ}}^{\text{гр.в.}}$	=	3,21		3,21	
$G_{\text{ПСВ}}^{\text{гр.в.}}$	=	0,36			0,36

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

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

Результати визначення наводжу в таблиці 23.

Таблиця 23

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
$\Sigma G_{\text{вн}}^{\text{гр.в.с.в.}}$ = 113,83	113,83		
$\Sigma G_{\text{вн}}^{\text{гр.в.с.в.}}$ = 113,83		113,83	
$\Sigma G_{\text{вн}}^{\text{гр.в.с.в.}}$ = 94,37			94,37

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 24.

Таблиця 24

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
$t_{\text{звор}}$ = 54,14	54,14		
$t_{\text{звор}}$ = 42,45		42,45	
$t_{\text{звор}}$ = 56,60			56,60

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 25.

Таблиця 25

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
$\Sigma Q_{\text{КОТ}}$ = 40,85	40,85		
$\Sigma Q_{\text{КОТ}}$ = 26,69		26,69	
$\Sigma Q_{\text{КОТ}}$ = 11,05			11,05

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

Приймаю до встановлення 4 котла **КВ-ГМ-10** (11,6 МВт) – варіант, що задовольняє умовам експлуатації котлів в усіх режимах експлуатації в т.ч. в режимі Л на мінімально допустимому тепловому навантаженні.

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						36
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Результати визначення наводжу у таблиці 26

Таблиця 26

Позн.	Одиниця виміру	Визначення результату
ТИП		КВ-ГМ-10
Q вк. ном.	МВт	11,6
G вк. ном	т/год	123,5
η вк. ном	%	92,5
t' вк. ном	°С	150
t'' вк. ном	°С	70

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

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

*) Примітка

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

Результати визначення наводжу у таблиці 27.

Таблиця 27

Визначення результату			Значення для режимів, шт		
			МЗ	ТЗ	Л
$N_{\text{ВК.ВСТ}}$	=	3,59	4,00		
$N_{\text{ВК.ВСТ}}$	=	2,34		3,00	
$N_{\text{ВК.ВСТ}}$	=	0,98			1,00

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

$$N_{\text{ВК.Б}} = 1$$

Результати визначення наводжу у таблиці 28.

Таблиця 28

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

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 29

Таблиця 29

Визначення результату			Значення для режимів, шт		
			МЗ	ТЗ	Л
$N_{\text{ВК.З}}$	=	3,00	3,00		
$N_{\text{ВК.З}}$	=	2,00		2,00	
$N_{\text{ВК.З}}$	=	0,00			0,00

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

$$N_{ВК.Р} = N_{ВК.Б} + N_{ВК.З}$$

Результати визначення навести у таблиці 30

Таблиця 30

Визначення результату			Значення для режимів, шт		
			МЗ	ТЗ	Л
$N_{ВК.р}$	=	4,00	4,00		
$N_{ВК.р}$	=	3,00		3,00	
$N_{ВК.р}$	=	1,00			1,00

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

- у разі експлуатації в котельні двох або більше котлоагрегатів:

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

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

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

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

- у разі експлуатації в котельні одного котлоагрегата:

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

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

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 31

Таблиця 31

Визначення результату			Значення для режимів			
			МЗ	ТЗ	Л	
$Q_{ВК.Б}$	=	11,60	4 котла	11,60		
$t'_{ВК.Б}$	=	70,00		70,00		
$t''_{ВК.Б}$	=	150,00		150,00		
$G_{ВК.Б}$	=	123,50		123,50		
Визначення результату			Значення для режимів			
			МЗ	ТЗ	Л	
$Q_{ВК.Б}$	=	11,60	3 котла		11,60	
$t'_{ВК.Б}$	=	70,00			70,00	
$t''_{ВК.Б}$	=	150,00			150,00	
$G_{ВК.Б}$	=	123,50			123,50	
Визначення результату			Значення для режимів			
			МЗ	ТЗ	Л	
$Q_{ВК.Б}$	=	11,05	1 котла			11,05
$t'_{ВК.Б}$	=	70,00				70,00
$t''_{ВК.Б}$	=	150,00				150,00
$G_{ВК.Б}$	=	118,37				118,37

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 32.

Таблиця 32

Визначення результату			Значення для режимів, МВт		
			МЗ	ТЗ	Л
$\sum Q_{ВК.З}$	=	29,25	29,25		
$\sum Q_{ВК.З}$	=	15,09		15,09	
$\sum Q_{ВК.З}$	=	0,00			0,00

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 33.

Таблиця 33

Визначення результату			Значення для режимів, МВт		
			МЗ	ТЗ	Л
$Q_{ВК.З}$	=	9,75	9,75		
$Q_{ВК.З}$	=	7,54		7,54	
$Q_{ВК.З}$	=	0,00			0,00

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

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

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

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

$$G_{ВК.З} = G_{ВК.НОМ}$$

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

$$G_{ВК.З} = 0,0$$

Результати визначення навести у таблиці 34.

Таблиця 34

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$G_{ВК.З}$	=	104,48	104,48		
$G_{ВК.З}$	=	123,50		123,50	
$G_{ВК.З}$	=	0,00			0,00

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 35.

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						39
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 35

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
ΣG_{BK}	=	436,94	436,94		
ΣG_{BK}	=	370,50		370,50	
ΣG_{BK}	=	118,37			118,37

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

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

Результати визначення навести у таблиці 36.

Таблиця 36

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$t''_{BK.3}$	=	150,00	150,00		
$t''_{BK.3}$	=	122,35		122,35	
$t''_{BK.3}$	=	#ДЕЛ/0!			

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

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

Результати визначення наводжу в таблиці 37

Таблиця 37

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$G_{рец}$	=	72,29	72,29		
$G_{рец}$	=	94,91		94,91	
$G_{рец}$	=	16,98			16,98

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

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

Результати визначення наводжу в таблиці 38

Таблиця 38

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
t_{BK}^{Σ}	=	150,00	150,00		
t_{BK}^{Σ}	=	107,78		107,78	
t_{BK}^{Σ}	=	150,00			150,00

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

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						40
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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

Результати визначення наводжу в таблиці 39.

Таблиця 39

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
G _{пер}	=	27,68	27,68		
G _{пер}	=	202,06		202,06	
G _{пер}	=	31,13			31,13

3.30. Визначаю похибку балансових розрахунків водогрійної котельні за формулою:

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

Результати визначення наводжу в таблиці 40.

Таблиця 40

Визначення результату			Значення для режимів, %		
			МЗ	ТЗ	Л
$\Delta G\%$	=	3,01	3,01		
$\Delta G\%$	=	3,89		3,89	
$\Delta G\%$	=	1,53			1,53

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

4. ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНОЇ

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

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

Результати визначення наводжу у табл. 41.

Таблиця 41

Визначення результату			Значення для режимів, тис м ³ /год		
			МЗ	ТЗ	Л
$V_{кот}$	=	4,76	4,76		
$V_{кот}$	=	3,11		3,11	
$V_{кот}$	=	1,29			1,29

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

$$\sum W_{кот}^{вл.п} = W_{нас.рец} + W_{нас.т/м} + W_{нас.підж} + W_{техн.води} + W_{нас.св} + W_{нас.хв} + \sum W_{ВД} + \sum W_{Д} + W_{освітл} = 7,5 + 75 + 3 + 22 + 7,5 + 2,2 + 4 \cdot 11 + 4 \cdot 30 = 281 \text{ кВт}$$

де:

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

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

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

										Арк.
										41
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ					

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

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

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

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

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

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

$$W_{\text{вл.п}}^{\text{год}} = \Sigma W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} \cdot 1 \cdot K_{\tau}^{\text{год}} = 281 \cdot 1 \cdot 0,8 = 225 \text{ кВт·год/год}$$

$$W_{\text{вл.п}}^{\text{доб}} = \Sigma W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} \cdot 24 \cdot K_{\tau}^{\text{доб}} = 281 \cdot 24 \cdot 0,75 = 5058 \text{ кВт·год/добу}$$

$$W_{\text{вл.п}}^{\text{рік}} = \Sigma W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} \cdot 8760 \cdot K_{\tau}^{\text{рік}} = 281 \cdot 8760 \cdot 0,65 = 1600014 \text{ кВт·год/рік}$$

де:

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

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

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

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

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

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

Результати визначення навести у таблиці 42.

Таблиця 42

Визначення результату				Значення для режимів, кг у.п./МВт		
				МЗ	ТЗ	Л
$(b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{газ}}$	=	33,35	м ³ /ГДж	33,35	33,90	33,19
$(b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{у.п.}}$	=	38,35	кг у.п./ГДж	38,35	38,98	38,16

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

$$e_{\text{е/е}}^{\text{відп}} = \Sigma W^{\text{доб}} / (\Sigma Q_{\text{Т/Ф}} \cdot 24) = 5058 / (32 + 12) \cdot 24 = 4,8$$

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

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

$$C_Q = (38,95 / 1,15) \cdot 9000 \cdot 10^{-3} + 4,8 \cdot 0,9 + 30,0 = 340 \text{ грн/ ГДж}$$

4.7 Формую висновок щодо енергоефективності проектної котельні.

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						42
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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

Основні результати розрахунку зводжу в таблицю 43.

Таблиця 43

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

№ п.п	Умовне позначення	Назва параметра	Один. виміру	Числове значення для режимів		
				МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7
1	$t_{зовн}$	Температура зовнішнього повітря	°С	- 19	3,8	+ 15
2	$\Sigma Q_{Ж.Р}$	Сумарне теплове навантаження житлового району	МВт	29,65	15,49	1,78
3	$Q_{П.П}$	Теплове навантаження промислового підприємства	МВт	10,0	10,0	9,0
4	$\Sigma Q_{КОТ}$	Сумарне теплове навантаження котельні	МВт	40,85	26,69	11,05
5	t_1	Температура мережної води в “прямій” магістралі на виході з котельні	°С	140°	70°	70°
6	t_2	Температура води в “зворотній” магістралі на вході в котельню	°С	48,56	33,77	30,00
7	$t_{звор}$	Температура води в “зворотній” магістралі на вході в мережні насоси	°С	54,14	42,45	56,60
8	G_1	Витрата води в “прямій” магістралі на виході з котельні	т/год	265,32	349,4	36,34
9	$G_{убут}$	Убуток води в тепломережі	т/год	15	15	5
10	G_2	Витрата води в «зворотній» магістралі на вході в котельню	т/год	250,32	334,40	31,34
11	$G_{рец}$	Витрата води в трубопроводі рециркуляції котлів	т/год	72,29	94,91	16,98
12	$G_{пер}$	Витрата води в трубопроводі перепуску	т/год	27,68	202,06	31,13
13	$N_{ВК.ВСТ}$	Число встановлених водогрійних котлів	од	4	4	4
14	$N_{ВК.Р}$	Число котлів, що знаходяться в експлуатації	од	4	3	1

15	$N_{BK.B}$	Число котлів, що експлуатуються в базовому (номінальному) режимі	од	1	1	1
16	$N_{BK.3}$	Число котлів, що експлуатуються в режимі змінного навантаження	од	3	2	0
17	V_{KOT}	Годинна витрата природного газу в котельні	тис.м ³ / год	4,76	3,11	1,29
18	$(b_T^{відп})_{газ}$	Питома витрата природного газу на відпущену від котельні теплову енергію	м ³ / ГДж	33,35	33,90	33,16
19	$(b_T^{відп})_{у.п}$	Питома витрата умовного палива на відпущену від котельні теплову енергію	кг у.п / ГДж	38,33	38,95	33,19
20	ΣW_{BK}	Сумарна встановлена потужність споживачів електроенергії котельні	кВт	281	281	216
21	$\epsilon_{e/\epsilon}^{доб}$	Середньодобова питома витрата електроенергії на відпуск теплоти від котельні	кВт/МВт	4,8	4,8	3,7
22	$\text{Ц}_{Палив}$	Вартість природного газу	грн./ тис. м ³	9000	9000	9000
23	$\text{Ц}_{E/E}$	Вартість електроенергії	грн./ кВт.год	0,9	0,9	0,9
24	C_Q	Собівартість теплоти, що відпущена від котельні	Грн./ГДж	340	340	335

5. ВИБІР ОБЛАДНАННЯ КОТЕЛЬНІ З ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ

5.1. Вибір водогрійних котлів

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

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						44
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 44

№ п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення
1	2	3	4	5	6
1	Тип ВК	Типорозмір водогрійного котла		За інформаційними листами заводів виробників	КВ-ГМ-10
2	$Q_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна теплова потужність котла	МВт(т)	З паспорта котла	11,6
3	$G_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна витрата води на котел	т/год	«--»	123,5
4	$V_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна витрата природного газу на котел	тис. м ³ /год	«--»	1,26
5	$\Delta p'_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальний гідравлічний опір котла	атм	«--»	1,5
6	$\Delta p''_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальний аеродинамічний опір котла	мм.вд.ст	«--»	44
7	$t'_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна температура води на вході в котел	°С	«--»	70
8	$t''_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна температура води на виході з котла	°С	«--»	150
9	$\eta_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальний ККД котла	од.	«--»	0,925

5.2. Вибір рециркуляційних насосів

5.2.1. Здійснюю вибір типорозміру насосів рециркуляції, його номінальної подачі – $Q_{\text{нас.реци}}^{\text{НОМ}}$, м³/год, та напору – $H_{\text{нас.реци}}^{\text{НОМ}}$, м вд.ст, на базі визначених максимальних значень (в режимі ТЗ) пропуску води через трубопровід рециркуляції – $G_{\text{РЕЦ}}=95$ т/год, та опору трубопровідної системи рециркуляції – $\Delta H_{\text{РЕЦ}}$.

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

$$N_{\text{нас.реци}}^{\text{роб}} = G_{\text{РЕЦ}}^{\text{Т.З}} / Q_{\text{нас.реци}}^{\text{НОМ}} = 95/100 = 0,95$$

*) Примітка.

Одержане число насосів потрібно округлити до більшого цілого значення.

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

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

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

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						45
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Характеристика насосів рециркуляції

№п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	---	З інформаційного листа заводу-виробника	NB 50-125/144		NBE 32-125.1/140
2	$Q_{н. рец}^{ном}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	100		17
3	$H_{н. рец}^{ном}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ – “	20		20
4	$N_{н. рец}^{ном}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ – “	7,5		2,2
5	$\eta_{н. рец}^{ном}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,77		0,67

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

Передбачаємо до встановлення як мережних насосів відцентрові насоси типу Д.

5.3.1. Здійснюю вибір типорозміру мережних насосів, його номінальної подачі – $Q_{нас.мер}^{ном}$, м³/год, та напору – $H_{нас.мер}^{ном}$, м вд.ст, на базі визначених максимальних значень (в режимі ТЗ) витрати води через трубопровідну систему “Котельна – Тепломережа” – $G_1=350$ т/год, та опору трубопровідної системи – $\Delta H_{мер}$ та статичного напору тепломережі. Число робочих мережних насосів – $N_{нас.мер}^{роб}$, шт, становить — 1.

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

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

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

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						46
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Характеристика мережних насосів.

№п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір мережного насоса	---	З інформаційного листа заводу-виробника	NB 100-200/219		NBE 40-250/255
2	$Q_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	350	37	
3	$H_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ – “	55	55	
4	$N_{\text{нас. мер}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ – “	75	15	
5	$\eta_{\text{нас. мер}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,71	0,69	

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

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

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

$$N_{\text{нас.с.в}}^{\text{роб}} = G_{\text{с.в.}} / Q_{\text{нас.с.в}}^{\text{ном}} = 18,18/20=0,9$$

*) *Примітка.*

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

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

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

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

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						47
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Характеристика насосів сирі води

№п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСО-СА	Типорозмір насоса	---	З інформаційного листа заводу-виробника	NB 32-160.1/177		
2	$Q_{\text{нас.св}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	20		
3	$H_{\text{нас.св}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ – “	35		
4	$N_{\text{нас.св}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(є)	“ – “	7,5		
5	$\eta_{\text{нас.св}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,63		

5.4.2. Вибір підживлювальних насосів

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

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

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

*) Примітка.

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

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

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

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

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						48
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Характеристика підживлювальних насосів

№п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса	---	З інформаційного листа заводу-виробника	NB 32-160.1/177		
2	$Q_{\text{нас.під}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	16		
3	$H_{\text{нас.під}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ – “	30		
4	$N_{\text{нас.під}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ – “	3		
5	$\eta_{\text{нас.під}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,62		

5.4.3. Вибір насосів технологічної води

5.4.3.1. Здійснюю вибір типорозміру насосу, його номінальної подачі – $Q_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$, м³/год, та напору – $H_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$, м вд.ст, на базі визначених значень витрати води для потреб промислового підприємства – $G_{\text{тех}}=95$ т/год та опору трубопроводної системи – ΔH .

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

$$N_{\text{нас.тех}}^{\text{роб}} = G_{\text{тех}} / Q_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}} = 95/100 = 0,95 \quad *)$$

*) Примітка.

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

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

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

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

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						49
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Характеристика насосів технологічної води

№п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса	---	З інформаційного листа заводу-виробника	NB 50-160/165		
2	$Q_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	97		
3	$H_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ – “	45		
4	$N_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ – “	22		
5	$\eta_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,81		

5.4.4. Вибір насосів хімоочищеної води

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

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

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

*) Примітка.

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

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

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

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

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						50
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Характеристика насосів хімічною водою

№п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса	---	З інформаційного листа заводу-виробника	NKE 32-160.1/165		
2	$Q_{\text{нас.хов}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	м ³ /год	З паспорта насоса	16		
3	$H_{\text{нас.хов}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м.вд.ст..	“ – “	25		
4	$N_{\text{нас.хов}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт(е)	“ – “	2,2		
5	$\eta_{\text{нас.хов}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,59		

5.5. Вибір деаераторів водогрійної котельні

Загальноприйнятим рішенням для водогрійних котельних є встановлення для деаерації води не менше двох деаераторів вакуумного типу з охолодником випару для кожного. До встановлення обираємо 2 деаератори ДВ-25. Блок параметрів наводжу в таблиці 51.

Таблиця 51

Характеристика деаераторів водогрійної котельні

№ п.п	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення
1	3	4	5	6
1	Типорозмір деаератора		За інформаційними листами заводів виробників	ДВ-25
2	Номінальна продуктивність	т/год	«--»	5
3	Діапазон продуктивності	т/год	«--»	7,5...30
4	Температура деаерованої води	°С	«--»	40...80
5	Температура теплоносія	°С	«--»	70...180
6	Тип охолодника випару		«--»	ОВВ-2
7	Тиск робочий абсолютний	МПа	«--»	0,0075...0,05
8	Тип ежектора		«--»	ЕВ-30

5.6. Вибір підігрівників

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

										Арк.
										51
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ					

Розділ III. Охорона праці

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

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

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

1. Виробнича санітарія

При плануванні приміщення враховуються:

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

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

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

1.1. Мікроклімат та чистота повітря виробничого середовища

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

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

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

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

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

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

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №3 в м. Херсон</i> Охорона праці	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив	Леонов Д.Ю.							53
Перевірив	Бойко В.О.							
Рецензув.								
Затвердив	Петренко В.П.							ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ

Періодичність контролю вмісту шкідливих речовин складає:

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

Методи визначення шкідливих речовин у повітрі:

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

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

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

1.2. Виробниче випромінювання

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

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

Нормальними умовами, що відповідають санітарно-гігієнічним нормам, вважають такі, за яких інтенсивність опромінення працівників інфрачервоними променями не перевищує: 35 Вт/м² при опромінюванні більше 50 % тіла.

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

1.3. Шум на виробництві

Робота котлових установок супроводжується шумом.

Класифікація шумів за походженням:

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

Класифікація шумів за частотою:

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

Основними фізичними характеристиками звуку є: частота f (Гц), звуковий тиск P (Па), інтенсивність або сила звуку I (Вт/м²).

									Арк.
									54
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	

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

Рівень шуму у виробничому цеху не повинен перевищувати 80 дБ.

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

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

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

1.4. Виробнича вібрація

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

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

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

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

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

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

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

1.5. Освітлення виробничих приміщень

Основними вимогами охорони праці до освітленості виробничих приміщень є:

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

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

В темні години доби використовується штучне освітлення.

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		55

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

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

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

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

2. Техніка безпеки

2.1. Безпечна експлуатація технологічного устаткування

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

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

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

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

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

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

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

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

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		56

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

2.2. Безпечна експлуатація електроустаткування

Види електричних травм на виробництві:

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

Факторами, що зумовлюють небезпечне ураження електричним струмом, є:

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

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

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

Котельня відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою (наявність струмопровідних підлог).

Для забезпечення електробезпеки на виробництві передбачено спеціальні заходи і засоби захисту. До них належать, наприклад, недоступність струмопровідних частин обладнання; ізоляція струмоведучих частин з опором силового устаткування та освітлюючої апаратури $R_{i3} \geq 0,5$ МОм, заземлення опором $R_3 \leq 4$ Ом, швидкодіюче автоматичне захисне відключення; застосування низьких напруг ($U < 42$ В), використання засобів індивідуального захисту, проведення планово-попереджувальних ремонтів та профілактичних робіт устаткування, а також виробничих інструктажів з техніки безпеки.

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

3. Пожежна та вибухобезпека на виробництві

Основними причинами пожежі та вибуху в котельні є:

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						57
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1. організаційні (порушення вимог проектування промислових та допоміжних будівель та споруд, вибору будівельних матеріалів та конструкцій, планування приміщень, розміщення технологічного обладнання та комунікацій; відхилення від правил експлуатації та ремонту обладнання, споживачів електроенергії та електромереж, порушення посадових інструкцій щодо пожежної безпеки; необережне поводження з вогнем та матеріалами, що легко запалюються).
2. технологічні (відносять роботу за несправним технологічним обладнанням чи при порушенні режимів технологічних процесів; використання горючих речовин, що не відповідають технологічним характеристикам обладнання, що використовується, та порушення режиму його експлуатації та зупинки, використання невідповідних ГОСТу змащувальних матеріалів).
3. причини пов'язані із застосуванням електрики (відносять використання електричного обладнання, що не відповідає категорії вибухо- та пожежо-безпеки, перевантаження мереж та електроустаткування, пошкодження ізоляції, поганий електричний контакт в місцях з'єднання контактів, відсутність захисту від статичної та атмосферної електрики).

За спалимістю речовини і матеріали поділяються на три групи:

Спалимі, важко спалимі, неспалимі.

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

Усі будівлі та споруди за вогнестійкістю класифікуються за V ступенями.

Заходи пожежної безпеки поділяються на 4 групи:

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

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

Будівля відділення ТЕЦ – відноситься до III класу пожежонебезпечної зони.

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

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

До первинних засобів гасіння пожежі відносять:

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

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						58
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ IV. Правила технічної експлуатації теплових установок і мереж

Тепловий пункт є вузлом керування системами теплоспоживання, приєднаними до теплової мережі, призначений для обліку, регулювання і розподілу тепла по окремих дільницях; трансформації параметрів теплоносія; контролю за роботою місцевих систем теплоспоживання і теплової мережі.

Теплові пункти поділяються на:

- індивідуальні теплові пункти (ІТП);
- призначені для приєднання систем опалення, вентиляції, гарячого водопостачання однієї будівлі або її частини, а також окремих технологічних установок, що використовують теплову енергію;
- центральні теплові пункти (ЦТП);
- призначені для приєднання систем теплоспоживання двох і більше будівель.

ЗАКОН УКРАЇНИ Про будівельні норми

Стаття 2. Сфера дії Закону.

Дія цього Закону поширюється на суб'єктів господарювання незалежно від форми власності, які провадять будівельну, містобудівну, архітектурну діяльність і забезпечують виготовлення продукції будівельного призначення, а також на органи державної влади та органи місцевого самоврядування.

Стаття 11. Застосування будівельних норм.

1. Застосування будівельних норм або їх окремих положень є обов'язковим для всіх суб'єктів господарювання незалежно від форми власності, які провадять будівельну, містобудівну, архітектурну діяльність та забезпечують виготовлення продукції будівельного призначення.

4. У разі якщо у будівельних нормах є посилання на стандарти, то ці стандарти є обов'язковими до застосування.

5. Державний контроль за дотриманням суб'єктами господарювання державних будівельних норм здійснює центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику з питань державного архітектурнобудівельного контролю.

6. Відповідальність за недотримання вимог будівельних норм визначається законом.

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №3 в м. Херсон Правила технічної експлуатації теплових установок і мереж</i>	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив	Леонов Д.Ю.							59
Перевірив	Бойко В.О.					ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		
Рецензув.								
Затвердив	Петренко В.П.							

ДБН В.2.2-15:2005 «Житлові будинки, ...»

п. 5.24 Житлові будинки повинні підключатися до систем централізованого теплопостачання через індивідуальний тепловий пункт (ІТП), обладнаний приладами обліку теплоспоживання та автоматизованими вузлами приготування теплоносіїв систем опалення та гарячого водопостачання.

п. 6.4 Системи теплоспоживання будинків, що керуються із теплових пунктів, повинні проектуватися з пристроями для автоматичного регулювання теплової потужності

ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі»

п. 9.8.3 На абонентському вводі теплової мережі слід забезпечувати регулювання теплового потоку системи опалення за погодними умовами. •

п. 12.11 Застосовувати запірну арматуру як регульовальну не допускається.

п. 12.19 Грязьовики у водяних теплових мережах слід встановлювати: на подавальному трубопроводі при вводі в тепловий пункт, безпосередньо після першої запірної арматури; не більше одного на зворотному трубопроводі перед регульовальними пристроями, насосами, водомірами та діафрагмами. Перед механічними водомірами і пластинчастими теплообмінниками потоку води слід встановлювати сітчасті феромагнітні фільтри. Грязьовики у вузлах встановлення секціонуючої запірної арматури не встановлюють. •

п.12.20 Улаштування обвідних трубопроводів навколо грязьовиків і регульовальних клапанів не допускається.

п. 16.2 У теплових пунктах повинно бути розташоване обладнання, арматура, прилади контролю, керування та автоматизації, за допомогою яких здійснюють:

- регулювання температури теплоносія за погодними умовами;
- перетворення виду теплоносія або його параметрів;
- контроль параметрів теплоносія;
- облік теплових навантажень, витрати теплоносія та конденсату;
- регулювання витрати теплоносія та розподілення між системами споживання теплової енергії (через розподільні мережі в ЦТП або безпосередньо в системі ІТП);
- захист місцевих систем від аварійного підвищення параметрів теплоносія;
- доочищення теплоносія;
- заповнення та підживлення систем теплоспоживання;
- збирання, охолодження, повернення конденсату і контроль його якості; - акумулювання теплової енергії;
- водопідготовка для систем гарячого водопостачання;
- комбіноване теплозабезпечення з використанням теплової енергії від альтернативних джерел.

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		60

п.16.3 Улаштування ІТП на вводі слід здійснювати для кожної будівлі незалежно від наявності ЦТП.

п.16.7 Приєднання споживачів теплової енергії до теплової мережі в теплових пунктах слід передбачати за схемами, що забезпечують мінімальну витрату води в теплових мережах, а також економію теплової енергії за рахунок застосування автоматичних регуляторів теплового потоку (температури) та обмеження максимальної витрати мережної води.

п.16.7.2 Не допускається приєднувати систему опалення до теплової мережі через елеватор у поєднанні з автоматичним регулятором теплового потоку.

п.16.15 У теплових пунктах не допускається влаштування пускових перемичок між подавальним і зворотним трубопроводами теплової мережі. Не допускається влаштування обвідних трубопроводів для насосів (крім підживлювальних), елеваторів, регулювальних клапанів, грязьовиків і приладів обліку теплових потоків та витрат води.

п. 17.12 Тепловий пункт слід оснащувати засобами автоматизації, приладами теплотехнічного контролю, обліку і регулювання, які встановлюють за місцем або на щиті керування.

п. 17.13 Автоматизація теплового пункту повинна забезпечувати:

- регулювання витрати теплової енергії в системі опалення і обмеження максимальної витрати мережної води у споживача;
- задану температуру води в системі гарячого водопостачання;
- підтримання статичного тиску в системах споживачів теплоти при їх незалежному приєднанні;
- заданий тиск у зворотному трубопроводі або необхідний перепад тиску води в подавальному і зворотному трубопроводах теплових мереж;
- захист систем теплоспоживання від підвищеного тиску і температури води у випадках виникнення небезпеки перевищення допустимих граничних параметрів;
- включення резервного насоса при відключенні робочого;
- припинення подавання води в бак-акумулятор при досягненні верхнього рівня води в баку та розбору води з баку при досягненні нижнього рівня;
- інші заходи, що підвищують ефективність роботи обладнання.

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, ...»

Розділ 3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

3.44 Регулятор теплового потоку за погодними умовами – комплекс автоматичного обладнання, у якому електронний регулятор температури коригує температуру теплоносія на вході в систему теплоспоживання залежно від погодних умов за допомогою регулювального клапана з електроприводом згідно вихідних сигналів від наступних датчиків: температури зовнішнього повітря; температури теплоносія на вході в систему; температури внутрішнього

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						61
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

повітря у будівлях (приміщеннях) зі змінним тепловим режимом; температури зворотного теплоносія (опційно); швидкості вітру (опційно) тощо.

Розділ 6 ОПАЛЕННЯ ТА ВНУТРІШНЄ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

6.1 Приєднання до джерел теплопостачання

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

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

6.1.10 Приєднання системи водяного опалення (у тому числі фонові та чергової) будівлі (квартири при індивідуальному опаленні) будь-якого класу енергоефективності слід здійснювати з автоматичним регулюванням теплового потоку залежним від погодних умов, якщо воно не передбачене у джерелі.

При централізованому теплопостачанні згідно з ДБН В.2.5-39 кожен індивідуальний тепловий пункт (ІТП) повинен мати автоматичне регулювання теплового потоку, залежне від погодних умов.

6.1.10 (продовження)

Автоматичне регулювання теплового потоку системи опалення за погодними умовами слід здійснювати регулятором теплового потоку, забезпечуючи наближену до лінійної залежність теплового потоку від рівня управляючого сигналу.

Необхідно забезпечувати експлуатаційну сталість зазначеної залежності шляхом автоматичної стабілізації перепаду тиску теплоносія на клапані регулятора теплового потоку, настройкою на приводі клапана витратної характеристики, за технічно передбаченої такої можливості, тощо.

Між клапаном автоматичного регулятора теплового потоку та клапаном автоматичного регулятора перепаду тиску не повинно бути жодного місцевого опору (регульовальної арматури, дросельної шайби або діафрагми тощо).

6.1.11 Обмеження витрати теплоносія в ІТП повинно бути здійсненим автоматичними засобами з урахуванням зміни параметрів теплоносія в тепломережі та внутрішніх системах теплоспоживання.

Кожна внутрішня система теплоспоживання (різного призначення, різного типу, з різними параметрами теплоносія) при залежному приєднанні або кожен вузол підготовки теплоносія при незалежному приєднанні до джерела

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						62
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

теплопостачання повинен мати власне автоматичне обмеження максимального теплоспоживання, якщо хоча б одна з цих систем або один з вузлів має змінний гідравлічний режим.

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

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

При централізованому теплопостачанні, якщо це не передбачено автоматичними засобами регулювання в ІТП, слід забезпечувати автоматичними засобами регулювання повернення теплоносія в тепломережу від систем внутрішнього теплоспоживання з температурою не вище ніж на 3оС– 4оС від заданої графіком. Зниження зворотної температури теплоносія проти графіка не лімітується.

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

Систему водяного опалення та систему гарячого водопостачання приміщень різних поверхів, групи приміщень різних орендарів або власників, у тому числі квартири, тощо допускається приєднувати через малий тепловий пункт (квартирний тепловий пункт) до системи внутрішнього теплопостачання будівлі.

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

6.1.19 Не допускається застосовувати двоступеневий послідовний підігрів води для системи гарячого водопостачання теплоносієм із системи опалення зі змінним гідравлічним режимом, а також із системи опалення з автоматичним регулюванням температури зворотного теплоносія. При таких системах опалення слід застосовувати паралельний підігрів води для гарячого водопостачання.

6.4 Тепловий та гідравлічний режими

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		63

6.4.7.13 Не допускається застосовувати двопозиційне регулювання теплового потоку всієї системи водяного опалення або її частин. Допускається двопозиційне регулювання теплового потоку опалювальних приладів установленими в них або на підводках до них автоматичними регуляторами температури повітря.

Не допускається застосовувати електромагнітні клапани для двопозиційного регулювання теплового потоку водяних систем та її обладнання.

Розділ 11 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ

11.24 Місце розташування датчиків контролю теплогідравлічних параметрів систем, внутрішнього та зовнішнього повітря, а також місце розташування автоматичних регуляторів температури повітря в приміщенні повинні бути визначені в проектній документації на систему, в якій їх застосовують.

11.25 У схемах автоматизації з використанням імпульсного трьохпозиційного керуючого сигналу слід застосовувати електронні регулятори температури та електроприводи регулювальних клапанів з однаковою напругою.

ДОДАТОК М (обов'язковий)

ДОДАТКОВІ ВИМОГИ ДО ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТУ ПРИ ЙОГО РОЗТАШУВАННІ ПІД ЖИТЛОВИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ (КІМНАТАМИ)

При розташуванні індивідуального теплового пункту (ІТП) під житловими приміщеннями (кімнатами) слід забезпечувати до ІТП щонайменше наступні додаткові заходи безпечної експлуатації та захисту від шумоутворення, а саме:

М.1 Швидкість теплоносія в трубопроводах ІТП не повинна перевищувати нормативних максимально допустимих швидкостей в системах опалення та внутрішнього тепlopостачання для допустимого еквівалентного рівня шуму 25 дБА (згідно додатка Р) робочий тиск не більше $16 \cdot 10^5$ Па (16 бар), робоча температура теплоносія не більше 100 °С;

М.2 Насос циркуляційний, циркуляційно-змішувальний, підвищувальний, підживлювальний тощо повинні бути з мокрим ротором, з частотою обертання не вище 1450 об./хв. та плавним пуском;

М.3 Насос, установлений в циркуляційному кільці зі змінним гідравлічним режимом, окрім підживлювального, повинен мати перетворювач частоти з фільтром електромагнітних завад класу не нижче А1/В згідно з ДСТУ CISPR 11 та категорію розташування С2 згідно з ДСТУ ІЕС 61800. Корпус перетворювача частоти, окрім комплектного з насосом, повинен мати клас захисту не нижче IP54. Насос з комплектним перетворювачем частоти повинен мати клас захисту не нижче IP44;

М.5 За необхідності (залежно від потужності насоса та рекомендацій виробника), насос слід приєднувати до трубопроводів через віброізоляційні вставки;

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						64
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

М.6 Насос, установлюваний на фундамент або раму, повинен мати віброізоляційну підкладку (установку), та закріплюватися через віброізоляційні шайби;

М.7 Електричні кабелі живлення електрообладнання слід застосовувати екранованими та заземленими;

М.8 Регулювальні клапани, які входять до складу регулятора теплового потоку та/або регулятора температури, слід застосовувати розвантажені за тиском;

М.9 Не допускається застосовувати соленоїдні (електромагнітні), у тому числі підживлювальні, клапани, окрім аварійних;

М.10 Слід застосовувати запірно-регулювальну арматуру та обладнання на один рівень робочого тиску більшим від необхідного (наприклад, робочий тиск системи $8 \cdot 10^5$ Па (8 бар), найближчий більший рівень робочого тиску – $10 \cdot 10^5$ Па (10 бар), отже застосовувані запірно-регулювальна арматура та обладнання повинні мати робочий тиск $16 \cdot 10^5$ Па (16 бар)), якщо насоси тепломережі не мають автоматичного регулювання обертів;

М.11 Втрати тиску на регулювальних клапанах не повинні перевищувати $3 \cdot 10^5$ Па (3 бар). Не допускається дроселювання тиску неавтоматичними пристроями – шайбами/діафрагмами та ручними вентилями, заслінками й іншою ручною запірно-регулювальною арматурою. Зниження тиску повинно бути виконане автоматичними регуляторами тиску, за необхідності – послідовно установленими;

М.12 Зворотні клапани слід застосовувати підпружиненими. Не допускається розташування зворотних клапанів, окрім убудованих у насоси, за насосами та відводами без прямих ділянок трубопроводу, що стабілізують потік;

М.13 Трубопроводи вводу теплової мережі повинні мати нерухомі опори на відстані не менше ніж 2 м від зовнішньої стіни будівлі. Не допускається закріплення трубопроводів та обладнання до стелі. Під опорами трубопроводів та обладнанням при їх кріпленні до будівельних конструкцій повинні бути віброізоляційні прокладки;

М.14 Не допускається жорстке закладання трубопроводів у огорожувальні конструкції будівлі. Отвори для пропуску трубопроводів повинні забезпечувати зазор між поверхнею теплоізоляції трубопроводу та будівельною конструкцією. Заповнення зазорів слід передбачати еластичним повітрогазонепроникним матеріалом;

М.15 Рекомендується застосовувати автоматичне перекриття всіх трубопроводів на вході та виході з ІТП при аварійній розгерметизації трубопроводних систем;

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		65

М.16 Рекомендується передбачати автоматичну подачу сигналу на диспетчерський пункт при аварійній розгерметизації трубопровідної системи в ІТП;

М.17 Слід забезпечувати автоматичний відвід води з ІТП при аварійній розгерметизації трубопровідної системи в ІТП;

М.18 Слід забезпечувати автоматичне аварійне механічне видалення повітря з приміщення ІТП кратністю 10 год-1;

М.19 Трубопроводи, запірно-регулювальна, за винятком запобіжної, арматура, окрім їх приводів та маховиків, насоси, окрім двигунів, та інше обладнання повинні бути теплоізованими з урахуванням вимог виробника обладнання.

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ	Арк.
						66
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Прядко М.О., Павелко В.І., Рябчук О.М. Проектування системи теплопостачання житлово-промислового району міста. Мет. вказ. до виконання кваліфікаційного проекту “Система теплопостачання житлово-промислового району міста” рівня підготовки бакалавра, напряму 6.050601 “Теплоенергетика” для студентів денної та заочної форм навчання. Частина 1. . – К.: НУХТ, 2011. – 57 с.
2. Бузников Е.Ф. и др.. Производственные и отопительные котельные.– М.:– Энергоатомиздат.– 1984.– 248 с.
3. Роддатис К.Ф., Соколовский Я.Б. – Справочник по котельным установкам малой производительности. М.: Энергия. – 1979. – 368 с.
4. Філоненко В.М., Масліков М.М. Джерела енергопостання промислових підприємств. – Мет. Вказ. до вивчення дисципліни для студентів спеціальності “Промислова теплоенергетики” ден. та заочн. форм навчання. – К.: НУХТ. – 2002.– 34с.
5. Торчинский Я.М. Нормирование расхода газа для отопительных котельных. – Л.: Недра. – 1991. – 163 с.
6. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов ДНАОПО.00-1.08-94. –Х.: Форт, 2000. – 184 с.
7. СНиП II-35-76. Котельные установки / ЦИТП Госстроя СССР.- М.,1977. – 47 с.
8. Лившиц О. В. Справочник по водоподготовке котельных установок.— М. : Энергия, 1976. – 287 с.
9. Шилов Е.Й., Гойко А.Ф., Измайлова Е.В. Складання кошторисної документації за допомогою укрупнених показників: Навч. посібник. –К.:КНУБА, 2001. – 127 с.
10. ДБН В.2.2-15:2005 «Житлові будинки, ...».
11. ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі».
12. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, ...».

					00БП144.ОПТЕ008.009.ПЗ			
Змін.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №3 в м. Херсон</i> Список використаної літератури	Літера	Аркушів	Аркуш
Розробив	Леонов Д.Ю.							67
Перевірив	Бойко В.О.					ЗТЕ-5-10ск кафедра ТЕХТ НУХТ		
Рецензув.								
Затвердив	Петренко В.П.							