

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 № 2 в місті Суми _____

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

_____ Гамоля Сергій Володимирович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ доц. Самійленко Сергій Миколайович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Рецензент _____ проф Недбайло Олександр Миколайович _____
(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

В.о. завідувача кафедри

Петренко В.П.

“09” листопада 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Гамолі Сергія Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

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

та керівник роботи к.т.н., доц. Самійленко Сергій Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 09.11.2020 року № 934-к

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2021 року

3. Вихідні дані до роботи технологічне навантаження 12,0 МВт; температура
теплоносія 95°C; розрахункова температура -24°C; температура зовнішнього
повітря -2,5°C; температура для системи вентиляції -11°C; тривалість роботи
промислового підприємства – 7000 год; тривалість опалювального періоду – 195
діб; температури мережної води τ_{01}/τ_{02} : 140°C/70°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 на тему «Опис основних характеристик планованої діяльності
та екологічні аспекти проекту»

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.

4. План на відмітці 0-0

АНОТАЦІЯ

Бакалаврський проєкт містить розрахунки теплових навантажень в системі теплопостачання житлового району що складається з 27 будинків. Розраховані графіки теплових залежностей навантажень опалення, вентиляції та гарячого водопостачання району від значень температури атмосферного повітря, а також графіки залежності температур і витрати мережної води від температури атмосферного повітря, графік річної сумарної витрати теплоти.

Обґрунтована та сформульована низка технічних рішень щодо розроблення проєкту котельні, виконаний розрахунок теплової схеми котельні з техніко – економічними показниками ефективності її експлуатації, здійснений вибір енергетичного устаткування котельні, викреслена розгорнута схема котельні, план та повздовжній розріз.

Наведені нормативи з охорони праці.

Розрахунково – пояснювальна записка містить:

94 сторінки тексту, 53 таблиці, 5 рисунків.

Графічна частина виконана на 4 листах формату А1.

При дотриманні всіх розрахунків, дана тепла система зможе повністю задовольнити потреби населення даного району у опаленні та гарячому водопостачанні, та підприємства.

Ключові слова: розрахунок теплових параметрів, водогрійна котельня, енергетичне обладнання, система теплопостачання, графік теплового навантаження.

Розробив					00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.					2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ANNOTATION

The bachelor's project contains calculations of heat loads in the heating system of a residential area consisting of 27 houses. Graphs of thermal dependences of heating, ventilation and hot water supply loads of the district on the values of atmospheric air temperature, as well as graphs of temperature and network water consumption on atmospheric air temperature, graph of annual total heat consumption are calculated.

A number of technical solutions for the development of the boiler house project have been substantiated and formulated, the boiler house thermal scheme has been calculated with technical and economic indicators of its operation efficiency, the boiler house power equipment has been selected, the detailed boiler house scheme, plan and longitudinal section have been crossed out.

The standards for labor protection are given.

Settlement - explanatory note contains:

94 pages of text, 53 tables, 5 figures.

The graphic part is made on 4 sheets of A1 format.

With all the calculations, this heating system will be able to fully meet the needs of the population of this area in heating and hot water supply, and businesses.

Key words: design of thermal parameters, water-heating boiler room, energy supply, heat supply system, graph of thermal supply.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Анотація	
Вступ	.5
1. Розрахунок теплових навантажень житлово-промислового району міста	.6
1.1. Вихідні дані до проекту	.6
1.2. Визначення теплових навантажень в системі теплопостачання житлового району	.7
1.3. Розрахунок витрати та температури мережної води в прямій та зворотній магістралях	.10
1.4. Визначення розрахункових витрат теплоносія.	.22
1.5. Вихідні дані до частини 2 проекту.	.24
2. Розрахунок теплової схеми котельні	.25
2.1. Формування вихідних даних для теплового розрахунку котельні з водогрійними котлами	.25
2.2. Формування принципової схеми водогрійної котельні	.29
2.3. Розрахунку теплової схеми котельні з водогрійними котлами	.29
2.4. Вибір обладнання котельні	.45
2.5. Визначення енергетичних показників роботи водогрійної котельні	.57
3. Охорона праці	.62
4. Опис основних характеристик планованої діяльності та екологічні аспекти проекту	.73
4.1. Опис основних характеристик планованої діяльності	.78
4.2. Утворення, накопичення і утилізація відходів	.86
Література	.94
Специфікація обладнання	.95

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

ВСТУП

Метою бакалаврського дипломного проекту є розроблення структури водогрійної котельні для забезпечення потреб опалення, вентиляції та гарячого водопостачання житлового району №2 міста Суми та технологічного навантаження підприємства.

Актуальність роботи обумовлена нагальною необхідністю модернізації застарілого теплоенергетичного обладнання у сфері житлово-комунального господарства.

В результаті виконання даного проекту є розроблення парової котельні, що зможе забезпечити житловий район теплотою для опалення та гарячого водопостачання.

Для реалізації проекту виконані такі завдання:

- розраховані значення теплових навантажень в системі теплопостачання житлового району;
- знайдені значення температури та витрати мережної води в прямій і зворотній магістралях;
- розраховані параметри теплової схеми котельні з паровими котлами;
- визначена собівартість теплоти, що відпущена від котельні;
- нормовані параметри мікроклімату та чистоти повітря виробничого середовища, описаний їх негативний вплив на життєдіяльність людини, запропоновані методи колективного та індивідуального захисту від них;
- обґрунтовані техніко-економічні показники проектування котельні;
- виконані монтажні креслення об'єктів котельні.

					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Гамоля С.В.</i>			<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №2 в місті Суми</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив</i>		<i>Самійленко С.М.</i>					5	94
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ЗТЕ-5-10ск</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>						

1. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЖИТЛОВО-ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ МІСТА

1.1. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРОЕКТУ

1. Географічний пункт розміщення житлово-промислового району – м. Суми.
2. Генплан мікрорайону з розміщенням джерела теплоти – варіант № 2 (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 12,0 МВт (теплоносій гаряча вода з $t_2'' = 95\text{ }^\circ\text{C}$).
4. Розрахункова (мінімальна зимова) температура для проектування системи опалення – $-24\text{ }^\circ\text{C}$.
5. Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період – $-2,5\text{ }^\circ\text{C}$.
6. Розрахункова температура для проектування системи вентиляції – $-11\text{ }^\circ\text{C}$.
7. Температура початку опалювального періоду, $t = +8\text{ }^\circ\text{C}$.
8. Температура точки “зламу”, $t_{з.з.}$ (розраховується після побудови графіка зміни температури та 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:
 - максимального зимового;
 - точки “зламу” температурного графіка опалення;
 - літнього.
10. Тривалість роботи промислового підприємства – 7 000 год.
11. Тривалість опалювального періоду – 195 діб.
12. Тривалість періоду стояння температур зовнішнього періоду, діб.

Таблиця 1.1.

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	0,5	2,0	7,6	16,4	31,1	50,5	54,7	54,2
Нижче даної	0,5	2,5	10,1	26,5	57,6	108,1	162,8	195,0

					00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ													
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №2 в місті Суми						Літ.	Арк.	Аркушів					
Розробив	Гамоля С.В.																	
Перевірів	Самійленко С.М.																	
Реценз.																		
Н. Контр.																		
Затверд.	Петренко В.П.																	
												НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ЗТЕ-5-10ск						

13. Розрахункові температури мережної води $\tau'_{o1} / \tau'_{o2} : 140 / 70 \text{ }^\circ\text{C}$.
 14. Система теплопостачання – закрита.
 15. Метод регулювання теплових навантажень по сумарному навантаженню опалення та гарячого водопостачання.
 16. Схема підключення підігрівників гарячого водопостачання до системи опалення – двоступенева змішана

1.2. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ В СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО РАЙОНУ

1.2.1. Викреслюється план району у відповідності із завданням у масштабі 1:6000 (згідно з додатком 3).

1.2.2. Нумеруються на плані квартали району теплопостачання.

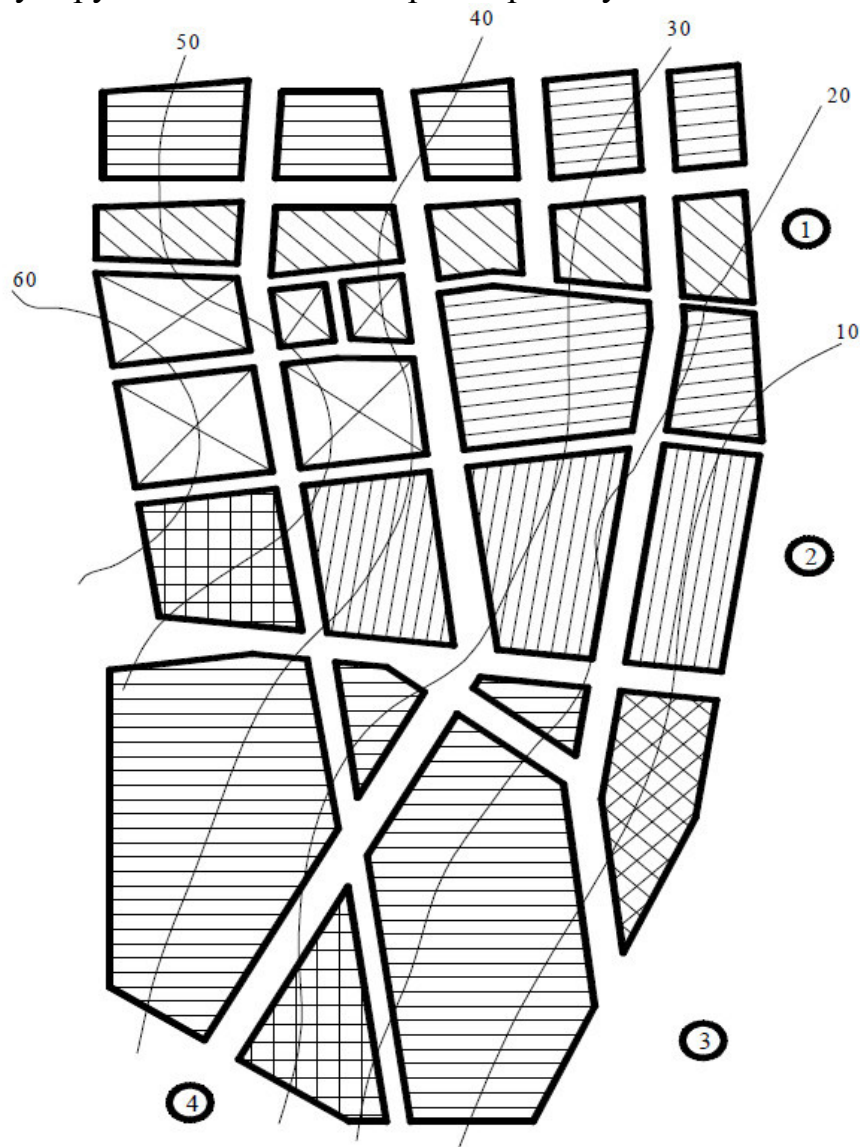


Рис. 1.1. План району з трасою теплових мереж

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2.3. Визначається загальна площа житлових споруд району за формулою:

$$F_{\text{ж}} = F_i \cdot f_i = 0,51 \cdot 6\,500 = 3\,335 \text{ м}^2$$

де f_i – щільність забудови житлового фонду, $\frac{\text{м}^2}{\text{га}}$, приймається в залежності від поверховості.

1.2.4. Визначається теплове максимальне навантаження на систему опалення житлових і громадських будівель за формулою:

$$Q_{0\text{max}}' = q_0 F_{\text{ж}} (1 + K_{\text{гр}}) \cdot 10^{-6} = 80,2 \cdot 3\,335 \cdot (1 + 0,25) \cdot 10^{-6} = 0,3 \text{ МВт}$$

де q_0 – укрупнений показник максимального теплового потоку на

опалення 1 м^2 загальної площі житлових споруд, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$; $K_{\text{гр}}$ – коефіцієнт, що

враховує тепловий потік на опалення громадських споруд, $K_{\text{гр}} = 0,25$.

1.2.5. Визначається максимальне теплове навантаження системи вентиляції громадських споруд за формулою:

$$Q_{\text{вmax}}' = K_{\text{гр}} K_{\text{в}} q_0 F_{\text{ж}} \cdot 10^{-6} = 0,25 \cdot 0,6 \cdot 80,2 \cdot 3\,335 \cdot 10^{-6} = 0,04 \text{ МВт}$$

де $K_{\text{в}}$ – коефіцієнт, що враховує тепловий потік на вентиляцію

громадських споруд; $K_{\text{в}} = 0,4$ – для споруд, що збудовані раніше 1985 року, $K_{\text{в}} = 0,6$ – для споруд, що збудовані пізніше 1985 року.

2.6. Визначається кількість мешканців, що проживають у районі:

$$m = \frac{F_{\text{ж}}}{f_3} = \frac{3335}{25} = 133$$

де f_3 – норматив загальної площі на одного мешканця

$$f_3 = 18 \dots 25 \frac{\text{м}^2}{\text{люд}}.$$

1.2.7. Визначається значення середнього теплового навантаження на гаряче водопостачання житлових і громадських об'єктів

$$Q_{\text{ГВП}}' = q_{\text{г}} m \cdot 10^{-6} = 188,2 \cdot 133 \cdot 10^{-6} = 0,03 \text{ МВт}$$

де $q_{\text{г}}$ – укрупнений показник середнього теплового потоку на гаряче

водопостачання на одного мешканця, Вт/люд. ; m – кількість мешканців.

1.2.8. Зводяться результати розрахунку з кожного кварталу до таблиці 1.2.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2.

Результати розрахунку теплових навантажень

Номер кварталу	Площа кварталу, га	Густина (щільність) житлового фонду, $\frac{M^2}{га}$	Житлова площа кварталу, M^2	Кількість мешканців, люд.	Теплові потоки, МВт			
					Опалення $Q'_{o \max}$	Вентиляція $Q'_{в \max}$	ГВП $Q'_{ГВП}$	Всього: 6+7+8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,51	6 500	3 335	133	0,3	0,04	0,03	0,40
2	0,40	6 500	2 580	103	0,3	0,03	0,02	0,31
3	0,34	6 500	2 223	89	0,2	0,03	0,01	0,26
4	0,36	6 500	2 340	94	0,2	0,03	0,01	0,27
5	0,28	6 500	1 843	74	0,2	0,02	0,01	0,22
6	0,30	5 900	1 752	70	0,2	0,03	0,01	0,25
7	0,30	5 900	1 784	71	0,2	0,03	0,01	0,25
8	0,22	5 900	1 322	53	0,2	0,02	0,01	0,18
9	0,28	5 900	1 665	67	0,2	0,02	0,01	0,23
10	0,26	5 900	1 561	62	0,2	0,02	0,01	0,22
11	0,44	8 500	3 749	150	0,4	0,05	0,03	0,45
12	0,13	8 500	1 102	44	0,1	0,01	0,01	0,13
13	0,14	8 500	1 148	46	0,1	0,01	0,01	0,14
14	0,59	8 500	5 049	202	0,5	0,06	0,05	0,61
15	0,52	8 500	4 422	177	0,4	0,05	0,03	0,53
16	1,11	6 500	7 236	289	0,7	0,09	0,03	0,85
17	0,38	6 500	2 491	100	0,2	0,03	0,01	0,29
18	0,70	6 400	4 510	180	0,5	0,05	0,03	0,54
19	0,82	6 100	4 996	200	0,5	0,06	0,03	0,59
20	1,01	6 100	6 185	247	0,6	0,07	0,03	0,50
21	0,83	6 100	5 051	202	0,5	0,06	0,01	0,72
22	2,73	6 000	16 385	655	1,6	0,20	0,10	0,57
23	0,25	6 000	1 482	59	0,1	0,02	0,01	1,94
24	0,19	6 000	1 150	46	0,1	0,01	0,01	0,17
25	0,51	7 100	3 604	144	0,4	0,04	0,01	0,13
26	0,69	6 800	4 717	189	0,5	0,06	0,02	0,41
27	2,66	6 000	15 981	639	1,6	0,19	0,05	0,55
Всього:	16,98	180 100	109 661	4 386	11,16	1,34	0,56	13,06

1.2.9. Визначається максимальне теплове навантаження на гаряче водопостачання житлових і громадських об'єктів

$$Q'_{ГВП \max} = 2,4 Q'_{ГВП} = 2,4 \cdot 0,56 = 1,35 \text{ МВт}$$

1.2.10. Визначається середнє теплове навантаження на гаряче водопостачання для теплого періоду року

$$Q'_{ГВП \text{ср}} = Q'_{ГВП} \frac{55 - t_{x.в.л}}{55 - t_{x.в.з}} \beta = 0,56 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 0,36 \text{ МВт}$$

де $t_{x.в.л}$ – значення температури холодної водопровідної води для теплого періоду,

$t_{x.в.л} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_{x.в.з}$ – значення температури холодної водопровідної води для холодного періоду року, $t_{x.в.з} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$; β – коефіцієнт, що враховує зміну витрати мережної води на гаряче водопостачання в неопалювальний період по відношенню до опалювального.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2.11. Визначається максимальне теплове навантаження на гаряче водопостачання для теплового періоду

$$Q_{ГВП \max.l}^{сер} = Q'_{ГВП \max} \frac{55 - t_{x.6.1}}{55 - t_{x.6.3}} \beta = 0,56 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 0,86 \text{ МВт}$$

1.2.12. Знаходиться теплові навантаження на опалення Q_o та вентиляцію Q_v для п'яти відповідних значень температур зовнішнього повітря $t_{3.0}$, t_3 , $t_3^{сер.опал}$, $t_{3.3}$, $t_{зпк}$

$$Q_o = Q'_{o \max} Q_o = Q'_{o \max} \frac{t_{в.р} - t_3}{t_{в.р} - t_{3.0}} = 11,16 \cdot \frac{+18 - (-24)}{+18 - (-24)} = 11,16 \cdot 1 = 11,16 \text{ МВт}$$

$$Q_v = Q'_{v \max} Q_v = Q'_{v \max} \frac{t_{в.р} - t_3}{t_{в.р} - t_{3.0}} = 1,34 \cdot \frac{+18 - (-24)}{+18 - (-24)} = 1,34 \cdot 1 = 1,34 \text{ МВт}$$

де $t_{в.р}$ – значення температури повітря в середині приміщення, $+18 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_{3.0}$ – значення температури зовнішнього повітря для опалення, $^\circ\text{C}$.

1.2.13. Знаходиться теплові навантаження системи гарячого водопостачання (середнє і максимальне) протягом опалювального періоду, незалежні від температури зовнішнього повітря (рис. 1.2).

1.2.14. Зводяться результати визначення теплових навантажень для п'яти відповідних значень температур до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3.

Максимальні і середні теплові навантаження, що залежать від температури зовнішнього повітря

№ п / п	Позначення	Одиниця вимірюва ння	Тепловий потік при t_3					літо
			$t_{3.0}$ -24 $^\circ\text{C}$	t_3 -11 $^\circ\text{C}$	$t_3^{сер. опал}$ -2,5 $^\circ\text{C}$	$t_{3.3}$ +3,4 $^\circ\text{C}$	$t_{зпк}$ +8 $^\circ\text{C}$	
1	\bar{Q}_o		1	0,69	0,49	0,35	0,24	–
2	Q_o	МВт	11,16	7,70	5,45	3,88	2,66	–
3	Q_v	МВт	1,34	0,92	0,65	0,47	0,32	–
4	$Q'_{ГВП}$	МВт	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,36
5	$Q'_{ГВП \max}$	МВт	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	0,86
6	Всього: 2+3+4	МВт	13,06	9,19	6,66	4,90	3,54	0,36
7	Всього: 2+3+5	МВт	13,84	9,97	7,45	5,69	4,32	0,86

1.2.15. Визначається річна витрата теплоти:

- на опалення

$$Q_o^{річн} = Q'_{o \max} n_0 \cdot \frac{t_{в.р} - t_3^{сер.опал}}{t_{в.р} - t_{3.0}} \cdot 3,6 = 11,16 \cdot 195 \cdot 24 \cdot \frac{+18 - (-2,5)}{+18 - (-24)} \cdot 3,6 = 91750,65$$

$\frac{\text{ГДж}}{\text{рік}}$

- на вентиляцію

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.				10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

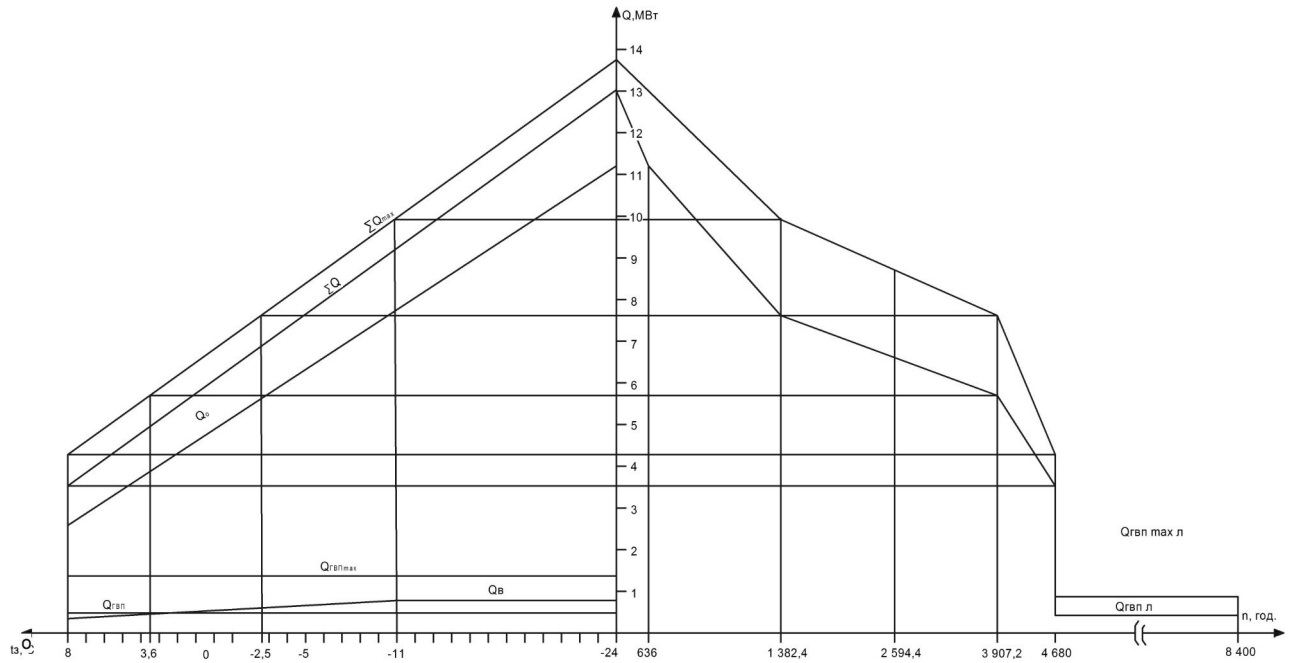


Рис. 1.2. Графік зміни теплових навантажень опалення, вентиляції та ГВП протягом опалювального періоду та року

$$Q_6^{річн} = Q_6' n_0 \cdot \frac{z}{24} \cdot \frac{t_{в.р} - t_3^{сеп.опал}}{t_{в.р} - t_{з.о}} \cdot 3,6 = 1,34 \cdot 195 \cdot 24 \cdot \frac{16}{24} \cdot \frac{+18 - (-2,5)}{+18 - (-24)} \cdot 3,6 = 7340,05$$

$\frac{ГДж}{рік}$

- на гаряче водопостачання

$$Q_{ГВП}^{річн} = (Q'_{ГВП} n_0 + Q^{сеп}_{ГВП.л} (n - n_0)) \cdot 3,6 = (0,56 \cdot 195 \cdot 24 + 0,36 \cdot (8\,400 - 195 \cdot 24)) \cdot 3,6 = 7\,432,76 \frac{ГДж}{рік}$$

де n_0 – тривалість опалювального періоду, діб; n – тривалість роботи системи гарячого водопостачання (ГВП) протягом року, $n = 8\,400$ год.; z – тривалість роботи вентиляційної системи протягом доби, $z = 16 \frac{год}{доби}$; $t_3^{сеп.опал}$ – середня температура зовнішнього повітря протягом опалювального періоду, °С.

1.2.16. Визначається сумарна річна витрата теплоти на опалення, вентиляцію та ГВП

$$\sum Q^{річн} = Q_o^{річн} + Q_v^{річн} + Q_{ГВП}^{річн} = 91\,750,65 + 7\,340,05 + 7\,432,76 = 106\,523,47 \frac{ГДж}{рік}$$

$$\sum Q^{річн} = 29\,589,85 \frac{МВт}{рік}$$

1.2.17. Будується графік зміни теплових навантажень на опалення, на ГВП та на вентиляцію, що залежить значень від температури зовнішнього повітря та графік зміни теплових навантажень протягом року (рис. 1.3).

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.				11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

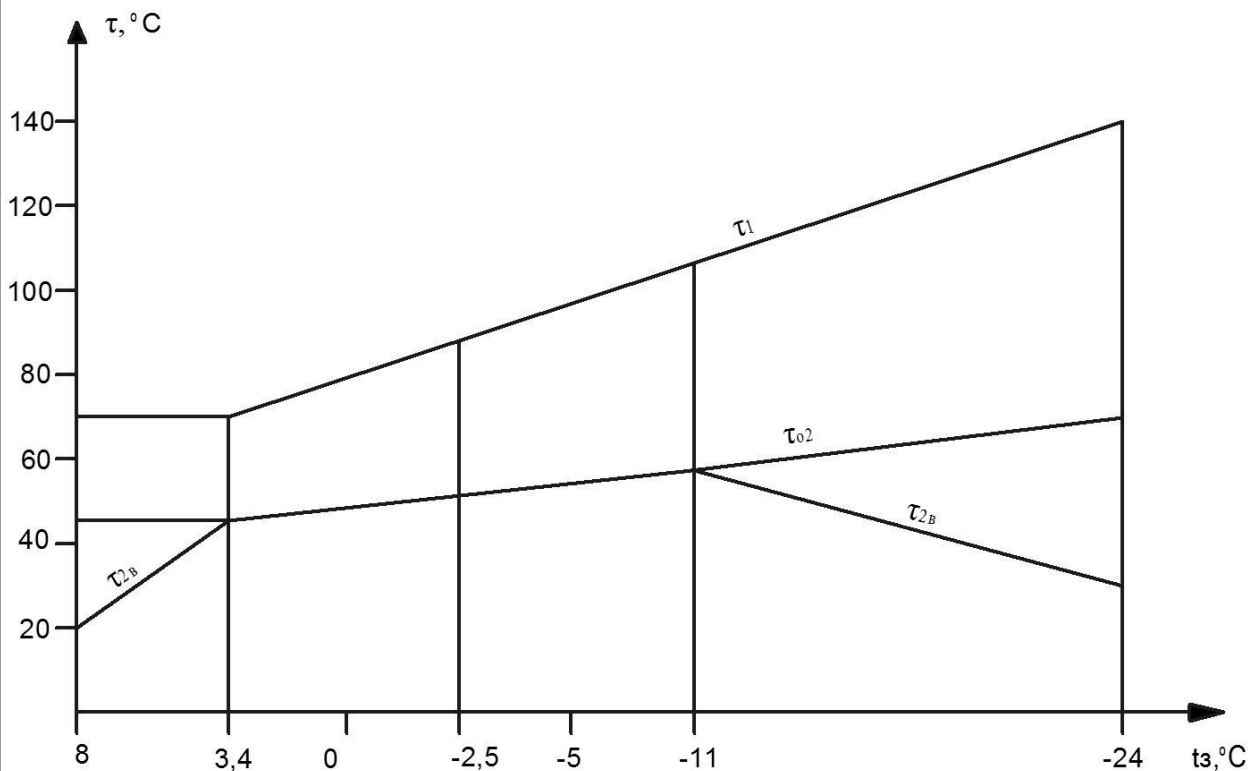


Рис. 1.3. Графік залежності витрати мережної води на вентиляцію і температури мережної води після калориферів від температури зовнішнього повітря

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

1.3.1. Розрахунок витрат та температур мережної води на опалення

1.3.1.1. Визначається температура мережної води для п'яти відповідних температур зовнішнього повітря $t_{3,0}$, t_3 , $t_3^{\text{сеп. опал}}$, $t_{3,3}$, $t_{3\text{пк}}$:

- в подавальному трубопроводі

$$\tau_{o1} = t_{e.p} + \Delta t'_o \bar{Q}_o^{0,8} + \bar{Q}_o (\delta \tau'_o - 0,5\theta') = 18 + \left(\frac{95 + 70}{2} - 18 \right) \cdot \left(\frac{+18 - (-24)}{+18 - (-24)} \right)^{0,8} + \frac{+18 - (-24)}{+18 - (-24)} \cdot (70 - 0,5 \cdot 25) = 140 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- після змішувального вузла

$$\tau_{o3} = t_{e.p} + \Delta t'_o \bar{Q}_o^{0,8} + 0,5 \bar{Q}_o = 18 + 64,5 \cdot \left(\frac{+18 - (-24)}{+18 - (-24)} \right)^{0,8} + 0,5 \cdot 25 \cdot \frac{+18 - (-24)}{+18 - (-24)} = 95 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- після опалювальних приладів

$$\tau_{o2} = t_{e.p} + \Delta t'_o \bar{Q}_o^{0,8} + 0,5 \bar{Q}_o = 18 + 64,5 \cdot \left(\frac{+18 - (-24)}{+18 - (-24)} \right)^{0,8} - 0,5 \cdot 25 \cdot \frac{+18 - (-24)}{+18 - (-24)} = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t'_o = \tau'_{np} - t_{в.р} = 82,50 - 18 = 64,50 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \tau'_{np} = \frac{\tau'_{o3} + \tau'_{o2}}{2} = \frac{95 + 70}{2} = 82,50 \text{ } ^\circ\text{C};$$

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

$$\text{де } \Delta t_o' = \tau'_{np} - t_{в.п} = 82,50 - 18 = 64,50 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad \tau'_{np} = \frac{\tau'_{o3} + \tau'_{o2}}{2} = \frac{95 + 70}{2} = 82,50 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\bar{Q}_o = \frac{t_{в.п} - t_3}{t_{в.п} - t_{3.o}} = \frac{+18 - (-24)}{+18 - (-24)} = 1; \quad \delta\tau'_{o} = \tau'_{o1} - \tau'_{o2} = 140 - 70 = 70 \text{ } ^\circ\text{C};$$

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

τ'_{o3} – розрахункова температура мережної води перед системою опалення (на вході до опалювальних приладів), значення в межах 95...105 °С.

1.3.1.2. Визначається витрата мережної води на опалення у першому діапазоні ($t_{зпк} \dots t_{3.3}$),

$$G_o = \frac{Q_o \cdot 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{o2})} = \frac{2,66 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 41,4)} = 22,15 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.3.1.3. Визначається витрата мережної води на опалення у другому діапазоні ($t_{3.3} \dots t_{3.o}$). Її значення є постійним і дорівнює розрахунковому

$$G'_{o\text{max}} = \frac{Q'_{o\text{max}} \cdot 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{o2})} = \frac{11,16 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 70)} = 38,07 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.3.1.4. Зводяться результати розрахунків температур і витрат в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4.

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

Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при				
		$t_{3.o}$ -24 °С	t_3 -11 °С	$t_3^{\text{сер. опал}}$ -2,5 °С	$t_{3.3}$ +3,4 °С	$t_{зпк}$ +8 °С
τ_{o1}	°С	140	105,7	84,4	70	70
τ_{o2}	°С	70	57,3	48,2	41,4	41,4
τ_{o3}	°С	95	74,6	60,4	50	50
G_o	$\frac{\text{кг}}{\text{с}}$	38,07	38,07	38,07	38,07	22,15

1.3.1.5. Будується графік зміни температури і витрати мережної води на опалення, що залежить від значення температури зовнішнього повітря (рис. 1.4).

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

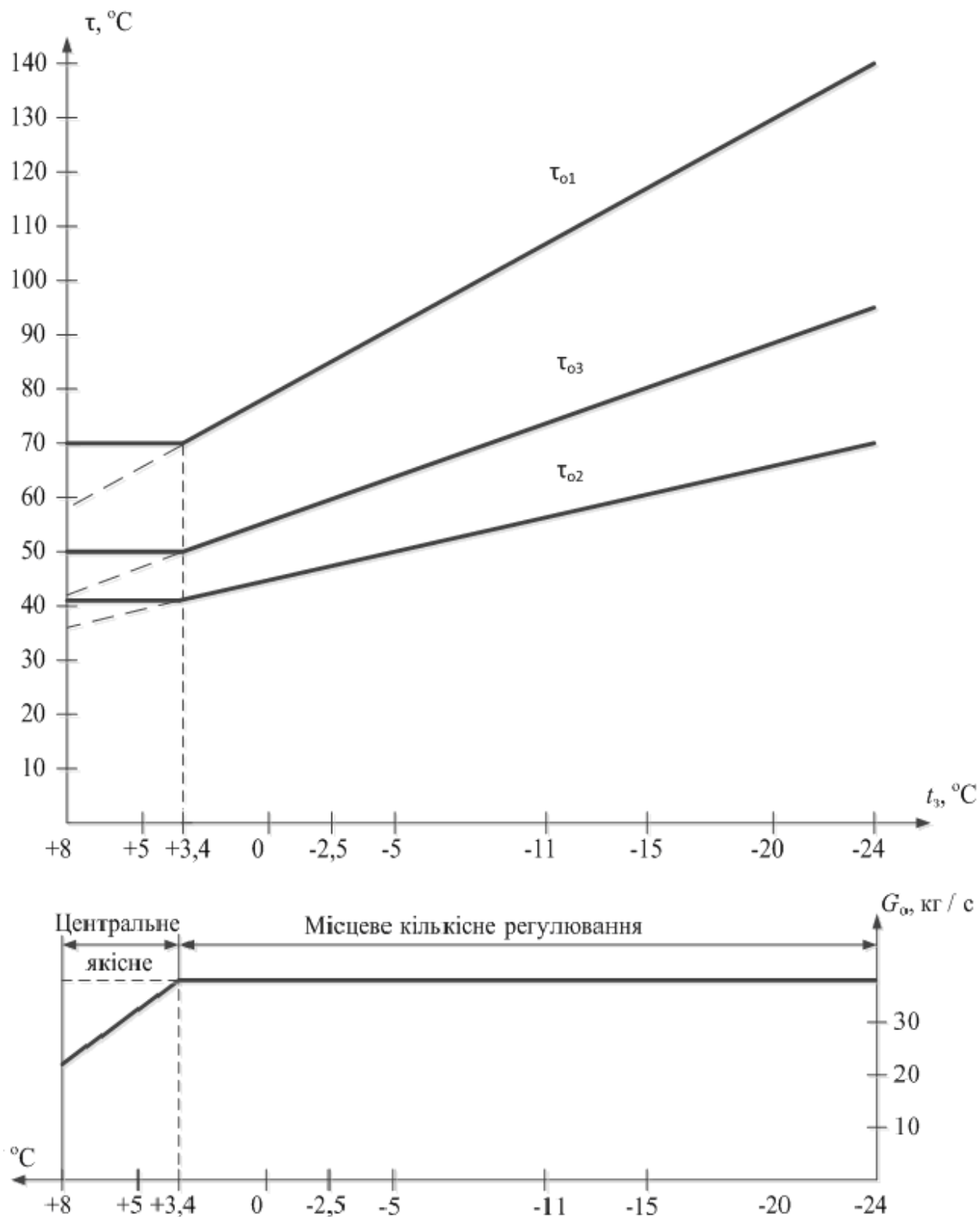


Рис. 1.4. Графіки зміни температури і витрати мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря

1.3.2. Розрахунок витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1.3.2.1. Визначається витрата мережної води на гаряче водопостачання

$$G_{ГВП \max} = \frac{Q_{ГВП \max} \cdot 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} \cdot \frac{t_2 - t_n}{t_2 - t_{x.3}} = \frac{1,35 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 41,4)} \cdot \frac{60 - (41,4 - 5)}{60 - 5} = 4,83 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.3.2.2. Визначається температура мережної води після підігрівника 1-го ступеню

$$\tau_2 = \tau_{o2} - Q_{ГВП} \cdot \frac{t_n - t_{x.3}}{t_2 - t_{x.3}} \cdot \frac{1}{c(G_{o \max} + G_{ГВП})} =$$

$$= 41,4 - 1,35 \cdot 10^3 \cdot \frac{(41,4 - 5) - 5}{60 - 5} \cdot \frac{1}{4,19 \cdot (38,07 + 4,83)} = 37,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

де $t_{п}$ – значення температури водопровідної води після підігрівника ГВП 1-го ступеня, $^\circ\text{C}$,

$$t_{п} = \tau_{o2}''' - (5 \dots 10 \text{ } ^\circ\text{C}).$$

1.3.2.3. Визначається витрата теплоносія та температури мережної води при $t_3 \neq \tau_{o3}'''$.

Розрахунок здійснюється за два етапи: попередній і кінцевий.

Попередній розрахунок ($t_3 = -2,5 \text{ } ^\circ\text{C}$):

1.3.2.4. Знаходяться температурні напори для 1-го і 2-го ступенів підігрівників при розрахунковому режимі ($t_3 = \tau_{o3}'''$)

$$\Delta t_I = \frac{\Delta t_{oI} - \Delta t_{mI}}{\ln \frac{\Delta t_{oI}}{\Delta t_{mI}}} = \frac{(\tau_2 - t_{x.3}) - (\tau_{o2}''' - t_n)}{\ln \frac{\tau_2 - t_{x.3}}{\tau_{o2}''' - t_n}} = \frac{(37,1 - 5) - (41,4 - 36,4)}{\ln \frac{37,1 - 5}{41,4 - 36,4}} = 14,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{II} = \frac{\Delta t_{oII} - \Delta t_{mII}}{\ln \frac{\Delta t_{oII}}{\Delta t_{mII}}} = \frac{(\tau_{o1}''' - t_2) - (\tau_{2e} - t_n)}{\ln \frac{\tau_{o1}''' - t_2}{\tau_{2e} - t_n}} = \frac{(70 - 60) - (41,4 - 36,4)}{\ln \frac{70 - 60}{41,4 - 36,4}} = 7,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.3.2.5. Визначається значення витрати водопровідної води для ГВП

$$g_{z.н} = \frac{Q_{ГВП \max} \cdot 10^3}{c(t_n - t_{x.3})} = \frac{1,35 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (60 - 5)} = 5,85 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.3.2.6. Визначається теплопродуктивність підігрівників 1-го і 2-го ступенів

$$Q_I = c g_{г.м} (t_{п} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 5,85 \cdot (41,4 - 5) = 0,77 \text{ МВт}$$

$$Q_{II} = c g_{г.м} (t_{г} - t_{п}) = 4,19 \cdot 5,85 \cdot (60 - 41,4) = 0,58 \text{ МВт}$$

Необхідне виконання умови $Q_I + Q_{II} = Q_{ГВП \max}$.

1.3.2.7. Визначається значення витрати мережної води, що проходить крізь підігрівники 1-го і 2-го ступенів

$$G_I = G_{II} + G_{o \max}^I = 9,48 + 38,07 = 47,55 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$G_{II} = \frac{0,55 \cdot Q_{ГВП \max} \cdot 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} = \frac{0,55 \cdot 1,35 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 41,4)} = 9,48 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.3.2.8. Знаходяться параметри підігрівників 1-го та 2-го ступенів

$$\Phi_I = \frac{Q_I \cdot 10^3}{\Delta t_I c \sqrt{G_{mI} G_{oI}}} = \frac{0,77 \cdot 10^3}{14,6 \cdot 4,19 \cdot \sqrt{5,85 \cdot 47,55}} = 0,75$$

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.				15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

$$\Phi_{II} = \frac{Q_{II} \cdot 10^3}{\Delta t_{II} c \sqrt{G_{mII} G_{oII}}} = \frac{0,58 \cdot 10^3}{7,2 \cdot 4,19 \cdot \sqrt{5,85 \cdot 9,48}} = 2,57$$

1.3.2.9. Визначається теплопродуктивність 1-го ступеню, при нехтуванні витратою мережної води через 1 ступінь G_I та із витратою нагрівної води через нього рівною $G'_{o \max}$, температуру нагрівної води на вході до підігрівника 1-го ступеню, що дорівнює $\tau_{cm} = \tau_{o2}$

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{mI} (\tau_{cm} - t_{x,3}) = 4,19 \cdot 0,82 \cdot 5,85 \cdot (48,2 - 5) = 0,87 \text{ МВт}$$

де ε_I визначається за формулою:

$$\varepsilon_I = \left(0,35 \frac{G_{mI}}{G_{oI}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \cdot \sqrt{\left[\frac{G_{mI}}{G_{oI}} \right]} \right)^{-1} = \left(0,35 \cdot \frac{5,85}{38,07} + 0,65 + \frac{1}{0,75} \cdot \sqrt{\left[\frac{5,85}{38,07} \right]} \right)^{-1} = 0,82$$

1.3.2.10. Визначається температура водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню

$$t_n = t_{x,3} + \frac{Q_I \cdot 10^3}{c g_{z_m}} = 5 + \frac{0,87 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 5,85} = 40,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.3.2.11. Визначається теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню

$$Q_{II} = Q_{\Gamma\text{ВП max}} - Q_I = 1,35 - 0,87 = 0,48 \text{ МВт}$$

1.3.2.12. Визначається витрата мережної води через підігрівник 2-го ступеню

$$G_{II} = \frac{Q_{II} \cdot 10^3}{c (\tau_{o1} - \tau_{2z})} = \frac{0,48 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (84,4 - 40,4)} = 2,73 \frac{\text{к}^2}{\text{с}}$$

В попередніх розрахунках нехтується величина недогрівання підігрівника 2-го ступеню, тобто приймається $\tau_{2r} = t_n$

3.2.13. Визначається витрата мережної води через підігрівник 1-го ступеню

$$G_I = G_{II} + G'_{o \max} = 2,73 + 38,07 = 40,80 \frac{\text{к}^2}{\text{с}}$$

1.3.2.14. Визначається значення температури мережної води на вході до підігрівника 1-го ступеню

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o \max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2z} = \frac{38,07}{40,80} \cdot 41,4 + \frac{2,73}{40,80} \cdot 40,4 = 41,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Кінцевий розрахунок.

1.3.2.15. Визначається теплопродуктивність 1-го ступеню. Значення витрати нагрівної і водопровідної води прийняті, відповідно, G_I і $q_{\Gamma\text{м}}$.

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{mI} (\tau_{cm} - t_{x,3}) = 4,19 \cdot 0,83 \cdot 5,71 \cdot (41,3 - 5) = 0,74 \text{ МВт}$$

$$\varepsilon_I = \left(0,35 \frac{G_{mI}}{G_{oI}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \cdot \sqrt{\left[\frac{G_{mI}}{G_{oI}} \right]} \right)^{-1} = \left(0,35 \cdot \frac{5,85}{40,80} + 0,65 + \frac{1}{0,75} \cdot \sqrt{\left[\frac{5,85}{40,80} \right]} \right)^{-1} = 0,83$$

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.					16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.2.16. Визначається температура водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню

$$t_n = t_{x.з} + \frac{Q_I \cdot 10^3}{c g_{z_m}} = 5 + \frac{0,74 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 5,85} = 35,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.3.2.17. Визначається теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню

$$Q_{II} = Q_{ГВП \text{ max}} - Q_I = 1,35 - 0,74 = 0,61 \text{ МВт}$$

1.3.2.18. Визначається значення витрати мережної води через підігрівник 2-го ступеню

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

$$= \frac{1,7 \cdot 2,57^2 \cdot 5,85}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \cdot 2,57^2 \cdot \left(\frac{(84,4 - 35,2) \cdot 4,19 \cdot 5,85}{0,61 \cdot 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 3,61 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.3.2.19. Визначається значення температури мережної води на виході із підігрівника 2-го ступеню

$$\tau_{2z} = \tau_{01} - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 70 - \frac{0,61 \cdot 10^3}{3,61 \cdot 4,19} = 29,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.3.2.20. Визначається витрата мережної води через підігрівник 1-го ступеню

$$G_I = G_{II} + G'_{o \text{ max}} = 3,61 + 38,07 = 41,68 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.3.2.21. Визначається температура мережної води на вході в підігрівник 1-го ступеню

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o \text{ max}}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2z} = \frac{32,62}{41,68} \cdot 41,4 + \frac{3,61}{41,68} \cdot 29,9 = 40,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.3.2.22. Перевіряється теплова продуктивність 1-го і 2-го ступенів підігрівників. Якщо шукані величини наближено співпадають з даними попереднього розрахунку, тоді розрахунок закінчений. Але в протилежних випадках слід знову провести розрахунок за вищезгаданою методикою.

- Визначається теплопродуктивність 1-го ступеню

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{MI} (\tau_{cm} - t_{x.з}) = 4,19 \cdot 0,84 \cdot 5,85 \cdot (40,4 - 5) = 0,72 \text{ МВт}$$

$$\varepsilon_I = \left(0,35 \frac{G_{MI}}{G_{\delta I}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \cdot \sqrt{\left[\frac{G_{MI}}{G_{\delta I}} \right]} \right)^{-1} = \left(0,35 \cdot \frac{5,85}{41,68} + 0,65 + \frac{1}{0,81} \cdot \sqrt{\left[\frac{5,85}{41,68} \right]} \right)^{-1} = 0,84$$

- Визначається температура водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню

$$t_n = t_{x.з} + \frac{Q_I 10^3}{c g_{z_m}} = 5 + \frac{0,72 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 5,85} = 34,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.				17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

- Визначається теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню

$$Q_{II} = Q_{ГВП \max} - Q_I = 1,35 - 0,72 = 0,63 \text{ МВт}$$

- Визначається витрата мережної води через підігрівник 2-го ступеню

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

$$= \frac{1,7 \cdot 2,57^2 \cdot 5,85}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \cdot 2,57^2 \cdot \left(\frac{(70 - 34,6) \cdot 4,19 \cdot 5,85}{0,63 \cdot 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 5,85 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$G_{II} \geq \frac{Q_{II} 10^3}{(\tau_{01} - t_n) c} \quad (5,85 \geq \frac{0,63 \cdot 10^3}{(70 - 34,6) \cdot 4,19}, 5,85 \geq 4,20).$$

- Визначається температура мережної води на виході з підігрівника 2-го ступеню:

$$\tau_{2z} = \tau_1 - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 70 - \frac{0,63 \cdot 10^3}{5,85 \cdot 4,19} = 44,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначається витрата мережної води через підігрівник 1-го ступеню:

$$G_I = G_{II} + G'_{o \max} = 5,85 + 38,07 = 43,92 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

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

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o \max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2z} = \frac{38,07}{43,92} \cdot 41,4 + \frac{5,85}{43,92} \cdot 44,6 = 41,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначається теплопродуктивність 1-го ступеню:

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{mI} (\tau_{cm} - t_{x,z}) = 4,19 \cdot 0,85 \cdot 5,71 \cdot (41,8 - 5) = 0,76 \text{ МВт}$$

$$\varepsilon_I = \left(0,35 \frac{G_{mI}}{G_{oI}} + 0,65 + \frac{1}{\Phi_I} \cdot \sqrt{\left[\frac{G_{mI}}{G_{oI}} \right]} \right)^{-1} = \left(0,35 \cdot \frac{5,85}{43,92} + 0,65 + \frac{1}{0,75} \cdot \sqrt{\left[\frac{5,85}{43,92} \right]} \right)^{-1} = 0,85$$

- Визначається значення температури водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню:

$$t_n = t_{x,z} + \frac{Q_I 10^3}{c g_{z_M}} = 5 + \frac{0,76 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 5,85} = 36,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначається теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} = Q_{ГВП \max} - Q_I = 1,35 - 0,76 = 0,59 \text{ МВт}$$

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

$$\tau_2 = \tau_{cm} - \frac{Q_I 10^3}{G_I c} = 41,8 - \frac{0,76 \cdot 10^3}{43,92 \cdot 4,19} = 37,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

1.3.2.24. Здійснюється перевірку, за формулою:

$$t_z = \frac{Q_{ГВП} 10^3}{c g_{z_M}} + t_n = \frac{1,35 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 5,85} + 37,6 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$$

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.					18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення значення витрат теплоносія та температури мережної води при інших значеннях t_3 не розраховуються, що приймається із попередніх і вони Знаходяться при $t_3 = t_3^{III}$.

1.3.2.25. Визначається витрата мережної води в літньому режимі:

$$G_{ГВП} = \frac{Q_{ГВП,л}^{сер} \cdot 10^3}{(\tau_{01}'' - 30)c} = \frac{0,36 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4,19} = 2,14 \frac{кг}{с}$$

1.3.2.26. Зводяться результати розрахунків до таблиці 1.5.

Таблиця 1.5.

Розрахунок витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання

Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при					
		$t_{3,0}$ -24 °С	t_3 -11 °С	$t_3^{сер. опал}$ -2,5 °С	$t_{3,3}$ +3,4 °С	$t_{зпк}$ +8 °С	літо
τ_{02}	°С	70	57,3	48,2	41,4	41,4	70
$\tau_{2Г}$	°С	58,1	40,5	44,6	41,4	41,4	30
$t_{п}$	°С	58,2	47,7	36,4	36,2	36,2	60
$\tau_{см}$	°С	70	56,9	41,8	41,4	41,4	—
τ_2	°С	61,8	50,5	37,6	35,2	35,2	—
$G_{ГВП}$	$\frac{кг}{с}$	0,42	0,93	2,87	4,83	4,83	2,14

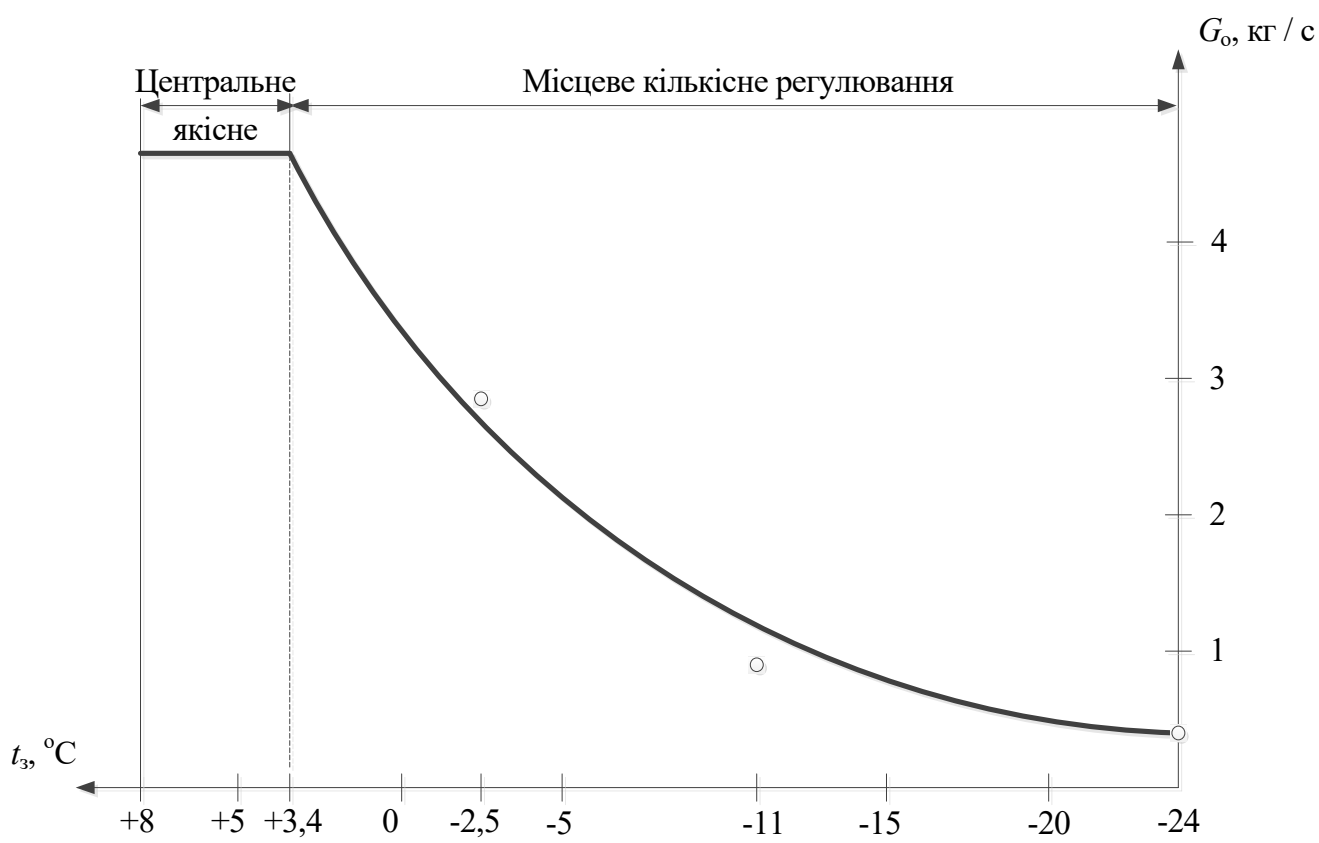
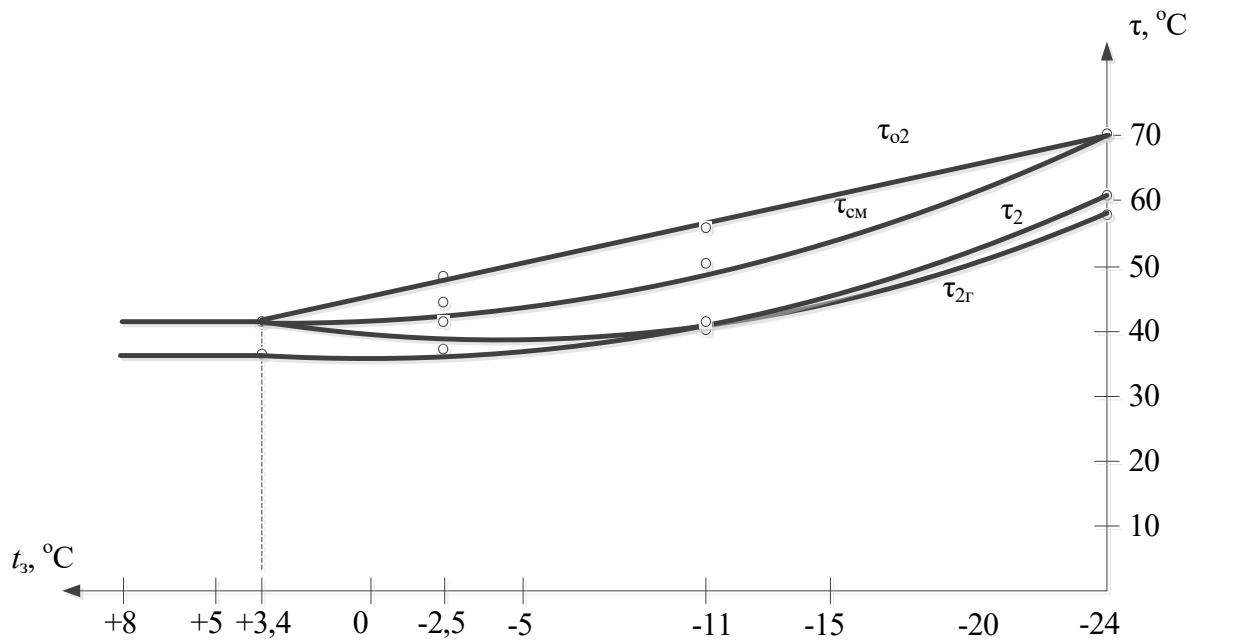


Рис. 1.5. Графіки залежності витрати мережної води на ГВП і температури мережної води після підігрівників ГВП 1-го і 2-го ступенів від температури зовнішнього повітря

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1.3.3. Розрахунок витрат та температур мережної води на вентиляцію

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

1.3.3.1. Знаходимо температуру мережної води після калориферів за формулою:

$$\frac{(\tau_{01} + \tau_{26}) - (t_{\text{в.п}} + t_3)}{(\tau_{01}'' + \tau_{26}'') - (t_{\text{в.п}} + t_{3.6})} \left(\frac{\tau_{01}'' - \tau_{26}''}{\tau_{01} - \tau_{26}} \right)^{0,15} = 1,$$
$$\frac{(140 + \tau_{26}) - (18 + (-24))}{(105,7 + 57,3) - (18 + (-11))} \cdot \left(\frac{105,7 - 57,3}{140 - \tau_{26}} \right)^{0,15} = 1.$$

де τ_{01}'' – температура мережної води у подавальному трубопроводі при $t_{\text{зовн.вент.}}$;

τ_{26}'' – температура води після калориферів при $t_{3.6}$, °C.

Методом підбору знаходжу $\tau_{26} = 30$ °C.

1.3.3.2. Знаходимо витрату мережної води на вентиляцію, за формулою:

$$G_6 = \frac{Q_6 \cdot 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{26})} = \frac{1,34 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 30)} = 2,91 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

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

1.3.3.3. Знаходимо температуру води після калориферів, за формулою:

$$\tau_{26} = \tau_{01} - (\tau_{01}'' - \tau_{26}'') \frac{t_{\text{в.п}} - t_3}{t_{\text{в.п}} - t_{3.6}} = 70 - (105,7 - 57,3) \cdot \frac{18 - 3,40}{18 - (-11)} = 45,7 \text{ °C}$$

1.3.3.4. Знаходимо витрату мережної води на вентиляцію, за формулою:

$$G_6'' = \frac{Q_6 \cdot 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{26})} = \frac{1,34 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (105,7 - 57,3)} = 4,57 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

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

1.3.3.5. Знаходимо температуру води після калориферів, за формулою:

$$\frac{(\tau_{01}''' + \tau_{26}) - (t_{\text{в.п}} - t_{3\text{ПК}})}{(\tau_{01}'' + \tau_{26}'') - (t_{\text{в.п}} - t_{3.6})} \left(\frac{\tau_{01}'' - \tau_{26}''}{\tau_{01} - \tau_{26}} \right)^{0,15} \frac{\left(\frac{t_{\text{в.п}} - t_{3\text{ПК}}}{t_{\text{в.п}} - t_{3.6}} \right)^{0,85}}{\left(\frac{t_{\text{в.п}} - t_{3.6}}{t_{\text{в.п}} - t_{3.6}} \right)^{0,85}} = 1,$$
$$\frac{(70 + \tau_{26}) - (18 + 8)}{(105,7 + 57,3) - (18 + (-11))} \cdot \left(\frac{105,7 - 57,3}{70 - \tau_{26}} \right)^{0,15} \frac{\left(\frac{18 - 8}{18 - (-11)} \right)^{0,85}}{\left(\frac{18 - (-11)}{18 - (-11)} \right)^{0,85}} = 1$$

Методом підбору знаходжу $\tau_{26} = 20$ °C.

1.3.3.6. Знаходимо витрату мережної води на вентиляцію, за формулою:

$$G_6 = \frac{Q_6 \cdot 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{26})} = \frac{0,32 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 20)} = 1,52 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.3.3.7. Звожу результати розрахунків у таблицю 1.6.

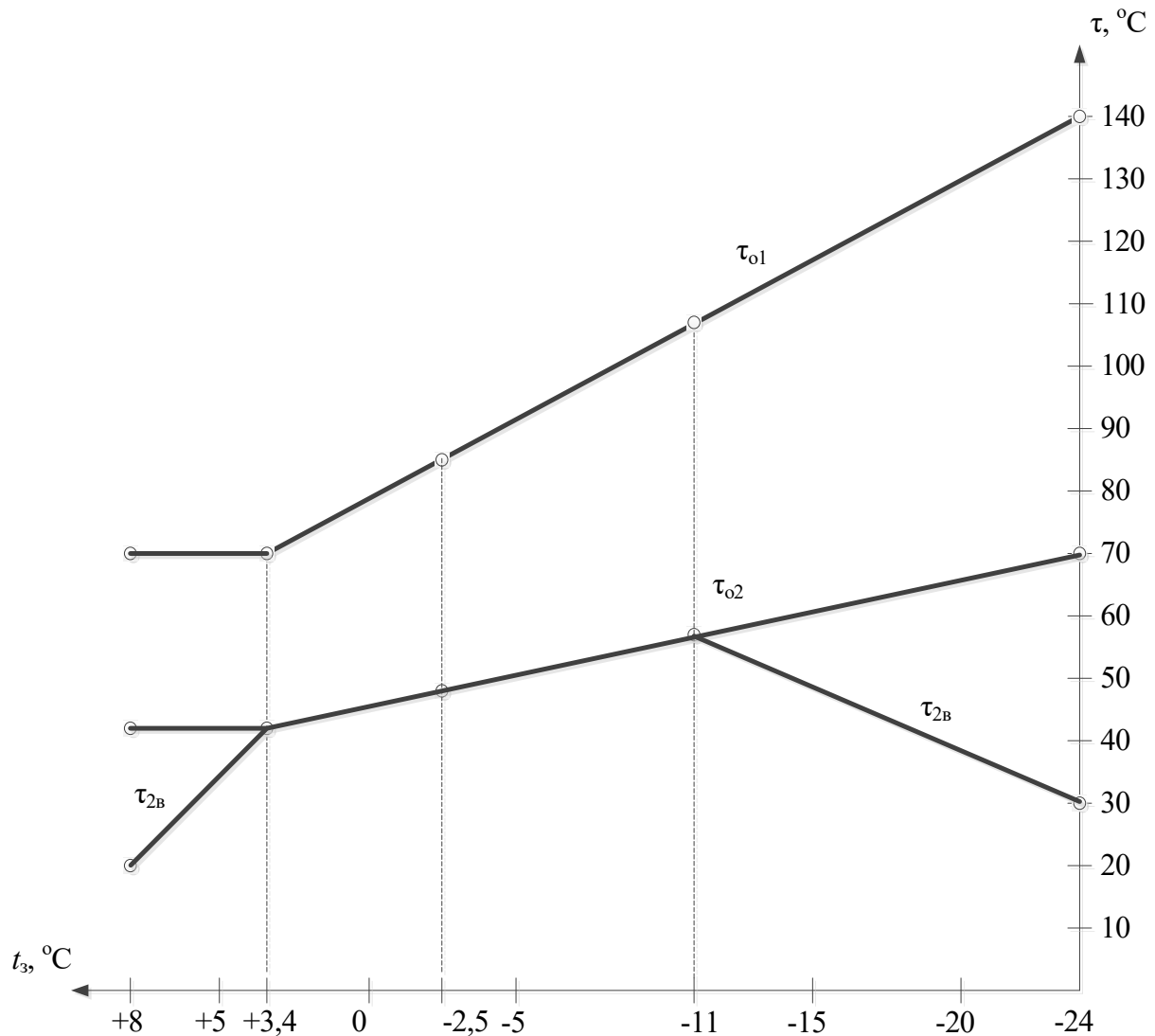
Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.					21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.6.

Результати розрахунку витрат температур мережної води при

Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при				
		$t_{3,0}$ -24 °C	t_3 -11 °C	t_3 сер. опал -2,5 °C	$t_{3,3}$ +3,4 °C	$t_{зпк}$ +8 °C
τ_1	°C	140	105,7	84,4	70	70
τ_{o2}	°C	70	57,3	48,2	41,4	41,4
$\tau_{2В}$	°C	30	57,3	48,2	41,4	20
G_B	$\frac{кг}{с}$	2,91	4,57	4,57	4,57	1,52

1.3.3.8. Будує графіки залежності температур мережної води після калориферів і витрати мережної води на вентиляцію від температури зовнішнього повітря (рис. 1.6)



Розробив				
Перевірив	Самійленко С.М.			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ

Арк.

22

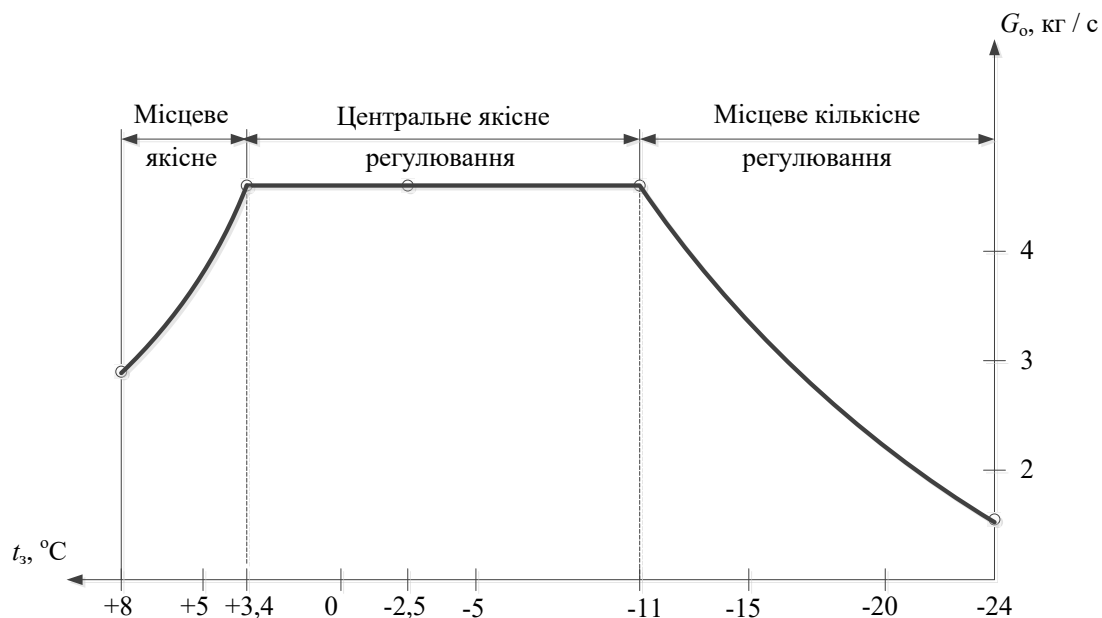


Рис. 1.6. Графіки залежності витрати мережної води на вентиляцію і температури мережної води після калориферів від температури зовнішнього повітря

1.4. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ТЕПЛОНОСІЯ

1.4.1. Знаходимо розрахункову витрату мережної води:

- на опалення, за формулою:

$$G'_{o\max} = \frac{Q'_{o\max} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{o2})} = \frac{11,16 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 70)} = 38,07 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

- на вентиляцію, за формулою:

$$G'_{v\max} = \frac{Q'_{v\max} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{v2})} = \frac{1,34 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 70)} = 4,57 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

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

$$G'_{\text{ГВП}} = \frac{Q'_{\text{ГВП}} 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} \left(\frac{55 - t'}{55 - t_x} + 0,2 \right) = \frac{0,56 \cdot 10^3}{4,19(70 - 41,4)} \cdot \left(\frac{55 - (41,4 - 5)}{55 - 5} + 0,2 \right) = 2,68 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

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

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

$$G'_{\text{ГВП}}^{\max} = \frac{0,55 Q'_{\text{ГВП}}^{\max} 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} = \frac{0,55 \cdot 1,35 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 41,4)} = 6,17 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1.4.2. Знаходимо сумарні розрахункові витрати мережної води, за формулою:

$$G' = G'_{o\max} + G'_{v\max} + K_3 G'_{\text{ГВП}}^{\max} = 38,07 + 4,57 + 1,2 \cdot 2,68 = 45,85 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Коефіцієнт K_3 , що враховує частку середньої витрати води на гаряче водопостачання при регулюванні по навантаженню опалення, приймаю з додатку 13.

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.				23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

1.4.3. Знаходимо розрахункову витрату води в двотрубних водяних теплових мережах для неопалювального (літнього) періоду, за формулою:

$$G'_л = \frac{Q_{ГВП_л}^{сер} \cdot 10^3}{(\tau_{01}^m - 30)c} = \frac{0,36 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4,19} = 2,14 \frac{кг}{с}$$

1.4.4. Заношу результати розрахунків витрат теплоносія для кожного кварталу в таблицю 1.7.

Таблиця 1.7.

Значення розрахункових витрат теплоносія

Номер кварталу	Розрахункова витрата теплоносія, $\frac{кг}{с}$					
	$G'_{о\max}$	$G'_{в\max}$	$G^{сер}_{ГВП}$	$K_3 \cdot G^{сер}_{ГВП}$	G'	$G'_л$
1	2	3	4	5	6	7
1	1,14	0,14	0,12	0,14	1,42	0,10
2	0,88	0,11	0,07	0,09	1,08	0,06
3	0,76	0,09	0,06	0,08	0,93	0,05
4	0,80	0,10	0,05	0,06	0,96	0,04
5	0,63	0,08	0,04	0,05	0,75	0,03
6	0,72	0,09	0,06	0,08	0,88	0,05
7	0,73	0,09	0,05	0,06	0,88	0,04
8	0,54	0,07	0,03	0,03	0,64	0,02
9	0,68	0,08	0,04	0,04	0,81	0,03
10	0,64	0,08	0,02	0,03	0,75	0,02
11	1,28	0,15	0,13	0,16	1,60	0,11
12	0,38	0,05	0,04	0,05	0,47	0,03
13	0,39	0,05	0,03	0,04	0,48	0,03
14	1,73	0,21	0,22	0,26	2,20	0,17
15	1,51	0,18	0,16	0,19	1,88	0,13
16	2,48	0,30	0,16	0,19	2,96	0,12
17	0,85	0,10	0,04	0,04	1,00	0,03
18	1,54	0,19	0,16	0,19	1,92	0,13
19	1,71	0,21	0,14	0,17	2,09	0,12
20	2,12	0,25	0,13	0,16	2,53	0,11
21	1,73	0,21	0,04	0,04	1,98	0,03
22	5,60	0,67	0,47	0,57	6,84	0,38
23	0,51	0,06	0,03	0,04	0,61	0,03
24	0,39	0,05	0,02	0,02	0,46	0,01
25	1,23	0,15	0,03	0,03	1,41	0,02
26	1,61	0,19	0,10	0,12	1,93	0,08
27	5,47	0,66	0,23	0,28	6,40	0,18
Всього:	38,07	4,57	2,68	3,22	45,85	2,14

1.5. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ЧАСТИНИ 2 ПРОЄКТУ

1.5.1 Знаходимо температуру суміші зворотної води після системи ГВП та вентиляції, для максимально зимового режиму:

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.				24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

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

$$= \frac{38,07 + 0,42}{38,07 + 0,42 + 2,91} \cdot 61,8 + \frac{2,91}{38,07 + 0,42 + 2,91} \cdot 30 = 60 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$\tau_2 = \frac{38,07 + 4,83}{38,07 + 4,83 + 4,57} \cdot 35,2 + \frac{5,68}{38,07 + 4,83 + 4,57} \cdot 41,4 = 36 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.5.3. Формулю результати розрахунку теплової мережі, що необхідні для теплового розрахунку джерела тепlopостачання (водогрійної котельні) у вигляді таблиці 1.8.

Таблиця 1.8.

Загальні вихідні дані для Ч. 2 проекту

№ п / п	Назва параметру	Ум. позн.	Од. виміру	Характерні режими експлуатації теплофікаційної системи		
				Максимально-зимовий	Точки зламу температурного графіка	Літній
1	Місто розташування котельні			Суми <i>(Вказати назву міста)</i>		
2	Тип системи тепlopостачання			Закрита		
3	Температурна характеристика тепломережі району	τ_1 / τ_2	$^\circ\text{C} / ^\circ\text{C}$	140 / 70		
4	Температура зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	$^\circ\text{C}$	-24	+3,4	+15
5	Теплове навантаження системи опалення	$Q_{\text{оп}}$	МВт	11,16	3,88	—
6	Теплове навантаження системи ГВП	$Q_{\text{ГВП}}$	МВт	1,35	1,35	0,36
7	Теплове навантаження системи вентиляції	$Q_{\text{вент}}$	МВт	1,34	0,47	—
8	Річне теплове навантаження житлового району	$Q_{\text{ЖР}}^{\text{рік}}$	$\frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$	29 589,85		

Розробив					00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.					25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9	Теплове навантаження промислового підприємства (Теплоносій – гаряча вода)	$Q_{п.п}$	МВт	12	12	12
10	Температура технологічної води для промислового підприємства на виході з котельні	$t_{техн.}$	°С		95	
11	Річне теплове навантаження промислового підприємства	$Q_{п.п}^{рік}$	$\frac{МВт \cdot год}{рік}$		43 460	
12	Температура “прямої” мережної води	τ_1	°С	140	70	70
13	Температура “зворотної” мережної води	τ_2	°С	60	36	30
14	Витрата “прямої” води в тепломережу	G_1	$\frac{кг}{с}$ $\frac{т}{год}$	41,39 149,02	47,46 170,87	2,14 7,72
15	Убуток води в тепломережі	$G_{уб.тм}$	$\frac{т}{год}$	15	15	5
16	Витрата “зворотної” води в тепломережі	G_2	$\frac{т}{год}$	134,02	155,87	2,72
17	Втрати тиску в тепломережі	$\Delta p_{втр.тм}$	МПа	0,45	0,25	0,10
18	Статичний напір в тепломережі	$H_{стат. тм}$	м.вд.ст	40,0	40,0	40,0

2. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНОЇ

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

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

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

2.1.1 Вихідні дані для частини 2 проекту, одержані в частині 1 проекту представляю нижче, в таблиці 2.1:

Таблиця 2.1

Загальні вихідні дані для частини 2 проекту, одержані в частині 1 проекту

№ п / п	Назва параметру	Ум. позн.	Од. виміру	Режими експлуатації теплофікаційної системи		
				Максимально-зимовий	Точки зламу температурного графіка	Літній
1	2	3	4	5	6	7
1	Місто розташування котельні			Суми (Вказати назву міста)		
2	Тип системи тепlopостачання			Закрита		
3	Температурна характеристика тепломережі району	τ_1 / τ_2	°C / °C	140 / 70		
4	Температура зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	°C	-24	+3,4	+15
5	Теплове навантаження системи опалення	$Q_{\text{оп}}$	МВт	11,16	3,88	—
6	Теплове навантаження системи ГВП	$Q_{\text{ГВП}}$	МВт	1,35	1,35	0,36
7	Теплове навантаження системи вентиляції	$Q_{\text{вент}}$	МВт	1,34	0,47	—

00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив		Гамоля С.В.		
Перевірів		Самійленко С.М.		
Реценз.				
Н. Контр.				
Затверд.		Петренко В.П.		

Проект системи
тепlopостачання
житлово-промислового
району №2 в місті Суми

Літ.	Арк.	Аркушів
	4	94
НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ЗТЕ-5-10ск		

8	Річне теплове навантаження житлового району	$Q_{\text{ЖР}}^{\text{рік}}$	$\frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$	29 589,85		
9	Теплове навантаження промислового підприємства (теплоносій – гаряча вода)	$Q_{\text{П.П}}$	МВт	12	12	12
10	Температура технологічної води для промислового підприємства на виході з котельні	$t_{\text{техн}}$	°С	95		
11	Річне теплове навантаження промислового підприємства	$Q_{\text{П.П}}^{\text{рік}}$	$\frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$	43 460		
12	Температура “прямої” мережної води	τ_1	°С	140	70	70
13	Температура “зворотної” мережної води	τ_2	°С	58	37	30
14	Витрата “прямої” води в тепломережу	G_1	$\frac{\text{кг}}{\text{с}}$ $\frac{\text{т}}{\text{год}}$	41,39	47,46	2,14
15	Убуток води в тепломережі	$G_{\text{уб.тм}}$	$\frac{\text{т}}{\text{год}}$	15	15	5
16	Витрата “зворотної” води в тепломережі	G_2	$\frac{\text{т}}{\text{год}}$	134,02	155,87	2,72
17	Втрати тиску в тепломережі	$\Delta p_{\text{втр.тм}}$	МПа	0,45	0,25	0,10
18	Статичний напір в тепломережі	$H_{\text{стат. тм}}$	М.ВД.СТ	40,0	40,0	40,0

Примітка:

Перед початком формування вихідних даних для котельні здійснюють балансову перевірку взаємоузгодженості по тепловій енергії одержаних в частині 1 проекту результатів для трьох режимів за наступним балансовим рівнянням:

$$(Q_{\text{оп}} + Q_{\text{ГВП}} + Q_{\text{вент}}) = G_1 \cdot 4,19 \cdot (\tau_1 - \tau_2)$$

МЗ: 13,84 = 13,76 (Висновок – результати для режима МЗ - взаємоузгоджені)

ТЗ: 5,69 = 5,50 (Висновок – результати для режима ТЗ - взаємоузгоджені)

Л: 0,36 = 0,36 (Висновок – результати для режима Л - взаємоузгоджені)

2.1.2 Вихідні дані для частини 2 проекту, сформовані в частині 2 проекту, представляю в таблиці 2.2

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.					28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2

Вихідні дані для частини 2 проекту, сформовані в частині 2 проекту

№ п / п	Назва параметру	Ум. позн.	Од. вимір у	Характерні режими експлуатації			Джерело інформації
				МЗ	ТЗ	Л	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Вид палива для котельні		–	Природний газ			Засади паливо-постачання міста
2	Теплота згорання палива	$Q_{н^p}$	$\frac{кДж}{м^3}$	33 730			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	65	65	Е.Р: для водогрійних котлів
6	Номінальна температура води на виході з котла	$t''_{ВК.НОМ}$	°С	140	140	140	“—“
7	Температура сирієї води	$t'_{с.в}$	°С	5	5	15	Е.Р: 5 °С для МЗ та ТЗ режимів, 15 °С – для режима Л
8	Температура сирієї води перед станцією хім.водоочищення	$t''_{с.в}$	°С	20	20	20	Е.Р: 15 °С ÷ ÷ 20 °С
9	Температура хім. очищеної води на виході зі станції ХВО	$t'_{ХОВ}$	°С	20	20	20	Е.Р: 15 °С ÷ ÷ 20 °С
10	Температура хімочищеної води перед деаератором	$t''_{ХОВ}$	°С	55	55	55	Е.Р: 50 °С ÷ ÷ 65 °С
11	Температура технологічної води на вході в котельню	$t'_{техн..в}$	°С	8	8	15	Е.Р: 8 °С для МЗ та ТЗ режимів, 15 °С для режима Л

Розробив				
Перевірив	Самійленко С.М.			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ

Арк.

29

1	2	3	4	5	6	7	8
12	Температура технологічної води на виході з котельні	$t''_{\text{техн..в}}$	°C	95	95	95	Технологічний регламент промислового підприємства
13	Температура грійної води на вході у внутрішньокотельні і підігрівники та на вході в деаератор	$t'_{\text{ТОА}}$	°C	140	140	140	Е.Р: $t'_{\text{ТОА}} = t''_{\text{ВК.НОМ}}$
14	Температура грійної води на виході з внутрішньокотельних підігрівників	$t''_{\text{ТОА}}$	°C	65	65	65	Е.Р: $t''_{\text{ТОА}} = 65$ °C
15	Коефіцієнт випару з деаератора	$\alpha_{\text{вип.}}$	од.	0,01	0,01	0,01	Е.Р: 0,005 ÷ ÷ 0,01
16	Коефіцієнт власних потреб станції хім. водоочищення	$K_{\text{ХВО}}$	од.	1,10	1,10	1,10	Е.Р: 1,05 ÷ ÷ 1,10

2.2. Формування принципової схеми водогрійної котельні

Викреслюється на аркуші (формат А4), згідно Додатка 2, принципову теплотехнологічну схему котельні у відповідності до встановлених технічних рішень, щодо направлення потоків енергоносіїв.

2.3. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами

2.3.1. Знаходимо сумарне теплове навантаження житлового району для котельні з урахуванням втрат теплоти в тепломережі – $\sum Q_{\text{ЖР}}$, МВт:

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.3.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum Q_{\text{ЖР}} = 1,05 \cdot (11,16 + 1,35 + 1,34) = 14,53 \text{ МВт}$	14,53	5,97	0,38
ТЗ: $\sum Q_{\text{ЖР}} = 1,05 \cdot (3,88 + 1,35 + 0,47) = 5,97 \text{ МВт}$			
Л: $\sum Q_{\text{ЖР}} = 1,05 \cdot (0 + 0,36 + 0) = 0,38 \text{ МВт}$			

2.3.2. Знаходимо режим роботи котельні – з одним “базовим” котлом.

2.3.3. Знаходимо експлуатаційну температуру води на вході у встановлені котли – $t'_{\text{ВК}}$, °С, за рекомендацією п. 2.1.3.

Результати визначення навожу у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4.

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

2.3.4. Знаходимо експлуатаційну температуру води на виході з базового котла – $t''_{\text{ВК.Б}}$, °С, за рекомендацією п. 2.1.4.

Результати визначення навожу у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
$t''_{\text{ВК.Б}} = 140 \text{ °С}$	140	140	140

2.3.5. Знаходимо експлуатаційну температуру грійної води на вході в теплообмінники технологічної, сирої, хім. очищеної води та на вході в деаератор – $t'_{\text{ТОА}}$, °С, за рекомендацією п. 2.1.4.

Результати визначення навожу у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
$t'_{\text{ТОА}} = 140 \text{ °С}$	140	140	140

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.6. Знаходимо експлуатаційну температуру води на виході з теплообмінників технологічної, сирі та хім. очищеної води – t''_{TOA} , °C, за рекомендацією п. 2.1.15.

Результати визначення навожу у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
$t''_{TOA} = 65$ °C	65	65	65

2.3.7. Знаходимо витрату води з деаератора на компенсацію втрат в тепломережі – $G_{ДА}^{підж}$, $\frac{m}{год}$:

$$G_{ДА}^{підж} = G_{убут}$$

Результати визначення навести у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{ДА}^{підж} = 15 \frac{m}{год}$	15		
ТЗ: $G_{ДА}^{підж} = 15 \frac{m}{год}$		15	
Л: $G_{ДА}^{підж} = 5 \frac{m}{год}$			5

2.3.8. Знаходимо витрату грійної води з базового водогрійного котла на деаератор – $G_{ДА}^{гр.в}$, $\frac{m}{год}$, та його теплове навантаження – $Q_{ДА}$, МВт:

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

$$Q_{ДА} = \left(\frac{G_{ДА}^{гр.в}}{3,6} \right) \cdot 4,19 \cdot t'_{TOA} - t_{ДА} \cdot 10^{-3}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.9

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.					32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{ДА}^{ep.с} = (1 + 0,01) \cdot 15 \cdot \frac{65 - 55}{140 - 65} = 2,02 \frac{m}{год}$	2,02	2,02	0,67
ТЗ: $G_{ДА}^{ep.с} = (1 + 0,01) \cdot 15 \cdot \frac{65 - 55}{140 - 65} = 2,02 \frac{m}{год}$			
Л: $G_{ДА}^{ep.с} = (1 + 0,01) \cdot 5 \cdot \frac{65 - 55}{140 - 65} = 0,67 \frac{m}{год}$			
МЗ: $Q_{ДА} = \left(\frac{1,78}{3,6}\right) \cdot 4,19 \cdot 140 - 65 \cdot 10^{-3} = 0,18$ МВт	0,18	0,18	0,06
ТЗ: $Q_{ДА} = \left(\frac{1,78}{3,6}\right) \cdot 4,19 \cdot 140 - 65 \cdot 10^{-3} = 0,18$ МВт			
Л: $Q_{ДА} = \left(\frac{0,59}{3,6}\right) \cdot 4,19 \cdot 140 - 65 \cdot 10^{-3} = 0,06$ МВт			

2.3.9. Знаходимо витрату води з деаератора – $G_{ДА}^{//}, \frac{m}{год}$:

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{ДА}^{//} = (1 - 0,01) \cdot 15 + 2,02 = 16,87 \frac{m}{год}$	16,87	16,87	5,62
ТЗ: $G_{ДА}^{//} = (1 - 0,01) \cdot 15 + 2,02 = 16,87 \frac{m}{год}$			
Л: $G_{ДА}^{//} = (1 - 0,01) \cdot 5 + 0,67 = 5,62 \frac{m}{год}$			

2.3.10. Визначити витрату хімічищеної води, що надходить в деаератор –

$$G_{\text{ХОВ}}, \frac{m}{год}:$$

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.11.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.					33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.11.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{ХОВ}} = (1 + 0,01) \cdot 15 = 15,15 \frac{m}{год}$	15,15	15,15	5,05
ТЗ: $G_{\text{ХОВ}} = (1 + 0,01) \cdot 15 = 15,15 \frac{m}{год}$			
Л: $G_{\text{ХОВ}} = (1 + 0,01) \cdot 5 = 5,56 \frac{m}{год}$			

2.3.11. Знаходимо витрату сирі води для підживлення – $G_{\text{с.в.}}, \frac{m}{год}$:

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.12.

Таблиця 2.12.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{с.в.}} = 1,10 \cdot 15,15 = 16,67 \frac{m}{год}$	16,67	16,67	5,56
ТЗ: $G_{\text{с.в.}} = 1,10 \cdot 15,15 = 16,67 \frac{m}{год}$			
Л: $G_{\text{с.в.}} = 1,10 \cdot 5,05 = 5,56 \frac{m}{год}$			

2.3.12. Знаходимо теплову потужність підігрівника сирі води (ПСВ)

– $Q_{\text{ПСВ}}$, МВт, та витрату грієної води на ПСВ – $G_{\text{ПСВ}}, \frac{m}{год}$, відповідно:

$$Q_{\text{ПСВ}} = \left(\frac{G_{\text{с.в.}}}{3,6} \right) \cdot 4,19 \cdot (t_{\text{с.в.}}^{\text{II}} - t_{\text{с.в.}}^{\text{I}}) 10^{-3}$$

$$G_{\text{ПСВ}}^{\text{гр.в.}} = \frac{Q_{\text{ПСВ}} \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot (t_{\text{ТОА}}^{\text{I}} - t_{\text{ТОА}}^{\text{II}}))}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.13.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.13.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $Q_{ПСВ} = \left(\frac{16,67}{3,6}\right) \cdot 4,19 \cdot (20 - 5) \cdot 10^{-3} = 0,29$ МВт	0,29	0,29	0,03
ТЗ: $Q_{ПСВ} = \left(\frac{16,67}{3,6}\right) \cdot 4,19 \cdot (20 - 5) \cdot 10^{-3} = 0,29$ МВт			
Л: $Q_{ПСВ} = \left(\frac{5,56}{3,6}\right) \cdot 4,19 \cdot (20 - 15) \cdot 10^{-3} = 0,03$ МВт			0,03
МЗ: $G_{ПСВ}^{зр.в} = \frac{0,29 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot (140 - 65))} = 3,33 \frac{m}{год}$	3,33	3,33	0,37
ТЗ: $G_{ПСВ}^{зр.в} = \frac{0,29 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot (140 - 65))} = 3,33 \frac{m}{год}$			
Л: $G_{ПСВ}^{зр.в} = \frac{0,03 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot (140 - 65))} = 0,37 \frac{m}{год}$			

2.3.13. Знаходимо теплову потужність підігрівника хімічищеної води (ПХВ) – $Q_{ПХВ}$, МВт, та витрату грійної води на ПХВ – $D^{гр.в}_{ПХВ}$, $\frac{m}{год}$, відповідно:

$$Q_{ПХВ} = \left(\frac{G_{ХОВ}}{3,6}\right) \cdot 4,19 \cdot (t_{ХОВ}^{II} - t_{ХОВ}^I) 10^{-3}$$

$$G_{ПХВ}^{зр.в} = \frac{Q_{ПХВ} \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot (t_{ТОА}^I - t_{ТОА}^{II}))}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.14.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.					35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.14.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $Q_{ПХВ} = \left(\frac{15,15}{3,6}\right) \cdot 4,19 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0,62$ МВт	0,62	0,62	
ТЗ: $Q_{ПХВ} = \left(\frac{15,15}{3,6}\right) \cdot 4,19 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0,62$ МВт			
Л: $Q_{ПХВ} = \left(\frac{5,05}{3,6}\right) \cdot 4,19 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0,21$ МВт			0,21
МЗ: $G_{ПХВ}^{зр.в} = \frac{0,62 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot (140 - 65))} = 7,07 \frac{m}{год}$	7,07	7,07	
ТЗ: $G_{ПХВ}^{зр.в} = \frac{0,62 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot (140 - 65))} = 7,07 \frac{m}{год}$			
Л: $G_{ПХВ}^{зр.в} = \frac{0,21 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot (140 - 65))} = 2,36 \frac{m}{год}$			2,36

2.3.14. Знаходимо витрату технологічної води на ПТВ – $G_{техн.в}$, $\frac{m}{год}$, теплову потужність ПТВ – $Q_{ПТВ}$, МВт та витрату грійної води – $G_{ПТВ}^{гр.в}$, $\frac{m}{год}$, відповідно:

$$G_{техн.в} = \frac{Q_{ПП} \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,19 \cdot t_{техн.в}^{II}}$$

$$Q_{ПТВ} = G_{техн.в} \cdot 4,2 \cdot (t_{техн.в}^{II} - t_{техн.в}^I) \cdot 10^{-3}$$

$$G_{ПТВ}^{зр.в} = \frac{Q_{ПТВ} \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot (t_{ГОА}^I - t_{ГОА}^{II}))}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.15.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.15.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{техн.в} = \frac{12 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 95} = 108,61 \frac{m}{год}$	108,61	108,61	108,61
ТЗ: $G_{техн.в} = \frac{12 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 95} = 108,61 \frac{m}{год}$			
Л: $G_{техн.в} = \frac{12 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 95} = 108,61 \frac{m}{год}$			
МЗ: $Q_{ПТВ} = 108,61 \cdot 4,2 \cdot (95 - 8) \cdot 10^{-3} = 10,99 \text{ МВт}$ ТЗ: $Q_{ПТВ} = 108,61 \cdot 4,2 \cdot (95 - 8) \cdot 10^{-3} = 10,99 \text{ МВт}$	10,99	10,99	10,11
Л: $Q_{ПТВ} = 108,61 \cdot 4,2 \cdot (95 - 15) \cdot 10^{-3} = 10,11 \text{ МВт}$			
МЗ: $G_{ПТВ}^{зр.в} = \frac{10,99 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot (140 - 65))} = 125,99 \frac{m}{год}$	125,99	125,99	
ТЗ: $G_{ПТВ}^{зр.в} = \frac{10,99 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot (140 - 65))} = 125,99 \frac{m}{год}$			
Л: $G_{ПТВ}^{зр.в} = \frac{10,11 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot (140 - 65))} = 115,85 \frac{m}{год}$			

2.3.15. Знаходимо сумарну витрату грійної з базового котла води на внутрішнє споживання котельні – $\Sigma G_{вн}^{гр.в}$, $\frac{m}{год}$:

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

Результати визначення навожу в таблиці 2.16.

Таблиця 2.16.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\Sigma G_{вн}^{гр.в} = 125,99 + 7,07 + 3,33 + 2,02 = 138,41 \frac{m}{год}$	138,41	138,41	119,25
ТЗ: $\Sigma G_{вн}^{гр.в} = 125,99 + 7,07 + 3,33 + 2,02 = 138,41 \frac{m}{год}$			
Л: $\Sigma G_{вн}^{гр.в} = 115,85 + 2,36 + 0,37 + 0,67 = 119,25 \frac{m}{год}$			

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.					37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.16 Знаходимо температуру зворотної води на вході мережних насосів (після змішування всіх потоків води) – $\tau_{звор}$, °С:

$$\tau_{звор} = \frac{G_2 \tau_2 + G_{ПТВ}^{зр.в} t_{ТОА}^{II} + G_{ПХВ}^{зр.в} t_{ТОА}^{II} + G_{ПСВ}^{зр.в} t_{ТОА}^{II} + G_{ДА}^{підж} t_{ДА}^{II}}{(G_2 + G_{ПТВ}^{зр.в} + G_{ПХВ}^{зр.в} + G_{ПСВ}^{зр.в} + G_{ДА}^{II})}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.17.

Таблиця 2.17.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
<p>МЗ:</p> $\tau_{звор} = \frac{134,02 \cdot 60 + 125,99 \cdot 65 + 7,07 \cdot 65 + 3,33 \cdot 6}{(134,02 + 125,99 + 7,07 + 3,33 + 15)}$ $+ \frac{15 \cdot 65}{15} = 62,5 \text{ °С}$	62,5	50,2	64,2
<p>ТЗ:</p> $\tau_{звор} = \frac{155,87 \cdot 37 + 125,99 \cdot 65 + 7,07 \cdot 65 + 3,33 \cdot 6}{(155,87 + 125,99 + 7,07 + 3,33 + 15)}$ $+ \frac{15 \cdot 65}{15} = 50,2 \text{ °С}$			
<p>Л:</p> $\tau_{звор} = \frac{2,72 \cdot 30 + 115,85 \cdot 65 + 2,36 \cdot 65 + 0,37 \cdot 65}{(2,72 + 115,85 + 2,36 + 0,33 + 5)}$ $+ \frac{5 \cdot 65}{5} = 64,2 \text{ °С}$			

2.3.17. Знаходимо загальну теплову потужність котельні (т. зв. потужність з “виробленої” теплоти) – $\sum Q_{кот}$, $\frac{m}{год}$, з урахуванням теплоти, що внесена водою підживлення:

$$\sum Q_{кот} = \sum Q_{ЖР} + Q_{ПТВ} + Q_{ПХВ} + Q_{ПСВ} + Q_{ДА} - \frac{G_{ДА}^{підж}}{3,6} \cdot 4,19 \cdot t_{с.в} \cdot 10^{-3}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.18.

Таблиця 2.18.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum Q_{\text{КОТ}} = 14,53 + 10,99 + 0,62 + 0,29 +$ $+ 0,18 - \frac{15}{3,6} \cdot 4,19 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 26,52 \frac{m}{год}$	26,52	17,96	10,69
ТЗ: $\sum Q_{\text{КОТ}} = 5,97 + 10,99 + 0,62 + 0,29 +$ $+ 0,18 - \frac{15}{3,6} \cdot 4,19 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 17,96$			
Л: $\sum Q_{\text{КОТ}} = 0,38 + 10,11 + 0,21 + 0,03 +$ $+ 0,06 - \frac{5}{3,6} \cdot 4,19 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 10,69$			

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

Приймаю до встановлення три котли **КВ – ГМ – 10** – варіант, що задовольняє умовам експлуатації котлів в усіх режимах експлуатації, в т.ч. в режимі Л на мінімально допустимому тепловому навантаженні.

Результати визначення навожу у таблиці 2.19.

Таблиця 2.19.

Позначення	Одиниця виміру	Визначення результату
ТИП		КВ – ГМ – 10
$Q_{\text{ВК.НОМ}}$	МВт	11,6
$G_{\text{ВК.НОМ}}$	$\frac{m}{год}$	123,5
$\eta_{\text{ВК.НОМ}}$	%	92
$t'_{\text{ВК.НОМ}}$	°С	140
$t''_{\text{ВК.НОМ}}$	°С	70

2.3.19. Знаходимо число встановлених в котельні водогрійних котлів – $N_{\text{ВК.ВСТ}}$, шт.:

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.20.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.20.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $N_{BK.BCT} = \frac{26,52}{11,6} = 2,29$	3		
ТЗ: $N_{BK.BCT} = \frac{17,96}{11,6} = 1,55$		2	
Л: $N_{BK.BCT} = \frac{10,69}{11,6} = 0,92$			1

2.3.20. Знаходимо кількість котлів, що будуть в експлуатації протягом року в базовому режимі за рекомендацією п. 2.1.4.

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.21.

Таблиця 2.21.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $N_{BK.B} = 1$	1		
ТЗ: $N_{BK.B} = 1$		1	
Л: $N_{BK.B} = 1$			1

2.3.21. Знаходимо число котлів, що працюють у змінному режимі – $N_{BK.3}$, шт.:

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.22.

Таблиця 2.22.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $N_{BK.3} = 3 - 1 = 2$	2		
ТЗ: $N_{BK.3} = 2 - 1 = 1$		1	
Л: $N_{BK.3} = 1 - 1 = 0$			0

2.3.22. Знаходимо число котлів, що знаходяться в експлуатації в кожному з трьох розрахункових режимів – $N_{BK.P}$, шт.:

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

Результати визначення навести у таблиці 2.23.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.23.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $N_{\text{БК.Р}} = 1 + 2 = 3$	3		
ТЗ: $N_{\text{БК.Р}} = 1 + 1 = 2$		2	
Л: $N_{\text{БК.Р}} = 1 + 0 = 1$			1

2.3.23. Знаходимо експлуатаційні параметри роботи “базового” водогрійного котла для всіх режимів, враховуючи рекомендації п.п. 2.1.6 - 2.1.7:

- у разі експлуатації в котельні двох або більше котлоагрегатів:

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

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

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

$$G_{\text{БК.Б}} = G_{\text{БК.НОМ}}, \frac{m}{\text{год}}$$

- у разі експлуатації в котельні одного котлоагрегату:

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

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

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

$$G_{\text{БК.Б}} = \frac{\sum Q_{\text{КОТ}} \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot (t''_{\text{БК.Б}} - t'_{\text{БК.Б}}))}, \frac{m}{\text{год}}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.24

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.24.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
ТЗ: (3 котли) $Q_{ВК.Б} = 11,60$ МВт $t'_{ВК.Б} = 70$ °С $t''_{ВК.Б} = 140$ °С $G_{ВК.Б} = 123,5 \frac{m}{год}$		11,60 70 140 123,5	
Л: (2 котли) $Q_{ВК.Б} = 10,69$ МВт $t'_{ВК.Б} = 70$ °С $t''_{ВК.Б} = 140$ °С			10,69 70 140
$G_{ВК.Б} = \frac{10,69 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot (140 - 70))} = 131,3 \frac{m}{год}$			131,3

2.3.24. Знаходимо теплове навантаження водогрійних котлів, що несуть змінну складову теплового навантаження котельні – $\sum Q_{ВК.З}$, МВт:

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.25.

Таблиця 2.25.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum Q_{ВК.З} = 26,52 - 11,60 = 14,92$ МВт	14,92		
ТЗ: $\sum Q_{ВК.З} = 17,96 - 11,60 = 6,36$ МВт		6,36	
Л: $\sum Q_{ВК.З} = 10,69 - 10,69 = 0$ МВт			0

2.3.25. Знаходимо теплове навантаження кожного котла, що несе змінну складову теплового навантаження – $Q_{ВК.З}$, МВт,:

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.26

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.26.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $Q_{BK.3} = \frac{14,92}{2} = 7,46$ МВт	7,46	6,36	0
ТЗ: $Q_{BK.3} = \frac{6,36}{1} = 6,36$ МВт			
Л: $Q_{BK.3} = 0$ МВт			

2.3.26. Знаходимо 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:

$$G_{BK.3} = \frac{Q_{BK.3} \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot (t_{BK.HOM}^{II} - t_{BK.}^I))}$$

- для ТЗ режима (враховуючи доцільність номінального пропуску води через котли) за рекомендацією п. 2.1.8.

$$G_{BK.3} = G_{BK.HOM}$$

- для Л режима (за відсутності такого котла):

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

Результати визначення навести у таблиці 2.27.

Таблиця 2.27.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{BK.3} = \frac{7,46 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot (140 - 70))} = 91,64 \frac{m}{год}$	91,64	123,50	0
ТЗ: $G_{BK.3} = 123,5 \frac{m}{год}$			
Л: $G_{BK.3} = 0 \frac{m}{год}$			

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.					43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.27. Знаходимо сумарну подачу води на котли, що знаходяться в експлуатації – $\sum G_{BK}, \frac{m}{год}$:

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

Результати визначення навести у таблиці 2.28.

Таблиця 2.28.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum G_{BK} = 123,5 + 2 \cdot 91,64 = 306,77 \frac{m}{год}$	306,77		
ТЗ: $\sum G_{BK} = 123,5 + 1 \cdot 123,50 = 247 \frac{m}{год}$		247	
Л: $\sum G_{BK} = 131,3 + 0 \cdot 0 = 131,30 \frac{m}{год}$			131,30

2.3.28. Знаходимо температуру води на виході з котлів, що несуть змінну складову теплового навантаження котельні – $t''_{BK.3}, ^\circ C$:

$$t''_{BK.3} = \frac{t'_{BK.3} + Q_{BK.3} \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot G_{BK.3})}$$

Результати визначення навести у таблиці 2.29.

Таблиця 2.29.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $t''_{BK.3} = \frac{70 + 7,46 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot 91,64)} = 140 ^\circ C$	140		
ТЗ: $t''_{BK.3} = \frac{70 + 6,36 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{(4,19 \cdot 123,50)} = 112 ^\circ C$		114,3	
Л: $t''_{BK.3} = 0 ^\circ C$			0

2.3.29 Знаходимо витрату води в рециркуляційному трубопроводі – $G_{PEЦ}, \frac{m}{год}$, для трьох режимів:

$$G_{pec} = \frac{\sum G_{BK} \cdot (t'_{BK} - \tau_{звор})}{(4,19 \cdot (t''_{BK.B} - \tau_{звор}))}$$

Результати визначення навожу в таблиці 2.30.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.30.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{pec} = \frac{306,77 \cdot (70 - 62,5)}{(4,19 \cdot (140 - 62,5))} = 29,83 \frac{m}{год}$	29,83	54,50	9,97
ТЗ: $G_{pec} = \frac{247 \cdot (70 - 50,2)}{(4,19 \cdot (140 - 50,2))} = 54,50 \frac{m}{год}$			
Л: $G_{pec} = \frac{131,30 \cdot (70 - 64,2)}{(4,19 \cdot (140 - 64,2))} = 9,97 \frac{m}{год}$			

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

$$t_{BK.3}^{II} = \frac{(G_{BK.B} - \sum G_{вн} - G_{pec}) \cdot t_{BK.B}^{II} + N_{BK.3} \cdot G_{BK.3} \cdot t_{BK.3}^{II}}{\sum G_{BK} - \sum G_{вн} - G_{pec} + N_{BK.3} \cdot G_{BK.3}}$$

Результати визначення навожу в таблиці 2.31.

Таблиця 2.31.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $t_{BK}^{\Sigma} = 140$ °C (за регламентом)	140	81,30	140
ТЗ: $t_{BK.3}^{II} = \frac{(123,5 - 138,41 - 54,50) \cdot 140 + 1 \cdot 123,5 \cdot 114,3}{123,5 - 138,41 - 50,49 + 1 \cdot 123,5}$ = 81,3 °C			
Л: $t_{BK}^{\Sigma} = 140$ °C (за регламентом)			

2.3.31. Знаходимо витрату зворотної води через регулюючий клапан в трубопроводі перепуску зворотної води в пряму магістраль (т. зв. перепуск) –

$G_{пер}$, $\frac{m}{год}$, для трьох режимів:

$$G_{пер} = \frac{G_1 \cdot \left(\sum_{BK.} - \tau_1 \right)}{t \sum_{BK.} - \tau_{звор}}$$

Результати визначення навожу в таблиці 2.32.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.					45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.32.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{пер} = \frac{149,02 \cdot (140 - 140)}{140 - 62,5} = 0 \frac{т}{год}$	0		
ТЗ: $G_{пер} = \frac{170,87 \cdot (81,3 - 70)}{81,3 - 50,2} = 61,96 \frac{т}{год}$		61,96	
Л: $G_{пер} = \frac{7,72 \cdot (140 - 70)}{140 - 64,2} = 7,13 \frac{т}{год}$			7,13

2.2.32. Знаходимо похибку балансових розрахунків водогрійної котельні:

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

Результати визначення навожу в таблиці 2.33.

Таблиця 2.33.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\Delta G\% = \frac{(306,77 - 134,02 - 138,41 + 0 - 29,83) \cdot 100}{306,77}$ = 1,47 %	1,47	0,12	4,96
ТЗ: $\Delta G\% = \frac{(247 - 155,87 - 138,41 + 61,96 - 54,50) \cdot 100}{247}$ = 0,12 %			
Л: $\Delta G\% = \frac{(131,30 - 2,72 - 119,25 + 7,13 - 9,97) \cdot 100}{131,30}$ = 4,96 %			

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

2.4. Вибір обладнання котельні

2.4.1. Вибір водогрійних котлів

Приймаються до встановлення три котли **КВ – ГМ – 10** – варіант, що задовольняє умовам експлуатації котлів в усіх режимах експлуатації в т.ч. в режимі Л на мінімально допустимому тепловому навантаженні.

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

2.4.2. Вибір рециркуляційних насосів

Передбачаємо встановлення рециркуляційних насосів типу НКУ.

2.4.2.1. Здійснюю вибір типорозміру насосів рециркуляції, його номінальної подачі – $Q_{\text{нас.реци}}^{\text{ном}}, \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$, та напору – $H_{\text{нас.реци}}^{\text{ном}}$, м вод. ст., на базі визначених максимальних значень (в режимі ТЗ) пропуску води через трубопровід рециркуляції – $G_{\text{реци}} = 54,50 \frac{\text{т}}{\text{год}}$ ($56 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$) та опору трубопровідної системи рециркуляції – $\Delta H_{\text{реци}}$ (не вище 40 м вод. ст.).

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

$$N_{\text{нас.реци}}^{\text{роб}} = \frac{G_{\text{реци}}^{\text{М.З}}}{Q_{\text{нас.реци}}^{\text{роб}}} = \frac{56}{90} = 0,62 *$$

*Примітка.

Одержане число насосів потрібно округлити до більшого цілого значення.

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

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

2.4.2.4. Блок параметрів по насосам рециркуляції наводжу в табл. 2.34.

Таблиця 2.34.

Характеристика насосів рециркуляції

№ П / П	Ум. позн.	Назва параметру	Один. виміру	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОС А	Типорозмір насоса рециркуляції	–	3 інформацій- ного листа завода- виробника З паспорту насоса	НКУ – 90		
2	$Q_{\text{н. реци}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	$\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$	“ – “	90		
3	$H_{\text{н. реци}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “	38		
4	$N_{\text{н. реци}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт	“ – “	22		
5	$\eta_{\text{н. реци}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,6		
6	$Q_{\text{н. реци}}^{\text{роб}}$	Робочий діапазон подачі	$\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$	“ – “	54...108		

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

2.4.3. Вибір циркуляційних насосів теплової мережі (мережних насосів)

Передбачаємо до встановлення, як мережних насосів, відцентрові насоси типу Д.

2.4.3.1. Здійснюю вибір типорозміру мережних насосів, його номінальної подачі – $Q_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}, \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$, та напору – $H_{\text{нас.мер}}^{\text{ном}}$, м вод. ст., на базі визначених максимальних значень (в режимі ТЗ) витрати води через трубопровідну систему “Котельна – Тепломережа” – $G_1 = 170,87 \frac{\text{т}}{\text{год}}$, та опору трубопровідної системи – $\Delta H_{\text{мер}}$ (не вище 40 м вод. ст.) та статичного напору тепломережі.

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

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

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

2.4.3.3. Блок параметрів по мережним насосам наводжу в табл. 2.35.

Таблиця 2.35.

Характеристика мережних насосів

№ П / П	Ум. позн.	Назва параметру	Один. виміру	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	–	З листа завода- виробника	Д 320–70		К–45– 30
2	$Q_{\text{нас. мер}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	$\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$	З паспорту насоса	320		45
3	$H_{\text{нас. мер}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “	70		30
4	$N_{\text{нас. мер}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт	“ – “	90		7,50
5	$\eta_{\text{нас. мер}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,78		0,63
6	$(H_{\text{кав}})_{\text{нас. мер}}^{\text{но}}$ м	Номінальний кавітаційний запас насоса	м вод. ст.	“ – “	6		4,5
7	$Q_{\text{нас. мер}}^{\text{роб}}$	Робочий діапазон подачі	$\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$	“ – “	224...384		60...120

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

2.4.4. Вибір внутрішньо-котельних насосів

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

2.4.4.1. Вибір насосів сирії води

2.4.4.1.1. Здійснюю вибір типорозміру насосів сирії води, його

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

визначених значень витрати води для підживлення – $G_{\text{с.в}} = 16,67 \frac{\text{т}}{\text{год}}$, та

опору трубопроводної системи – ΔH (не вище 40 м вод. ст.).

2.4.4.1.2. Знаходимо число робочих насосів сирії води – $N_{\text{нас.с.в}}^{\text{роб}}$, шт., за формулою:

$$N_{\text{нас.с.в}}^{\text{роб}} = \frac{G_{\text{с.в}}}{Q_{\text{нас.с.в}}^{\text{роб}}} = \frac{16,67}{20} = 0,83 *$$

*Примітка.

Одержане число насосів потрібно округлити до більшого цілого значення.

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

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

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

2.4.4.1.4. Блок параметрів по насосам сирії води наводжу в табл. 2.36.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристика насосів сирії води

№ П / П	Ум. позн.	Назва параметру	Один. виміру	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	–	З листа завода- виробника	К 20/30		
2	$Q_{\text{нас. с.в}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	$\frac{м^3}{год}$	З паспорту насоса	20		
3	$H_{\text{нас. с.в}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “	30		
4	$N_{\text{нас. с.в}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт	“ – “	5,50		
5	$\eta_{\text{нас. с.в}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “	0,55		
6	$(H_{\text{кав}})_{\text{нас.св}}^{\text{ном}}$	Номінальний кавітаційний запас насоса	м вод. ст.	“ – “	3,5		

2.4.4.5. Вибір підживлювальних насосів

2.4.4.5.1. Здійснюю вибір типорозміру насосу, його номінальної

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

визначених значень витрати води для підживлення – $G_{\text{підж}} = 15 \frac{т}{год}$,

опору трубопроводної системи – ΔH (не вище 40 м вод. ст.) та статичного напору.

2.4.4.5.2. Знаходимо число робочих насосів – $N_{\text{нас.підж}}^{\text{роб}}$, шт., за формулою

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

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

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

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

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

2.4.4.5.4. Блок параметрів по насосам наводжу в табл. 2.37.

Таблиця 2.37.

Характеристика підживлювальних насосів

№ П / П	Ум. позн.	Назва параметру	Один. виміру	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	–	З листа завода- виробника	К 65–50–160а		
2	$Q_{\text{нас. підж}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	$\frac{м^3}{год}$	З паспорту насоса		20	
3	$H_{\text{нас. підж}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “		30	
4	$N_{\text{нас. підж}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт	“ – “		4	
5	$\eta_{\text{нас. підж}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “		0,6	
6	$(H_{\text{кав}})_{\text{підж}}^{\text{ном}}$	Номінальний кавітаційний запас насоса	м вод. ст.	“ – “		3,7	

2.4.4.6. Вибір насосів технологічної води

2.4.4.6.1. Здійснюю вибір типорозміру насосу, його номінальної подачі –

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

значень витрати води для потреб промислового підприємства – $G_{\text{техн}} =$

$$108,61 \frac{т}{год} \text{ та опору трубопроводної системи – } \Delta H \text{ (не вище 40 м вод. ст.).}$$

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.					51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4.4.6.2. Знаходимо число робочих насосів технологічної води –

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

$$N_{\text{нас.тех}}^{\text{роб}} = \frac{G_{\text{техн}}}{Q_{\text{нас.тех}}^{\text{роб}}} = \frac{108,61}{125} = 0,87 *$$

*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. Знаходимо число встановлених насосів з урахуванням одного резервного – $N_{\text{нас.тех}}^{\text{вст}}$, шт, за формулою:

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

5.4.3.4. Блок параметрів по насосам технологічної води наводжу в табл. 2.38.

Таблиця 2.38

Характеристика насосів технологічної води

№ П / П	Ум. позн.	Назва параметру	Один. виміру	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	–	3 інформацій- ного листа завода- виробника З паспорту насоса	Grundfos TPE 80–570		
2	$Q_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	$\frac{м^3}{год}$			125	
3	$H_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	м вод. ст.	“ – “		50	
4	$N_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт	“ – “		22	
5	$\eta_{\text{нас.тех}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “		0,77	

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

2.4.4.7. Вибір насосів хім. очищеної води

2.4.4.7.1. Здійснюю вибір типорозміру насосу, його номінальної подачі

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

витрати хім. очищеної води для підживлення – $G_{\text{хов}} = 15,15 \frac{\text{т}}{\text{год}}$, та опору трубопроводної системи – ΔH (не вище 40 м вод. ст.).

2.4.4.7.2. Знаходимо число робочих насосів хім. очищеної води – $N_{\text{нас.хов}}^{\text{роб}}$, шт., за формулою:

$$N_{\text{нас.хов}}^{\text{роб}} = \frac{G_{\text{техн}}}{Q_{\text{нас.хов}}^{\text{роб}}} = \frac{15,15}{20} = 0,76 *$$

*Примітка.

Одержане число насосів потрібно округлити до більшого цілого значення.

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

2.4.4.7.3. Знаходимо число встановлених насосів з урахуванням одного резервного – $N_{\text{нас.хов}}^{\text{вст}}$, шт, за формулою:

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

2.4.4.7.4. Блок параметрів по насосам сирі води наводжу в табл. 2.39.

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.				53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Характеристика насосів хім. очищеної води

№ П / П	Ум. позн.	Назва параметру	Один. виміру	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	7	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса рециркуляції	–	3 інформацій- ного листа завода- виробника З паспорту насоса	Grundfos TPE 40–360		
2	$Q_{\text{нас. хов}}^{\text{ном}}$	Номінальна подача насоса	$\frac{м^3}{год}$	“ – “		20	
3	$H_{\text{нас. хов}}^{\text{ном}}$	Номінальний напір насоса	М ВОД. СТ.	“ – “		40	
4	$N_{\text{нас. хов}}^{\text{ном}}$	Номінальна потужність насоса	кВт	“ – “		4	
5	$\eta_{\text{нас. хов}}^{\text{ном}}$	Номінальний ККД насоса	од.	“ – “		0,75	

2.4.4.8. Вибір деаераторів водогрійної котельні

Загальноприйнятим рішенням для водогрійних котельних є встановлення для деаерації води не менше двох деаераторів вакуумного типу з охолодником випару для кожного. До встановлення обираємо 3 деаератори ДВ–15. Блок параметрів наводжу в таблиці 2.40.

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Характеристика деаераторів водогрійної котельні

№ п / п	Назва параметру	Один. виміру	Метод визначення	Значення для режимів		
				МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7
1	Типорозмір деаератора	–	З інформаційного листа заводу-виробника	ДВ–15		
2	Номінальна продуктивність	$\frac{t}{год}$	З паспорту обладнання	5		
3	Діапазон продуктивності	$\frac{t}{год}$	“ – “	4,5...18		
4	Температура деаерованої води	°С	“ – “	40...80		
5	Температура теплоносія	°С	“ – “	70...180		
6	Тип охолодника випару		“ – “	ОВВ–2		
7	Тиск робочий абсолютний	МПа	“ – “	0,0075...0,05		
8	Тип ежектора		“ – “	ЕВ–10		

2.4.4.9. Вибір підігрівників

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

2.4.4.9.1. Підігрівник сирової води

2.4.4.9.1. Теплове навантаження підігрівника сирової води $Q_{псв} = 0,29$ МВт;

2.4.4.9.2. Обчислюємо наявний температурний перепад:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{\mu}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\mu}}} = \frac{140 - 60}{\ln \frac{140}{60}} = 94,45 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2.4.4.9.3. Визначаємо необхідну поверхню теплообміну:

$$F = \frac{Q_{нсв}}{k\Delta t} = \frac{0,29 \cdot 10^6}{2500 \cdot 94,45} = 1,03 \text{ м}^2$$

де k – коефіцієнт теплопередачі.

З переліку стандартних типорозмірів підігрівників обираємо секційний підігрівник ПВ–z–05. Площа поверхні теплообміну однієї секції – $F = 1,11 \text{ м}^2$, довжина трубки – 2 м, загальна кількість труб – 12.

2.4.4.9.2. Підігрівник хім. очищеної води

2.4.4.9.2.1. Теплове навантаження підігрівника хім. очищеної води

$$Q_{хов} = 0,62 \text{ МВт};$$

2.4.4.9.2.2. Обчислюємо наявний температурний перепад:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\sigma} - \Delta t_{м}}{\ln \frac{\Delta t_{\sigma}}{\Delta t_{м}}} = \frac{105 - 45}{\ln \frac{105}{45}} = 70,84 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

2.4.4.9.2.3. Визначаємо необхідну поверхню теплообміну:

$$F = \frac{Q_{нсв}}{k\Delta t} = \frac{0,62 \cdot 10^6}{2500 \cdot 70,84} = 3,3 \text{ м}^2$$

З переліку стандартних типорозмірів підігрівників обираємо секційний підігрівник ПВ–z–09. Площа поверхні теплообміну однієї секції – $F = 3,4 \text{ м}^2$, довжина трубки – 2 м, загальна кількість труб – 37, кількість секцій – 1.

2.4.4.9.3. Підігрівник технологічної води

2.4.4.9.3.1. Теплове навантаження підігрівника сирої води $Q_{тех} = 10,99 \text{ МВт};$

2.4.4.9.3.2. Обчислюємо наявний температурний перепад:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\sigma} - \Delta t_{м}}{\ln \frac{\Delta t_{\sigma}}{\Delta t_{м}}} = \frac{65 - 50}{\ln \frac{65}{50}} = 57,25 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

2.4.4.9.3.3. Визначаємо необхідну поверхню теплообміну:

$$F = \frac{Q_{тех}}{k\Delta t} = \frac{10,99 \cdot 10^6}{2500 \cdot 57,25} = 56,79 \text{ м}^2$$

З переліку стандартних типорозмірів підігрівників обираємо секційний підігрівник ПВ-z-16. Площа поверхні теплообміну однієї секції – $F = 28 \text{ м}^2$, довжина трубки – 4 м, загальна кількість труб – 151, кількість секцій – 2.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.					56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Таблиця 2.41.

Рекомендоване тягодуттєве обладнання

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

Перевіряю дану рекомендацію, виконавши розрахунки:

2.4.4.10.1. Знаходимо витрату повітря та димових газів:

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

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

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

2.4.4.10.2. Приводжу реальні параметри до заводських:

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

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

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

2.4.4.10.3. За визначеними параметрами, за допомогою робочих полів підтверджую вірність обраного тягодуттєвого обладнання.

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.				57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

2.8. ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНОЇ

2.8.1. Знаходимо годинну витрату природного газу в котельні – $V_{\text{КОТ}}$, тис. $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$, для трьох режимів роботи за формулою:

$$V_{\text{КОТ}} = \frac{(1,01 \div 1,02) \cdot \sum Q_{\text{КОТ}} \cdot 10^3 \cdot 3,6}{\eta_{\text{КОТ}} \cdot Q_n^{\text{роб}}}$$

Результати визначення навожу у табл. 2.42.

Таблиця 2.42.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $V_{\text{КОТ}} = \frac{1,02 \cdot 26,52 \cdot 10^3 \cdot 3,6}{0,92 \cdot 33730} = 3,11$ тис. $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$	3,11		
ТЗ: $V_{\text{КОТ}} = \frac{1,02 \cdot 17,96 \cdot 10^3 \cdot 3,6}{0,92 \cdot 33730} = 2,10$ тис. $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$		2,10	
Л: $V_{\text{КОТ}} = \frac{1,02 \cdot 10,69 \cdot 10^3 \cdot 3,6}{0,92 \cdot 33730} = 1,25$ тис. $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$			1,25

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

$$\Sigma W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} = W_{\text{нас.рец}} + W_{\text{нас.тм}} + W_{\text{нас.підж}} + W_{\text{нас.св}} + W_{\text{нас.хв}} + \Sigma W_{\text{ВД}} + \Sigma W_{\text{Д}} + W_{\text{освітл}} = 2 \cdot 22 + 2 \cdot 90 + 2 \cdot 7,50 + 2 \cdot 4 + 2 \cdot 5,50 + 2 \cdot 22 + 2 \cdot 4 + 3 \cdot 40 + 3 \cdot 10,7 + 3 \cdot 30 + 10 = 550,17 \text{ кВт};$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.					58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$W_{\text{вл.п}}^{\text{год}} = \sum W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} \cdot 1 \cdot K_{\tau}^{\text{год}} = 550,17 \cdot 1 \cdot 0,8 = 440,13 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{год}}$$

$$W_{\text{вл.п}}^{\text{доб}} = \sum W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} \cdot 24 \cdot K_{\tau}^{\text{доб}} = 550,17 \cdot 24 \cdot 0,75 = 9\,903 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{добу}}$$

$$W_{\text{вл.п}}^{\text{рік}} = \sum W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} \cdot 8\,760 \cdot K_{\tau}^{\text{рік}} = 550,17 \cdot 8\,760 \cdot 0,65 = 3\,132\,649,80 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{добу}}$$

де

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

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

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

3.4. Знаходимо для МЗ режима середньогодинні питомі витрати природного газу – $(b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{газ}}$, $\frac{\text{м}^3}{\text{МВт}}$, та умовного в палива – $(b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{у.п}}$, кг у.п./МВт в котельній з відпущеної теплової енергії за формулами:

$$(b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{газ}} = \frac{B_{\text{КОТ}} \cdot 10^3}{\sum Q_{\text{ЖР}} + Q_{\text{П.П}}}$$

$$(b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{у.п}} = \frac{B_{\text{КОТ}} \cdot K_{\text{газ}} \cdot 10^3}{\sum Q_{\text{ЖР}} + Q_{\text{П.П}}}$$

Результати визначення навести у таблиці 2.43.

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 4.43.

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
$(b_m^{відн})_{газ} = \frac{3,11 \cdot 10^3}{14,53 + 12} = 117,11 \frac{м^3}{МВт}$	117,11		
$(b_m^{відн})_{у.п} = \frac{3,11 \cdot 1,15 \cdot 10^3}{14,53 + 12} = 134,67 \text{ кг у.п. / МВт}$	134,67		

3.5. Знаходимо проектну середньодобову питому витрату електричної енергії в котельній на відпущену теплову енергію – $e_e^{добр}$,

$\frac{кВт}{МВт}$ за формулою:

$$e_e^{добр} = \frac{\sum W_{вл.п}^{добр}}{Q_{ЖПР} \cdot 24} = \frac{9903}{26,53 \cdot 24} = 13,22 \frac{кВт}{МВт}$$

3.6. Знаходимо собівартість теплоти, відпущеної від котельні – C_Q ,

$\frac{грн}{МВт}$ за формулою:

$$C_Q = \left[\frac{(b_m^{відн})_{у.п}}{K_{у.п}} \right] \cdot C_{палив} \cdot 10^{-3} + e_e^{відн} \cdot C_e + C_Q^{експл} = \left(\frac{134,67}{1,15} \right) \cdot 7780,80 \cdot 10^{-3} + 13,22 \cdot 1,89 + 50 = 986,19 \frac{грн}{МВт}$$

3.7. Формую висновок щодо енергоефективності проектної котельні.

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

Основні результати розрахунку зводжу в таблицю 2.44.

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Таблиця 2.44

Результати розрахунку теплової схеми котельні з водогрійними котлами

№ п/п	Назва параметру	Умовне позначення	Од. виміру	Числове значення для режимів		
				МЗ	ТЗ	Л
1	Тем-ра зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	°С	-24	+3,4	+15
2	Сумарне теплове навантаження житлового району	$\Sigma Q_{\text{Ж.Р}}$	МВт	14,53	5,97	0,38
3	Теплове навант.промислового підприємства	$Q_{\text{п.п}}$	МВт	12	12	12
4	Сумарне теплове навантаження котельні	$\Sigma Q_{\text{КОТ}}$	МВт	26,52	17,96	10,69
5	Температура мережної води в "прямій" магістралі на виході з котельні	τ_1	°С	140	70	70
6	Температура води в "зворотній" магістралі на вході в котельню	τ_2	°С	60	36	30
7	Температура води в "зворотній" магістралі на вході в мережні насоси	$\tau_{\text{звор}}$	°С	62,5	50,2	64,2
8	Витрата води в "прямій" магістралі на виході з котельні	G_1	$\frac{m}{\text{год}}$	149,02	170,87	7,72
9	Убуток води в тепломережі	$G_{\text{убут}}$	$\frac{m}{\text{год}}$	15	15	5
10	Витрата води в «зворотній» магістралі на вході в котельню	G_2	$\frac{m}{\text{год}}$	134,02	155,87	2,72
11	Витрата води в трубопроводі рециркуляції котлів	$G_{\text{рец}}$	$\frac{m}{\text{год}}$	29,83	54,50	9,97
12	Витрата води в трубопроводі перепуску	$G_{\text{пер}}$	$\frac{m}{\text{год}}$	0	61,96	7,13
13	Число встановлених водогрійних котлів	$N_{\text{ВК.ВСТ}}$	од.	3	3	3

Розробив				
Перевірив	Самійленко С.М.			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ

Арк.

61

продовження таблиці 2.44.

1	2	3	4	5	6	7
14	Число котлів, що знаходяться в експлуатації	$N_{BK.P}$	од.	3	2	1
15	Число котлів, що експлуатуються в базовому (номінальному) номінальному режимі	$N_{BK.B}$	од.	1	1	1
16	Число котлів, що експлуатуються в режимі змінного навантаження	$N_{BK.З}$	од.	2	1	0
17	Годинна витрата природного газу в котельні	$V_{КОТ}$	тис. $\frac{m^3}{год}$	3,11	2,10	1,25
18	Питома витрата природного газу на відпущену від котельні теплову енергію	$(b_T^{відп})_{газ}$	$\frac{m^3}{MВт}$	117,11		
19	Питома витрата умовного палива на відпущену від котельні теплову енергію	$(b_T^{відп})_{у.п}$	кг у.п. / МВт	134,67		
20	Сумарна встановлена потужність споживачів електроенергії котельні	ΣW_{BK}	кВт	550,17		
21	Середньодобова питома витрата електроенергії на відпуск теплоти від котельні	$e_e^{год}$	$\frac{кВт}{MВт}$	13,22		
22	Вартість природного газу	$C_{палив}$	$\frac{грн.}{тис.м^3}$	6490		
23	Вартість електроенергії	C_e	$\frac{грн.}{кВт \cdot год}$	3,380		
24	Собівартість теплоти, що відпущена від котельні	C_Q	$\frac{грн.}{MВт}$	986,19		

Розробив				
Перевірив	Самійленко С.М.			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ

Арк.

62

3. Охорона праці

Метою дослідження виробничого травматизму є розробка заходів по запобіганню нещасних випадків на підприємстві.

Причини виробничого травматизму підрозділяються на:

- організаційні, які залежать від рівня організації праці на підприємстві (порушення технологічного процесу, порушення законодавчих актів з охорони праці вимог інструкцій, відсутність або неякісне проведення інструктажу і навчання, невиконання заходів щодо охорони праці, порушення норм та правил планово попереджувального ремонту обладнання, відсутність або недосконалість огорож місць роботи, відсутність засобів індивідуального захисту, невідповідальність норм санітарно-гігієнічних факторів і т.п.);

- технічні (невідповідальність вимогам безпеки або несправність виробничого обладнання, інструменту і засобів захисту; конструктивні недоліки обладнання).

- санітарно-гігієнічні (несприятливі метеорологічні умови, підвищений рівень шуму, вібрації, ультразвука, нерівномірне освітлення; підвищений вміст у повітрі робочих зон шкідливих речовин; наявність різних випромінювань вище допустимих значень; недостатнє або нераціональне освітлення; порушення правил особистої гігієни і т.п.);

- психофізіологічні (фізичні, нервово-емоційні перенапруги людини; помилкові дії працівника внаслідок втоми, надмірної важкості і напруженості роботи, монотонності праці, хворобливого стану, необережності; нервово-психічні перевантаження).

					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №2 в місті Суми</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Гамоля С.В.</i>					63	71
<i>Перевірив</i>		<i>Самійленко С.М.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>				<i>НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ЗТЕ-5-10ск</i>		

Основні заходи по запобіганню травматизму передбачено: в системі нормативно-технічної документації з безпеки праці; в організації навчання і забезпечення працюючих безпечними засобами захисту; в прогнозуванні виробничого травматизму; раціональному плануванні коштів і визначення економічної ефективності від запланованих заходів.

Заходи по запобіганню виробничого травматизму поділяють на організаційні (проведення інструктажу та навчання робітників, нагляд за роботою, організація раціональної праці і відпочинку, забезпечення спецодягом виконання правил експлуатації обладнання) та технічні (раціональне архітектурно - планувальне рішення будівель згідно санітарних, будівельних і протипожежних норм і правил, безпечне обладнання, запобігання аваріям, вибухам і пожежам та ін.).

Працюючим, для плідної роботи та збереження свого здоров'я необхідно створити наступні санітарні умови на виробництві:

- зручне робоче місце;
- чисте повітря, нормована освітленість, захист від шуму та вібрацій;
- засоби безпеки при роботі з травмонебезпечним обладнанням;
- робочим одягом та різними засобами індивідуального захисту (за необхідністю, медичним обслуговуванням та санітарно-профілактичними заходами, що призначені для збереження здоров'я).

Мікроклімат виробничих приміщень та його нормування Мікроклімат виробничих приміщень - це сукупність параметрів повітря у виробничому приміщенні, які діють на людину у процесі праці, на його робочому місці, у робочій зоні.

Робоче місце - територія постійного або тимчасового знаходження людини у процесі праці.

Робоча зона - частина простору робочого місця, обмежене по висоті 2 м від рівня підлоги.

Параметри мікроклімату:

- температура повітря T , °C;
- відносна вологість повітря Y , %;

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- швидкість руху повітря V , м/с.;
- теплове випромінювання, Вт/м³.

Значні коливання параметром мікроклімату можуть привести до порушення терморегуляції організму (здатність організму утримувати постійну температуру), що приводить до порушення системи кровообігу, загальної слабкості і т.п.

Нормування параметрів мікроклімату здійснюється згідно санітарних норм ДСН 3.3.6.042-99. Встановлені оптимальні та допустимі параметри мікроклімату.

Оптимальні мікрокліматичні умови – це такі параметри мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину забезпечують нормальний тепловий стан організму без напруги і порушення механізмів терморегуляції.

Допустимі мікрокліматичні умови – це такі показники мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину можуть призвести до дискомфорту теплопочуття, що обумовлюється напруженням механізмів терморегуляції, і не виходить за межі фізіологічних можливостей організму людини.

Параметри мікроклімату нормуються залежно від наступних факторів: 1) періоду року (теплий, холодний); 2) категорії важкості робіт за фізичним навантаженням; 3) виду робочого місця (постійне, непостійне).

Гранично допустимою концентрацією (ГДК) шкідливої речовини у повітрі робочої зони виробничого приміщення вважається така концентрація, вплив якої на людину в разі її щоденної регламентованої тривалості не призводить до зниження працездатності чи захворювання в період трудової діяльності та у наступний період життя, а також не чинить негативного впливу на здоров'я нащадків.

Методи контролю вмісту шкідливих речовин у повітрі:

- безперервно-автоматичні – здійснюються за допомогою газоаналізаторів;

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив		<i>Самійленко С.М.</i>				66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- індикаторні методи хімічного аналізу з використанням газоаналізаторів УГ-1, УГ-2, ГХ-4 та ін.;

- санітарно-хімічні – калориметричний, фотоколоритмічний, хроматографічний та ін.

Вісімнадцять відсотків інформації зовнішнього світу людина отримує через очі. Якість інформації залежить від освітлення. Неякісне освітлення викликає втому організму, може стати причиною виробничого травматизму.

Отже, раціональне освітлення виробничих приміщень і робочих місць є одним з найважливіших заходів виробничої санітарії.

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути природним, штучним і суміжним, а за функціональним призначенням – робочим, аварійним, евакуаційним, охоронним, черговим.

Освітлення характеризується кількісними і якісними показниками, при цьому застосовують поняття системи світлотехнічних одиниць і величин.

Основними поняттями цієї системи є світловий потік, сила світла, освітленість та яскравість.

Раціональне освітлення повинно відповідати таким умовам: бути достатнім (відповідним нормі, рівномірним, не утворювати тіней на робочій поверхні, не засліплювати).

Електробезпека – система організаційних і технічних заходів та засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої й небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електричного поля, статичної електрики.

Широке використання електроенергії у всіх галузях народного господарства та у побуту приводить до значного розширення кола осіб пов'язаних з експлуатацією електроустановок.

Електроустановками називається сукупність машин, ліній, доп.обладнання (разом з спорудами та приміщеннями, у яких вони встановлені), призначені для виробництва, перетворення, трансформації, передачі, розподілу електроенергії та перетворення її у інші види енергії.

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Порушення вимог електробезпеки при роботі на електроустановках, як правило, приводить до електротравм.

Електротравма – це травма спричинена дією на організм людини електричного струму або електричної дуги. Кількість нещасних випадків зі смертельним наслідком при електротравматизмі найбільше (складає близько 40%), при загальній кількості біля 1%. Виникнення електротравм може бути викликано: дотиком до частин, що проводять струм; дотиком до апаратів, що знаходяться у аварійному режимі; попаданням під напругу кроку; наближенням до апаратів високої напруги (поразка електричною дугою). В порівнянні з іншими видами нещасних випадків електротравматизм має такі особливості:

- людина не може визначити дистанційно наявність напруги,
- електричний струм діє не тільки в місці контакту, а на весь організм у цілому,
- людина може отримати електротравму без безпосереднього контакту з струмопровідними частинами (попадання під напругу кроку, враження через електричну дугу).

Електричний струм може викликати: термічну (опік); хімічну (зміни складу крові); механічну (розрив тканин); біологічну (подразнення та порушення живих тканин організму, фібриляція серця) та інші дії.

Електротравми бувають: місцеві, загальні і змішані.

Місцеві електричні травми - електричні опіки, електричні знаки або мітки (круглі або овальні плями на тілі у місцях входу та виходу електричного струму), металізація шкіри, електроофтальмія (опік роговиці очей).

Загальні - електричний удар, при якому вражається весь організм через порушення нормальної діяльності життєво важливих органів. Проявляється у вигляді фібриляції серця, хаотичного скорочення волокон серцевих м'язів, зупинки дихання та електричного шоку. Своєрідна нервово-рефлекторна реакція організму у відповідь на сильне роздратування електричним струмом.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Електротравми можуть бути наслідком технічних організаційно-технічних, організаційних і організаційно-соціальних причин.

Виділяють три системи засобів і заходів забезпечення електробезпеки:

- система технічних засобів і заходів (ізоляція, блоківки безпеки, вирівнювання потенціалів, захисне розділення електричних мереж та ін.);
- система електрозахисних засобів (ізолюючі штанги та кліщі, покажчики напруги діелектричні рукавиці та ін.); діелектричне взуття та килими, ізолюючі підставки накладки та ковпаки, захисні огороження та ін.)
- система організаційно-технічних заходів і засобів (створення електротехнічної служби затвердження посадових інструкцій, навчання та перевірка знань працівників з питань електробезпеки та ін.).

Вогонь, що вийшов із-під контролю, здатний викликати значні руйнівні та смертоносні наслідки. До таких проявів вогняної стихії належать пожежі.

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується у часі і просторі.

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі, в тому числі їх вторинних проявів (полум'ята та іскри, підвищена температура навколишнього середовища, токсичні продукти горіння й термічного розкладу матеріалів і речовин, дим, знижена концентрація кисню, уламки, частини зруйнованих апаратів, агрегатів, конструкцій; радіоактивні та токсичні речовини і матеріали, викинуті зі зруйнованих апаратів та установок; електричний струм, пов'язаний з переходом напруги на струмопровідні елементи будівельних конструкцій, апаратів, внаслідок пошкодження ізоляції під дією високих температур; небезпечні фактори вибухів, пов'язаних з пожежами; вогнегасні речовини).

Система пожежної безпеки – це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збитків від неї.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метою пожежної безпеки об'єкта є попередження виникнення пожежі на визначеному чинними нормативами рівні, а у випадку виникнення пожежі – обмеження її розповсюдження, своєчасне виявлення, гасіння пожежі, захист людей і матеріальних цінностей.

Правовою основою діяльності в галузі пожежної безпеки є Конституція, Закон України «Про пожежну безпеку» та інші закони України, постанови Верховної Ради України, укази і розпорядження Президента України, декрети, постанови та розпорядження Кабінету Міністрів України; рішення органів державної виконавчої влади, місцевого та регіонального самоврядування, прийняті в межах їх компетенції.

Закон України «Про пожежну безпеку» визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України, регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від їх діяльності та форм власності.

Пожежна охорона створюється з метою захисту життя і здоров'я громадян, приватної, колективної та державної власності від пожеж, підтримання належного рівня пожежної безпеки на об'єктах і в населених пунктах.

Основними завданнями пожежної охорони є:

- здійснення контролю за дотриманням протипожежних вимог;
- запобігання пожежам і нещасним випадкам на них;
- гасіння пожеж, рятування людей та надання допомоги в ліквідації наслідків аварій, катастроф і стихійного лиха.

Пожежна охорона поділяється на державну, відомчу, місцеву та добровільну.

Горіння – екзотермічна реакція окислення речовини, яка супроводжується виділенням диму та виникнення полум'я або світінням.

Горіння може бути гомогенним та гетерогенним. У всіх випадках для горіння характерні три стадії: виникнення, поширення та згасання полум'я (дефлаграційне горіння, вибухове та детонаційне).

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

За походженням та деякими зовнішніми особливостями розрізняють такі форми горіння:

- спалах – швидке згорання горючої суміші без утворення стиснених газів, яке не переходить у стійке горіння;
- займання – горіння, яке виникає під впливом джерела запалювання;
- спалахування – займання, що супроводжується появою полум'я;
- самозаймання – горіння, що починається без впливу джерела запалювання;
- самоспалахування – самозаймання, що супроводжується появою полум'я;
- тління – горіння без випромінювання світла що, як правило, розпізнається за прояву диму.

Евакуація – це вимушений процес руху людей з метою рятування.

Нормалізація несприятливих мікрокліматичних умов здійснюється за допомогою комплексу заходів та способів, які включають: будівельно-планувальні, організаційно-технологічні та інші заходи колективного захисту. Для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників використовуються засоби індивідуального захисту, медико-біологічні тощо.

Нормовані параметри мікроклімату на робочих місцях повинні бути досягненні, в першу чергу, за рахунок раціонального планування виробничих приміщень і оптимального розміщення в них устаткування з тепло-, холодо- та вологовиділеннями. Для зменшення термічних навантажень на працюючих передбачається максимальна механізація, автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами і устаткуванням.

У приміщеннях із значними площами закслених поверхонь передбачаються заходи захисту від перегрівання при попаданні прямих сонячних променів в теплий період року (орієнтація віконних прорізів схід-захід, улаштування жалюзі та ін.), від радіаційного охолодження — в зимовий (екранування робочих місць). При температурі внутрішніх поверхонь огорожувальних конструкцій, вище допустимих величин робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше 1 м.

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

У виробничих приміщеннях з надлишком (явного) тепла використовують природну вентиляцію (аерацію).

Аераційні ліхтарі та шахти розташовують безпосередньо над основними джерелами тепла на одній осі. У разі неможливості або неефективності аерації встановлюють механічну загально обмінну вентиляцію. При наявності одиничних джерел тепловиділень оснащують обладнання місцевою витяжною вентиляцією у вигляді локальних відсмоктувачів, витяжних зонтів та ін. У замкнутих і невеликих за об'ємом приміщеннях (кабіни кранів, пости та пульти керування, ізольовані бокси, кімнати відпочинку тощо) при виконанні операторських робіт використовують системи кондиціонування повітря з індивідуальним регулюванням температури та об'єму повітря, що подається.

При наявності джерел тепловипромінювання вживають комплекс заходів з теплоізоляції устаткування та нагрітих поверхонь за допомогою теплозахисного обладнання.

Вибір теплозахисних засобів обумовлюється інтенсивністю тепловипромінювання, а також умовами технологічного процесу.

При неможливості технічними засобами забезпечити допустимі гігієнічні нормативи опромінення на робочих місцях використовуються засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) — спецодяг, спецвзуття, ЗІЗ для захисту голови, очей, обличчя, рук. Передбачаються такі ЗІЗ:

- для постійної роботи в гарячих цехах — спецодяг (костюм чоловічий повстяний), а при ремонті гарячих печей та агрегатів — автономна система індивідуального охолодження в комплексі з повстяним костюмом;
- при аварійних роботах — тепловідбиваючий комплект з металізованої тканини;
- для захисту ніг від теплового випромінювання, іскор і бризок розплавленого металу, контакту з нагрітими поверхнями — взуття шкіряне спеціальне для працюючих в гарячих цехах;
- для захисту рук від опіків — рукавиці суконні, брезентові, комбіновані з надолонниками з шкіри та спилку;

Розробив					00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.					72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ОПИС ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАНОВАНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОЄКТУ

При впровадженні в дію проектних рішень по будівництві нової котельні пропонується такий обсяг робіт та установку обладнання:

- нові газові котли ККД не менше 92%;
- додатковий економайзер;
- мережеві циркуляційні насоси;
- підживлювальні насоси;
- димова труба для димових газів;
- система водоочищення;
- нова арматура і труби;
- система автоматизації та безпеки.

Реконструкція котельні повинна проводитися згідно діючих будівельних норм:

- ДБН В.2.5-77:2014. Котельні;
- ДБН В.1.1-7:2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва;
- ДБН В.1.1-31:2013. Захист територій будинків і споруд від шуму;
- ДБН В.1.2-14:2008. Загальні принципи забезпечення надійності, та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ;
- ДБН В.2.5-20:2001. Газопостачання;
- ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення;
- ДБН В.2.5-39:2008. Теплові мережі;
- ДБН В.2.5-56:2010. Системи протипожежного захисту;
- ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування;
- ДБН В.2.5-28:2006. Природне і штучне освітлення;

					00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Гамоля С.В.				Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №2 в місті Суми	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів	Самійленко С.М.						73	94
Реценз.						НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ЗТЕ-5-10ск		
Н. Контр.								
Затверд.	Петренко В.П.							

- ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід і каналізація;
- ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди;
- ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди.

Згідно ДБН В.2.5.77:2014 котли необхідно встановлювати тільки заводського виготовлення і за умови комплектного постачання котлоагрегатів, включаючи топкові пристрої, хвостові поверхні нагрівання, тягодуттьові установки, контрольно-вимірювальні пристрої, засоби регулювання і керування. Паливо приймаються за вимогами стандартів. Для котелень продуктивністю більше 25 МВт необхідно, крім основного газоподібного палива, передбачити резервне паливо.

Газоповітряний тракт проектується за результатами аеродинамічного розрахунку.

Кількість димових труб визначається з урахуванням вимог виробника котельного обладнання. Висота димових труб визначається за даними аеродинамічного розрахунку та перевіряється результатами розсіювання забруднюючих речовин.

При експлуатації котелень передбачаються різні види трубопроводів, які повинні конструюватись та обслуговуватись у відповідності з вимогами відповідних державних норм і стандартів:

- трубопроводи води (пари);
- трубопроводи паливного газу;
- трубопроводи кисню;
- трубопроводи стисненого повітря;
- трубопроводи агресивних середовищ (для водопідготовки) тощо.

В якості допоміжного обладнання в котельних можуть встановлюватись деаератори води, живильні насоси (для парових котлів), водопідігрівальні установки, рециркуляційні насоси, баки-акумулятори гарячої води, редуційно-охолоджувальні установки тощо.

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Водопідготовка котелень передбачає фізико-хімічну обробку води, що забезпечить роботу котлів, парогенераторів, пароводяного тракту, тепловикористовуючого обладнання та теплових мереж без корозійних пошкоджень, ушкоджень від накипу та шламу, отримання води (або пари) необхідної якості. В якості обробки може використовуватися фільтрація, коагуляція, вапнування, содовапнування, пом'якшення та ін.

Електропостачання котелень забезпечується відповідно до вимог державних стандартів, норм, правил, інструкцій. За надійністю електропостачання котельні відносяться до першої категорії, також рекомендується встановлювати автономні резервні джерела енергії.

Котельні необхідно обладнувати пристроями захисту обладнання (автоматика безпеки), автоматичного регулювання, контролю, сигналізації, щитами керування.

Системи опалення та вентиляції повинні відповідати державним нормам та правилам. Опалення передбачається, коли робота котлоагрегату не забезпечує необхідної температури у виробничій зоні. Вентиляція забезпечує виведення надлишків тепла та повітрообмін приміщень.

У будівлях та спорудах слід передбачати технічні рішення, які забезпечують:

- нормовані параметри мікроклімату та концентрацію шкідливих речовин у повітрі зони обслуговування приміщень житлових будинків, громадських будівель і споруд, будівель адміністративного та побутового призначення згідно з санітарно-епідеміологічними вимогами та відповідно до положень розділу 5 "Параметри внутрішнього та зовнішнього повітря" ДБН В.2.5-67:2013;

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- нормовані параметри мікроклімату та концентрацію шкідливих речовин у повітрі робочої зони виробничих, лабораторних та складських (далі - виробничих) приміщень у будівлях будь-якого призначення згідно з ГОСТ і санітарно-гігієнічними вимогами до мікроклімату виробничих приміщень згідно з ДСН 3.3.6.042 та відповідно до положень розділу 5 "Параметри внутрішнього та зовнішнього повітря" ДБН В.2.5-67:2013;

- нормовані рівні шуму та вібрацій від роботи обладнання та систем опалення і внутрішнього теплопостачання, вентиляції, повітряного опалення, кондиціонування й охолодження повітря (далі - опалювально-вентиляційного обладнання) згідно з вимогами ДБН В.1.1-31, ДСТУ Б EN 15251, ГОСТ 12.1.003, ГОСТ 12.1.012, ДСН 3.3.6.037, ДСН 3.3.6.039, СанПиН 1304, СН 3077, а також від зовнішніх джерел шуму відповідно до ДБН В.1.2-10. Для систем аварійної вентиляції при роботі або випробуванні в приміщеннях, де встановлено це обладнання, допускається відповідно до ГОСТ 12.1.003 рівень шуму не більше ніж 110 дБА, а рівень імпульсного шуму - не більше ніж 125 дБА;

- вибухопожежобезпечність опалювально-вентиляційного обладнання відповідно до ДБН В.1.1-7 і ДБН В.1.2-7;

- охорону атмосферного повітря від вентиляційних викидів шкідливих речовин відповідно до ДБН А.2.2-1 і ДСП-201;

- механічну безпеку, електробезпеку, виконання вимог охорони праці під час монтажу, налагодження, випробувань та експлуатації опалювально-вентиляційного обладнання;

- ефективне використання енергоресурсів для опалення та внутрішнього теплопостачання, вентиляції, повітряного опалення, кондиціонування й охолодження повітря;

- надійність та ремонтпридатність систем опалення та внутрішнього теплопостачання, вентиляції, повітряного опалення, кондиціонування й охолодження повітря, а також можливість доступу до їх обладнання,

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

запірно-регулювальної арматури, приладів і деталей, рознімних з'єднань для огляду, технічного обслуговування та заміни, налагодження;

Водопровід та каналізація котелень передбачається відповідно до вимог чинних норм. Вода використовується для виробничих, господарсько-питних та протипожежних потреб. Як правило, для охолодження обладнання застосовують оборотну систему водопостачання.

У котельнях проектують побутову, виробничу каналізацію і внутрішні водостоки. Каналізацію, забруднену механічними домішками, необхідно передбачати з системою очищення на місцевих установках стоків перед випуском у зовнішню мережу каналізації або направляти у золошлаковідвали.

Можливі негативні впливи на навколишнє середовище є локальними і керованими і будуть зумовлені, насамперед, відновлювальними та/або будівельними роботами, що проводяться в межах зони впливу об'єктів ЦО або міських районів, на яких вже експлуатуються різні об'єкти комунальної і транспортної інфраструктури.

4.1. Опис основних характеристик планованої діяльності

Основна діяльність об'єкта дослідження – виробництво теплової енергії.

Котельня являє собою розташовану в одному технічному приміщенні установку, яка складається з котла і допоміжного обладнання (тягодуттьові машини, механізми і пристрої управління, димова труба тощо), для отримання водяної пари або гарячої води за рахунок теплоти палива, що спалюється. Основним пристроєм котельні є паровий або водогрійний котел, в якому відбувається нагрівання робочої рідини (теплоносія, як правило води або пари).

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				77
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Для забезпечення споживачів більш якісними послугами та підвищення енергоефективності технологічного обладнання в котельні планується встановлення сучасних газових котлів ККД яких буде складати не менше 92%. При цьому також передбачається встановлення додаткового обладнання, а саме: додатковий економайзер; підживлювальні насоси; мережні водяні насоси; димохід, стійкий до агресивних впливів димових газів; система водоочищення; нова арматура і труби; автоматизація та системи безпеки.

Котельня має працювати в повністю автоматичному режимі без участі персоналу на об'єкті.

Проектом передбачається підключення до існуючої системи опалення міста, що являє собою закриту систему теплопостачання. При закритій системі вода віддає свою теплоту у місцевих системах і повністю повертається в котельню.

Важливою частиною системи міських та промислових трубопроводів, а також головним каналом доставки тепла від його джерела до споживачів, є теплотраса. Від способу її укладання, якості монтажу, антикорозійних та ізоляційних властивостей використаних матеріалів залежить не тільки міцність, надійність і безпека теплотраси, але термін її експлуатації і здатність без втрат доставляти тепло в будинки, промислові та адміністративні об'єкти.

Обладнання котельної складається із наступних систем:

- Будівля котельні
- Котельне обладнання (котли)
- Пальники
- Газове обладнання
- Насосне обладнання
- Теплообмінна система котельні

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					78
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Системи автоматизації, зв'язку і сигналізації, контролю і пожежної безпеки

- Системи водоочистки та водопідготовки
- Мембранний розширювальний бак
- Газоходи і димові труби

Котли є одним з важливих елементів котельних установок. Саме в них відбувається нагрів теплоносія.

Теплоносій для котелень (вода або пар) утворюється за рахунок отриманої теплової енергії від спалювання палива.

При виборі виду і кількість котлів проводяться техніко-економічні розрахунки, для яких враховуються наступні фактори:

- продуктивність котлів та котельні в цілому
- забезпечення стабільності в роботі котлів при мінімальному навантаженні в теплий період року
- кількість споживачів
- відстань транспортування теплоносія до кінцевого споживача
- вимоги до ККД котла
- вид палива та його хімічні характеристики (тверде паливо, газ, електроенергія)
- автоматизація роботи котельні та її ступінь
- габаритні розміри котла
- міцність елементів котла
- можливість очищення, промивки та ремонту котла

Пальники. Одним з важливих робочих елементів котельні є пальник. Функціями будь-яких пальників (газових, дизельних) є підготовка, змішання палива і повітря і спалювання отриманої горючої суміші в камері згоряння котла, за рахунок чого відбувається нагрівання теплоносія в котлі.

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				79
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Вибір конструкції і типу пальника здійснюється на підставі використовуваного палива (рідкого палива або газу), а також аналізу вимог до потужності і продуктивності котла, розмірами камери згоряння котла, діапазону і типом регулювання пальника. Так, газові пальники бувають одноступеневими, двоступеневими (з можливістю працювати в двох режимах), плавно-двоступеневі (працюють в діапазоні заданих режимів) і модульованим пальником (працюють в діапазоні потужностей від 10 до 100%).

Газове обладнання для котелень. До газового обладнання котелень відносяться:

- газорегуляторні установки ГРУ
- газорегуляторні пункти ГРП
- регулятори тиску газу
- газові фільтри
- запірні і запобіжні арматури
- контрольно-вимірвальне обладнання (лічильники, датчики, манометри, термометри, напороміри)

Газове обладнання котелень проектується відповідно до вимог ДБН В.2 5-20 НПАОП 0.00-1.20 та ДБН В.2.5-77_2014 Котельні. Згідно з ними, встановлення ГРУ встановлюються в будівлі котельні, а пункти ГРП на майданчику котельні. Кількість трубопроводів подачі газу також регламентується для: котельних I категорії потужністю які працюють тільки на газі, газ від ГРУ або ГРП може надходити від двох трубопроводів; в котельних II категорії - від одного.

Фільтри грубої і тонкої очистки газу необхідні для фільтрації газу від домішок, твердих частинок і крапель, які можуть засмітити трубопроводи, знизити продуктивність котлів і зменшити термін служби обладнання.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					80
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Запірна і запобіжна арматура встановлюється на газовій лінії котельні також для нормальної і безпечної експлуатації газового обладнання. Основними елементами такої арматури є запірні і термозапірні клапани, контрольні клапани, зворотні клапани, запобіжні клапани, засувки.

Насосне обладнання котелень. Насоси необхідні для рівномірної подачі теплоносія та його відпуску, транспортування теплоносія по трубах до теплового джерела і циркуляції теплоносія. В залежності від специфіки котельні і використовуваного котельного обладнання вибирається тип і конструкція насоса. Конструктивно насоси виготовляються і поставляються з паровим або електроприводом. За типом насоси бувають мережеві (для циркуляції теплоносія в системі), живильні (для подачі води до котлів), циркуляційні (для забезпечення заданого тиску води у споживача), конденсатні і підживлювальні (для заповнення системи водою із зовнішніх джерел) насоси. Кількість насосів розраховується виходячи з продуктивності котельні. При цьому в деяких випадках обов'язкова установка резервного насоса.

Теплообмінна система котельні. Система ГВП котельні складається з теплообмінників, зазвичай пластинчастих, і водопідігрівачів (парових, водяних, пароводяних). Теплообмінне обладнання встановлюється для підігріву мережної води, чи для потреб гарячого водопостачання. Кількість водопідігрівачів розраховується для кожної системи котельні (системи вентиляції, системи опалення) і в залежності від необхідних параметрів.

Автоматизація котельних установок, системи зв'язку, сигналізації, контролю і пожежної безпеки. Особливістю котелень (котельних установок) є повністю автоматизована робота котельні без постійної присутності персоналу, але під постійною диспетчеризацією і контролем за допомогою виведення інформації про параметри роботи котельні на дистанційному пульті управління.

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

У випадку аварійних ситуацій (припинення подачі палива до пальників, зниження/підвищення тиску води/пари, підвищення/пониження рівня води, зникнення електричного напруги, підвищення/пониження температури води на виході тощо) інформація про них надходить на пульт управління котельні. Для оповіщення про поломки обладнання повинна бути передбачена система сигналізації. При цьому автоматично відбувається відключення обладнання яке вийшло з ладу, та введення у роботу резервного обладнання. Регулювання параметрів роботи котельні повинно здійснюватися автоматично, якщо ці параметри виходять за рамки заданих.

Водопідготовка котельних установок, водоочистка. Система водопідготовки необхідна для очищення води перед надходженням в котли або теплові мережі від механічних домішок і розчинених забруднювачів, демінералізації та пом'якшення. Це запобігає утворенню накипу на котельному обладнанні, утворення корозії і спінювання котлової води і винесення солей з парою. Для підготовки води використовується кілька методів: механічна фільтрація і нанофільтрація, зворотний осмос, вапнування, ультрафільтрація, дехлорування, натрій-катіонування та ін. Серед обладнання, використовуваного в системах водопідготовки, можна назвати: фільтри, установки знезалізнення, установка пом'якшення, вихрові реактори для реагентного пом'якшення і т. п.

Мембранний розширювальний бак. Розширювальні баки необхідні у складі котелень, так як вони запобігають підвищення тиску води (при підігріві води відбувається її розширення і, відповідно, збільшення її обсягу), можливість гідроудару і компенсують її обсяг. Баки також видаляють утворився повітря в результаті нагрівання теплоносія. Для виконання цих функцій в котельні встановлюють розширювальні баки для різних систем: розширювальний бак опалення і розширювальний бак гарячого водопостачання.

Конструктивно мембранні баки для опалення та водопостачання схожі.

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				82
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Вони являють собою вертикальний або горизонтальний циліндричний або прямокутний бак, встановленої всередині еластичною мембраною. Ця мембрана розділяє розширювальний бак на повітряний та рідинний відсіки. Принцип роботи мембранного бака полягає в тому, що надлишки води в системі при її нагріванні потрапляють в бак. Цю воду можна використовувати для водопостачання та водопідготовки, подаючи її в систему під потрібним тиском.

Матеріал розширювальних баків для системи опалення повинен бути більш стійким до високих температур. Розширювальні баки для систем водопостачання повинні бути зроблені з еластичного матеріалу, щоб витримувати великі перепади тиску.

Димові труби і газоходи. Димові труби і газоходи відносяться до системи димовидалення (газовідводу) котельних установок. У разі утрудненого природного розсіювання відпрацьованих газів і диму (у разі відсутності природної тяги) будуються димові труби різних конструкцій. Газоходи ж тягнуться від котлів і кріпляться перпендикулярно до димових труб [5].

Матеріал, висота, діаметр та метод кріплення труби знаходяться виходячи з потужності котельні та на підставі аеродинамічних розрахунків газового тракту, швидкості газу, вимог до стійкості конструкції.

На котельних установках також встановлюється допоміжне обладнання для надійної експлуатації котлів і всієї системи в цілому. Комплект допоміжного обладнання залежить від виду використовуваного палива, від потужності і від техніко-економічних вимог. Допоміжне обладнання включає в себе:

- деаератори (вакуумні, атмосферного тиску, хімічні, термічні)
- водопідігрівач (бойлер)
- баки-акумулятори та ін.

Основними видами енергоресурсів, що використовуються в технологічному процесі виробництва теплової енергії є:

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					84
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- природний газ (спалювання в топках котлоагрегатів);
- електроенергія (для приводів механізмів, що обертаються (насосів, димовсмоктувачів і вентиляторів) та освітлення);
- вода (виробничі – водопідготовка, охолодження тощо, господарсько - питні та протипожежні потреби).

Кількість матеріалів та природних ресурсів, необхідних для випуску продукції – теплової енергії, буде визначатись в процесі складання проектних рішень.

Оцінка за видами та кількістю очікуваних відходів, викидів (скидів), забруднення води, повітря, ґрунту та надр, шумового, вібраційного, світлового, теплового та радіаційного забруднення, а також випромінення, які виникають у результаті виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності (табл. 4.1) [6].

Таблиця 4.1.

Наявність впливу на довкілля у результаті виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності

№ п/п	Очікуваний вплив на довкілля	Підготовчі і будівельні роботи	Провадження планової діяльності
1	Утворення відходів	Утворення будівельних та побутових відходів	Утворення промислових та побутових відходів
2	Забруднення повітря	Викиди в атмосферу від транспортних засобів та будівельної техніки, при проведенні земляних робіт, а також при веденні зварювальних і фарбувальних робіт	Викиди в атмосферу при спалюванні паливного газу
3	Забруднення води	Утворення стічних вод	Утворення стічних вод
4	Забруднення ґрунту та надр, порушення ґрунтового покриву	Порушення ґрунтового покриву при будівництві	Забруднення відсутнє
5	Шумове забруднення	Шум від транспортних засобів і будівельних робіт	Шум від роботи котельного обладнання
6	Вібраційне забруднення	Вібрація від транспортних засобів і будівельних робіт	Забруднення відсутнє
7	Світлове забруднення	Забруднення відсутнє	Забруднення відсутнє
8	Теплове забруднення		Викиди в атмосферу
9	Радіаційне забруднення		Забруднення відсутнє
10	Випромінення		Забруднення відсутнє

4.2. Утворення, накопичення і утилізація відходів

В ході здійснення будівельних та монтажних робіт на об'єкті утворюватимуться наступні види відходів – будівельні відходи (у тому числі обмурувальні матеріали і теплоізоляція), брухт чорних і кольорових металів, побутові (ТПВ).

Це відходи IV класу небезпеки, які тимчасово будуть зберігатися в місцях збору з дотриманням правил безпеки. У міру накопичення відходи доставлятимуться на майданчики і місця тимчасового зберігання для подальшого транспортування на об'єкти утилізації, місця знешкодження або захоронення [7].

Тверді побутові відходи будуть складуватися в спеціальні контейнери для побутових відходів, потім передаватимуться спеціалізованим підприємствам для захоронення на полігоні твердих побутових відходів.

При експлуатації котельні передбачається утворення ряду відходів. Загалом на виробничих ділянках (котельнях) утворюються певні види відходів, тож їх перелік від котельні очікується аналогічним. Перелік та характеристика відходів об'єкту наведена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2.

Перелік та характеристика відходів об'єкту

Найменування відходу	Код відходу за класифікатором	Група	Коди небезпечних складників
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Брухт чорних металів дрібний інший	7710.3.1.08	77	C10
Брухт кольорових металів дрібний інший	7710.3.1.09	77	C01, C19
Матеріали обтиральні зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені	7730.3.1.06	77	C81
Фарби, емалі, лаки, чорнила, речовини для склеювання зіпсовані або відпрацьовані, їх залишки, що не можуть бути використані за призначенням	7710.3.1.19	77	C84
Відходи комунальні (міські) змішані, у т.ч. сміття з урн	7720.3.1.01	77	-
Відходи змішані будівництва та знесення будівель і споруд	4510.2.9.09	45	-
Бій матеріалів та виробів скляних	4510.1.3.07	45	-
Абсорбенти зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені	7730.3.1.04	77	C81

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				86
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Найменування відходу	Код відходу за класифікатором	Група	Коди небезпечних складників
Лампи люмінесцентні та відходи, які містять ртуть, інші зіпсовані або відпрацьовані**	7710.3.1.26	77	C26
Відходи від функціонування установок для очищення вод стічних, не позначені іншим способом	9030.2.9.08	90	-
Шлами, що утворюються під час очищення опріснювачів води	4010.2.9.03	40	C84
Шлами водні, що утворюються під час очищення котлів парових	4010.2.9.04	40	C84
Речовини та матеріали інші, які застосовуються в енергетиці, зіпсовані, забруднені або неідентифіковані, їх залишки, які не можуть бути використані за призначенням	4010.1.2.07	40	-

** – Рекомендується проектувати освітлення приміщень без використання люмінесцентних ламп, відходи яких відносяться до першого класу небезпеки та потребують спеціальних умов зберігання та утилізації.

На території розташування котельні повинно бути передбачене суцільне непроникливе тверде покриття по всій території проммайданчику з метою недопущення забруднення землі та водоносних шарів зливовими і талими водами, нафтопродуктами та іншими забруднюючими речовинами.

Вплив на атмосферне повітря

Джерелами впливу на атмосферне повітря в період будівництва об'єкту проектування є викиди забруднюючих речовин при проведенні земляних та будівельних робіт. Джерелами викидів ЗР в атмосферне повітря очікуються: транспортні засоби та будівельна техніка, а також зварювальні та фарбувальні роботи.

Забруднюючими речовинами при роботі двигунів внутрішнього згорання автотранспорту, які працюють на бензині, будуть: оксид вуглецю, діоксид азоту, сірки діоксид, вуглеводні, а також додатково – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок та бенз(а)пірен – при роботі на дизельному паливі.

При проведенні земляних робіт передбачається пиління – виділення речовин у вигляді суспендованих твердих частинок [5].

При зварювальних роботах в атмосферу можуть виділятися оксиди заліза та оксиди мангану. При фарбуванні – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (лакофарбовий аерозоль) та НМЛОС.

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>				87
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Забруднення атмосферного повітря від даних джерел носитиме тимчасовий характер, після завершення будівельних робіт їх виділення з даної території припиниться. Дані викиди не є властивими для основного технологічного процесу та мають короткочасний характер впливу.

У процесі провадження планованої діяльності основним джерелом викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря буде димова труба/труби котельні, з яких виділятимуться продукти спалювання палива. Котельню планується обладнати газовими котлами загальною потужністю 85,9 МВт. Інших джерел викиду не передбачається.

Нижче наведено розрахунок кількості забруднюючих речовин, які будуть викидаються в атмосферу. За відсутності вихідних даних та характеристик обладнання, для оцінки впливу на атмосферне повітря було використано максимально можлива кількість палива, що відповідає досягненню наміченій меті – підвищення ефективності системи опалення міста. Перелік видів та обсягів забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря стаціонарними джерелами наведений в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3.

Перелік видів та обсягів забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря стаціонарними джерелами

№ з/п	Забруднююча речовина		Потенційний обсяг викидів (т/рік)	Порогові значення потенційних викидів для взяття на державний облік (т/рік)
	код	найменування		
1	2	3	4	5
1	06000337	Оксид вуглецю	10,892	1,5
2	0700011812	Вуглецю діоксид	40365,92	500
3	12000410	Метан	0,726	10
4	01007183	Ртуть та її сполуки (у перерахунку на ртуть)	0,00007	0,0003
5	04001301	Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту [NO + NO ₂])	72,612	1
6	0400211815	Азоту(1) оксид (N ₂ O)	0,073	0,1
		Загальний викид	40450,223	
		в т.ч. парникові гази	40366,719	

Розробив				<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.				88
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Для котельного обладнання потужністю 85,9 МВт передбачено отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря з урахуванням технологічних нормативів допустимих викидів у тому разі, якщо відхідні гази від двох або кількох окремих теплосилових установок викидатимуться через загальну димову трубу (окрім окремих установок потужністю менше 15 МВт).

Відповідно до наказу Мінприроди від 22.10.2008 №541 «Про затвердження технологічних нормативів допустимого викиду забруднюючих речовин із теплосилових установок, номінальна теплова потужність яких перевищує 50 МВт» масова концентрація забруднюючих речовин у газах, що відводяться від окремого типу обладнання (котли) у місці їх виходу з устаткування (або газоочисного обладнання, яке встановлене безпосередньо за джерелом утворення викидів), не повинні перевищувати технологічних нормативів (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4.

Дозволені обсяги викидів забруднюючих речовин, що відводяться від окремих типів обладнання

Джерело утворення	Забруднююча речовина		Максимальна масова концентрація забрудн. речовини мг/м ³	Технологічний норматив допустимих викидів відповідно до законодавства мг/м ³	Затверджений гранично-допустимий викид
	код	Найменування			
Газові котли (окремо для кожного) загальною потужністю 85,9 МВт. Паливо: природний газ	301	Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерах. на діоксид азоту	-	100	100
	337	Оксид вуглецю	-	100	100

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					89
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При небезпечних метеорологічних умовах виробнича діяльність повинна проводитись у відповідності до плану заходів, що регулюють викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря в такі періоди.

Вплив на водне середовище

В ході проведення робіт, пов'язаних з будівництвом, очікується використання води для приготування будівельних сумішей, миття техніки, агрегатів, в господарсько-питних цілях, та відповідне утворення стічних вод.

Місце будівництва має бути обладнане водозбірними резервуарами на майданчиках миття техніки та септичними системами для відведення і очищення каналізаційних стоків. Водні ресурси (поверхневі і підземні води) в період проведення робіт з будівництва не використовуватимуться, скидання стічних вод в навколишнє середовище не прогнозується. Інших негативних впливів на гідросферу не передбачається. За рахунок модернізації системи опалення міста очікується зменшення споживання води та утворення стічних вод. Вода в котельнях використовується для виробничих, господарсько-питних та протипожежних потреб.

Кількість води на виробничі потреби знаходиться сумою витрат:

- на водопідготовку;
- на охолодження обладнання та механізмів;
- на гідравлічні виконавчі механізми;
- на мокре прибирання приміщень (із розрахунку 0,4 дм³/м²

площі підлоги один раз на добу).

Вищевказані витрати води (окрім прибирання) знаходяться за даними заводів-виробників котельного обладнання. Як правило, для охолодження обладнання застосовують оборотну систему водопостачання.

Витрату води на зовнішнє пожежогасіння приймаються за найбільшою витратою згідно проектних рішень по будівництву будівель та споруд. Для господарсько-питних та побутових потреб розрахункові витрати води знаходяться за кількістю та витратою санітарно-технічних приладів та кількістю споживачів. У котельнях проектують побутову, виробничу каналізацію та внутрішні водостоки.

Каналізацію необхідно передбачити з очищенням на місцевих установках стоків. Виробничі стічні води очищають до допустимих концентрацій. Для приймання аварійних розливів та стічних вод передбачають встановлення лотків та трапів.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					91
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Скид стічних вод до системи міської каналізації повинен здійснюватися відповідно до Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення.

Вплив на ґрунт та надра

У результаті виконання підготовчих і будівельних робіт передбачаються земельні роботи. Можливе порушення ґрунтового покриву на ділянці при будівництві комунікацій і споруд (будівлі, дороги, трубопроводи тощо).

На території розташування котельні повинно бути передбачене суцільне непроникливе тверде покриття по всій території проммайданчику з метою недопущення забруднення землі та водоносних шарів зливовими і талими водами, нафтопродуктами та іншими забруднюючими речовинами.

Забруднення надр та ґрунту в період будівництва не передбачається.

При провадженні планової діяльності забруднення надр та ґрунту не передбачається.

Шумове навантаження

Будівельні машини, механізми та транспортні засоби, що будуть використовуватися при будівництві, є джерелами непостійного шуму.

Шумове навантаження під час виконання підготовчих і будівельних робіт (робота двигунів будівельної техніки) на межі житлової забудови повинні знаходитися в межах допустимих значень і відповідати санітарним вимогам (таблиця 4.5).

Джерелом незначного шуму на проектуваному об'єкті під час планової діяльності може бути котельне обладнання.

Джерелами шуму котелень можуть бути водогрійні котли (шум горіння), насосне обладнання, газорозподільні пристрої, системи газоходів і вентиляції котелень, димососи.

Таблиця 4.5.

Допустимі рівні шуму від джерел з непостійними акустичними характеристиками

Місце визначення		Еквівалентні рівні звуку <i>LA екв, дБА</i>	Максимальні рівні звуку <i>LA макс, дБА</i>
Територія підприємства		80	80
Жила забудова	з 7 до 23	55	70
	з 23 до 7	45	60

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Самійленко С.М.					92
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рівень звукового тиску визначається згідно з ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму» та ДСТУ-НБВ.1.1-35:2013 «Настанова з розрахунку рівнів шуму в приміщеннях і на територіях».

Шумовий режим відповідає нормативному, якщо сумарні рівні шуму від усіх джерел не перевищують допустимих значень, встановлених санітарно-гігієнічними нормативами.

Виходячи з того, що проектні рішення щодо будівництва котельні на момент проведення ОВД відсутні, інформації щодо рівнів звукової потужності котельного обладнання немає і, відповідно, розрахунок звукового тиску не наведено.

Рівні шуму від планової діяльності повинні відповідати вимогам ДСП № 173-96 та ДСН 3.3.6.037-99, показники яких наведені в 1.5.6 та 1.5.7.

Вібраційний вплив

Будівельні машини, механізми та транспортні засоби, що будуть використовуватися при будівництві, можуть бути джерелами вібрації. Рівні вібрації не повинні перевищувати санітарно-гігієнічних нормативів згідно ДСП № 173-96 та ДСН 3.3.6.039-99 [8].

Під час планової діяльності вібраційне забруднення не передбачається.

Світлове забруднення

Світлове забруднення не передбачається.

Теплове забруднення

Теплове забруднення при будівництві не передбачається.

При роботі котельного обладнання виникатиме теплове забруднення атмосферного повітря в процесі видалення продуктів спалювання температурою $\approx 100 - 200^{\circ}\text{C}$ з димової труби котельні.

Радіаційне забруднення

При виконанні будівельно-монтажних робіт для забезпечення радіаційної безпеки необхідно керуватися вимогами ДГН 6.6.1.-6.5.001-98. Державні гігієнічні нормативи. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Під час планової діяльності радіаційне забруднення території не передбачається.

Розробив					<i>00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	<i>Самійленко С.М.</i>					93
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЛІТЕРАТУРА

1. Прядко М.О., Павелко В.І., Рябчук О.М. 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. Прядко М.О., Філоненко В.М. Метод. вказівки до викон. кваліфікаційного проекту “Система теплопостачання житлово-промислового району міста” рівня підготовки бакалавра для студентів напряму 6.050601 “Теплоенергетика” ден. та заоч. форм навч. Частина 2. – К.: НУХТ, 2011. – 110 с.
3. Філоненко В.Н. Нагнітачі та теплові двигуни. – Мет. вказ. до вивчення дисципліни для студентів спеціальності “Теплоенергетики” ден. та заочн. форм навчання. – К.: НУХТ. – 2004. – 50 с.
4. Філоненко В.Н., Масліков М.М. Джерела енергопостачання промислових підприємств. – Мет. вказ. до вивчення дисципліни для студентів спеціальності “Промислова теплоенергетики” ден. та заочн. форм навчання. – К.: НУХТ. – 2002. – 34с.
5. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний та ін. – К.: Основа, 2006 – 448 с.
6. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І. М. Основи охорони праці. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 264 с.
7. Основи охорони праці: / В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г. Валенко та ін.; за ред. проф. В.В. Березуцького. – Х.:Факт, 2005. – 480 с.
8. Русаловський А.В. Правові та організаційні питання охорони праці: Навч. посіб. – 4-те вид., допов. і перероб. – К.: Університет «Україна», 2009.– 295 с.

					00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Гамоля С.В.				Проект системи теплопостачання житлово-промислового району №2 в місті Суми	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів	Самійленко С.М.						94	94
Реценз.						НУХТ. Каф. ТЕХТ гр. ЗТЕ-5-10ск		
Н. Контр.								
Затверд.	Петренко В.П.							

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
1	Водогрійний котел 11,6 кВт; 140/70°C	3	КВ-ГМ-10
2	Мережевий насос Q=200 т/год., Н=36 м вод.ст.	3	Д200-36
3	Мережевий насос (літо) Q=20 т/год., Н=18 м вод. ст.	3	К-20/18
4	Насос рециркуляції Q=90 т/год., Н=38 м вод. ст.	2	НКУ-90
5	Насос сирोї води Q=12,5 т/год., Н=20 м вод. ст.	3	К 50-32-125
6	Підігрівник сирої води F=1,11 м ²	2	ПВ-z-05
7	Насос взривлення фільтрів	1	
8	Бак відмивочної води	1	
9	На-катіонітний фільтр I ст.	2	
10	На-катіонітний фільтр II ст.	2	
11	Насос технолог. води Q=125 т/год., Н=50 м вод. ст.	2	Grundfos TPE 80-570
12	Підігрівник технологічної води F=28 м ²	1	ПВ-z-16
13	Ежекційні насоси Q=1 т/год., Н=20 м вод. ст.	2	GRUNDFOS UPS 25-50/2
14	Насос підживлення ТМ Q=10,8 т/год., Н=16 м вод. ст.	3	К 50-32-125а
15	Підігрівник хімоочищеної води F=3,4 м ²	1	ПВ-z-09
16	Насос хімоочищеної води Q=20 т/год., Н=40 м вод. ст.	2	GRUNDFOS TPE 40-360
17	Насос солевого розчину	1	
18	Бак мірник	1	
19	Солерозчинник	1	
20	Вентилятор	3	ВДН-10У
21	Димосос	3	ДН-12,5У
22	Димова труба	1	
23	Деаератор Q=5 т/год.	3	ДВ-15
24	Охолоджувач випару	1	
25	Ежектор	1	
26	Бак технічної води	1	

00БП144.ОПТЕ 008.014 ПЗ

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата	Літера	Аркуш	Аркушіє
Розробив		Гамоля С.В.					
Перевіриє		Самійленко С.М.					
Н. Контр.							
Затверд.		Петренко В.П.					

Проект системи
теплопостачання
житлово-промислового
району №2 в місті Суми

НУХТ. Каф. ТЕХТ, гр. ЗТЕ-5-10ск