

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»

Завідувач 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 та енергоефективні технології

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

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ТЕ 4-4

_____ Божко Олександра Віталіївна _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Прядко Микола Олексійович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

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

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С.Гулого
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 144 Теплоенергетика

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Теплоенергетика та енергоефективні технології
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри ТЕХТ

проф. Петренко В.П.

“30” березня 2021 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Божко Олександр Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

5. Тема роботи Проект системи теплопостачання житлово-промислового району № 4 в місті Львів

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

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “30”03.2021 року № 934-кс

6. Строк подання здобувачем роботи 03.06.2021 року

7. Вихідні дані до роботи технологічне навантаження 10,0 МВт; температура теплоносія 95 °С; розрахункова температура -19 °С; температура зовнішнього повітря -0,6 °С; температура для системи вентиляції -10 °С; тривалість роботи промислового підприємства – 7000 год

8. 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

1. 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.

9. Консультанти розділів роботи

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

Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Визначення теплових навантажень в системі ТПЖР	14.04-21.04.21	Виконано
2	Розрахунок витрати та температури мережної води в прямій та зворотній магістралях	22.04-29.04.21	Виконано
3	Визначення розрахункових витрат теплоносія	30.04-05.05.21	Виконано
4	Формування вихідних даних до Частини 2 проекту	06.05-10.05.21	Виконано
5	Розрахунок теплової схеми котельні	11.05-18.05.21	Виконано
6	Вибір енергетичного обладнання котельні	19.05-23.05.21	Виконано
7	Оформлення креслень та ПЗ	24.05.-31.05.21	Виконано

Здобувач _____

Божко О.В. _____

Керівник роботи _____

Прядко М.О. _____

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ
(ВСТУПНА ЧАСТИНА)

АНОТАЦІЯ

Божко О.В. Проект системи тепlopостачання житлово-промислового району № 4 в місті Львів - кваліфікаційна робота на правах рукопису.

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

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

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

Графічна частина виконана на 3 листах формату А1.

Ключові слова: тепловий розрахунок, котельня, графіки наван- тажень, теплове обладнання, схема абонентського приєднання, водог- рійна котельня, сучасні системи теплозабезпечення.

						00БКР144.ОПТЕ 008.012.ПЗ	Лист
							6
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Bozhko O.V. Project of heat supply system of residential-industrial district № 3 in the city of Lviv - qualification work on the rights of the manuscript.

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

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

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

The fourth section is devoted to district heating of large cities. The graphic part is made on 3 sheets of A1 format.

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

						00БКР144.ОПТЕ 008.012.ПЗ	Лист
							7
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Вступ

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

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

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

Для реалізації виконані такі задачі :

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

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

						ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	Лист
							8
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ І. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЖИТЛОВО-ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ МІСТА

ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРОЕКТУ

1. Географічний пункт розміщення житлово-промислового району – м. Львів.
2. Генплан мікрорайону з розміщенням джерела теплоти – варіант №4
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 9,0 МВт
(Теплоносій – гаряча вода $t'' = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$, степінь повернення води 1,0)
4. Розрахункова температура (максимально зимова) для проектування системи опалення $t_{z.o} = (-18)\text{ }^{\circ}\text{C}$.
5. Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період – $t_{z.ср.оп} = (0,6)\text{ }^{\circ}\text{C}$.
6. Розрахункова температура для проектування системи вентиляції – $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.
7. Температура початку опалювального періоду, $t_{зпк} = +8\text{ }^{\circ}\text{C}$
8. Температура точки “зламу”, $t_{z.з}$ (розраховуються після побудови графіка зміни температури і витрати мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря)
9. В дипломному проекті розрахунки всіх видів теплових навантажень здійснюються для трьох характерних режимів:
 - максимально зимового;
 - точки “зламу” температурного графіка опалення;
 - літнього.
10. Тривалість роботи промислового підприємства – 7000 год.
11. Тривалість опалювального періоду – $n_o = 162$ днів.

Тривалість періоду стояння температур зовнішнього повітря, днів

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

13. Розрахункові температури мережної води $t' / t'' : 140^{\circ}\text{C} / 70^{\circ}\text{C}$.

									Лист
									9
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ			

14. Система теплопостачання – замкнута. *В замкнутій системі*

теплопостачання підігрівачі гарячого водопостачання підключають по двоступінчастій паралельній схемі, а регулювання здійснюють за підвищеним температурним графіком.

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

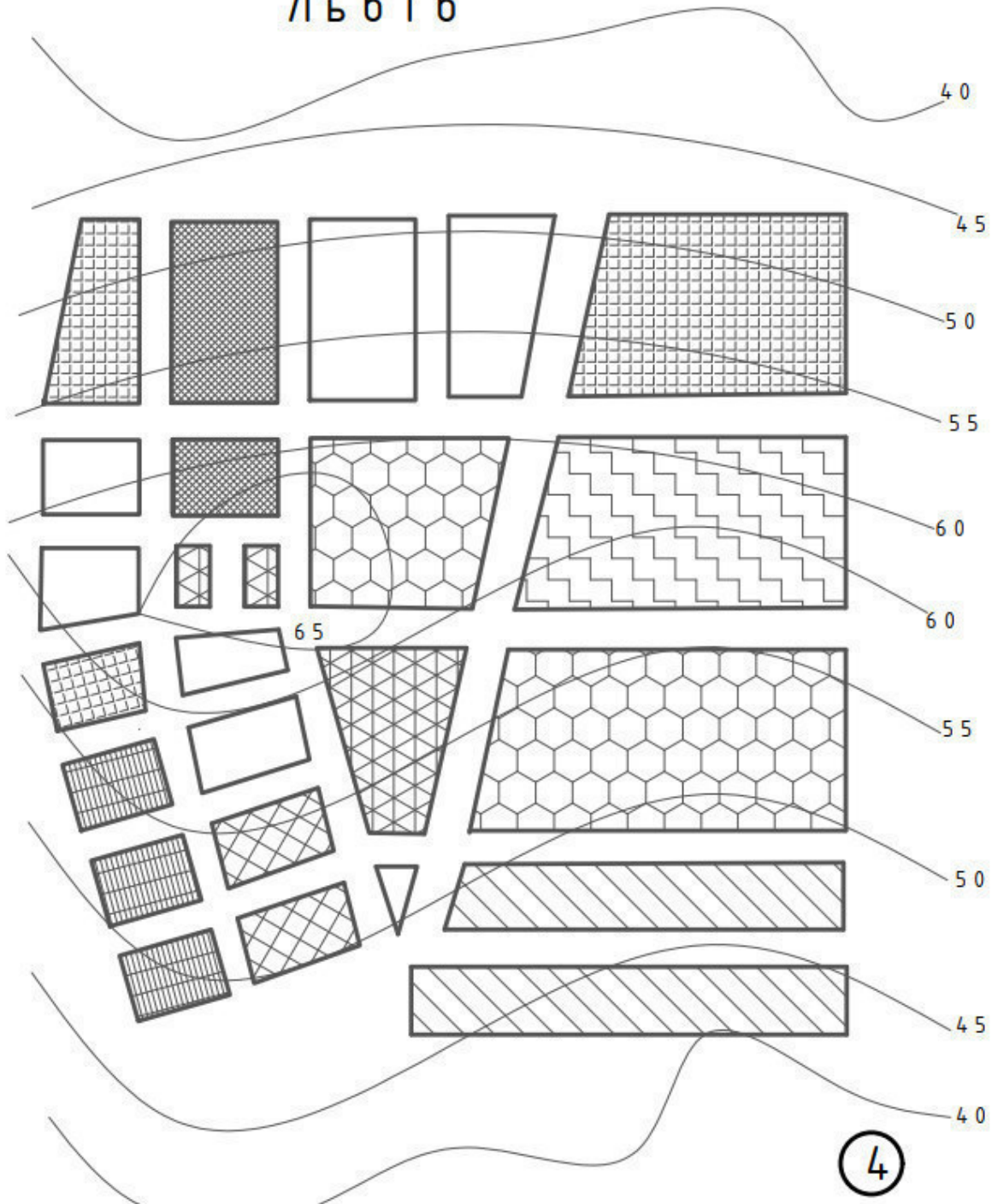
16. Схема підключення підігрівників гарячого водопостачання до системи опалення - двоступенева змішана.

								Лист
								10
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ		

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ В СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО РАЙОНУ

Викреслюємо план району, у відповідності із завданням у масштабі
1:10000

Львів



Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ НА ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЮ ТА ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Для розрахунку системи тепlopостачання потрібно визначити витрату теплоти за одиницю часу. При проектуванні теплових мереж розрахункові теплові потоки на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання житлових, громадських і виробничих споруд визначають за відповідними методиками з використання укрупнених показників

Максимальний годинний тепловий потік на опалення:

$$Q'_{\text{оmax}} = (1+K_1) \cdot q_0 \cdot A, \text{ кВт}$$

де q_0 – укрупнений показник максимального теплового потоку на опалення 1 м^2 загальної площі житлових приміщень, $\text{Вт}/\text{м}^2$, (дод.2), [4];

$$1-2 \quad q_0 = 187 \text{ Вт}/\text{м}^2$$

$$3-4 \quad q_0 = 113,8 \text{ Вт}/\text{м}^2$$

$$5 \text{ і більше} \quad q_0 = 78,2 \text{ Вт}/\text{м}^2$$

K_1 – коефіцієнт, що враховує тепловий потік на опалення громадських приміщень, $K_1=0,25$; A – загальна площа житлових споруд, яку визначають з рівності:

$$A = F_i f_1, \text{ м}^2$$

де f_1 – щільність житлового фонду, $\text{м}^2/\text{га}$, приймається залежно від кількості поверхів забудови, (дод. 6); $f_1=7100 \text{ м}^2/\text{га}$

F_i – площа кварталу, га, визначається по генплану мікрорайону у відповідності з завданням і врахуванням масштабу. $F_i=6,01 \text{ га}$

Кількість мешканців визначаємо з умови заселеності: $1 \text{ меш.} - 25 \text{ м}^2$

$$A = 6,01 * 7100 = 42671 \text{ м}^2$$

$$Q'_{\text{оmax}} = (1+0,25) * 78,2 * 42671 * 10^3 = 4171 \text{ кВт}$$

						ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Максимальний годинний тепловий потік на вентиляцію:

$$Q'_{vmax} = K_1 K_2 q_0 A, \text{ Вт}$$

де K_2 – коефіцієнт, що враховує тепловий потік на вентиляцію громадських споруд, для споруд, побудованих до 1985 р.: $K_2=0,4$.

$$Q'_{vmax} = 0,25 * 0,4 * 78,2 * 42671 * 10^3 = 334 \text{ кВт}$$

Середній годинний тепловий потік на гаряче водопостачання житлових та громадських споруд визначають за формулою:

$$Q_{hm} = q_h \cdot m, \text{ Вт}$$

$$Q_{hm} = 407 * 1707 * 10^3 = 695 \text{ кВт}$$

де q_h - укрупнений показник середнього теплового потоку на гаряче водопостачання на одного мешканця, Вт/меш., (дод.3), [4]; m – кількість мешканців, яку визначають за формулою:

$$m = A_i / f_2$$

$$m = 42671 / 25 = 1707 \text{ людей.}$$

де f_2 – норма загальної площі на одного мешканця, $f_2=25 \text{ м}^2/\text{меш.}$

Максимальний годинний тепловий потік на гаряче водопостачання:

$$Q_{hmax} = 2,4 \cdot Q_{hm}, \text{ Вт}$$

$$Q_{hmax} = 2,4 * 695 = 1668 \text{ кВт}$$

Середній і максимальний годинні теплові потоки на гаряче водопостачання в неопалювальний період:

$$Q_{hm}^s = Q_{hm} \frac{t_h - t_c^s}{t_h - t_c} \beta, \text{ Вт}; \quad Q_{hmax}^s = Q_{hmax} \frac{t_h - t_c^s}{t_h - t_c} \beta, \text{ Вт},$$

$$Q_{hm}^s = 17,2 * (60-15)/(60-5) * 0,8 = 11,30 \text{ МВт}$$

$$Q_{hmax}^s = 41,4 * (60-15)/(60-5) * 0,8 = 26,84 \text{ МВт}$$

де t_c, t_c^s – відповідно температури водопровідної води, в опалювальний період ($t_c=+5 \text{ }^\circ\text{C}$), та в неопалювальний період ($t_c^s =+15^\circ \text{C}$); t_h - температура гарячої води в системі гарячого водопостачання, приймається $+60^\circ\text{C}$ β - коефіцієнт, враховуючий зміну середньої витрати води на гаряче водопостачання в неопалювальний період відносно до опалювального періоду; для житлово-комунального сектора $\beta=0,8$; для курортних і

									Лист
									13
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ			

південних міст $\beta=1,5$; для промислових підприємств $\beta=1,0$. Результати розрахунку по кожному кварталу заносять у таблицю 1.

Таблиця 1

Значення розрахункових теплових потоків

№№ кварталу	Площа кварталу, га	Щільність житлового фонду, м ² /га	Загальна площа житлових споруд, м ²	Кількість мешканців, меш.	Теплові потоки, МВт			
					опалення, Q' _{омах}	вентиляція, Q' _{vмах}	ГВП, Q _{hm}	разом 6+7+8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	6,01	7100	42671	1707	4,17	0,33	0,7	5,2
2	8,36	6000	50160	2006	4,90	0,39	0,8	6,1
3	8,36	4700	39292	1572	5,59	0,45	0,6	6,6
4	7,2	4700	33840	1354	4,81	0,39	0,5	5,7
5	20,2	7100	143420	5737	14,02	1,12	2,3	17,5
6	3,2	4700	15040	602	2,14	0,17	0,2	2,5
7	3,52	6000	21120	845	2,06	0,17	0,3	2,6
8	13,5	3700	49950	1998	11,68	0,93	0,8	13,4
9	22,8	7800	177840	7114	17,38	1,39	2,9	21,7
10	3,36	4700	15792	632	2,25	0,18	0,2	2,7
11	12,6	6300	79380	3175	7,76	0,62	1,3	9,7
12	1,12	7500	8400	336	0,82	0,07	0,1	1,0
13	1,12	7500	8400	336	0,82	0,07	0,1	1,0
14	2,7	7100	19170	767	1,87	0,15	0,3	2,3
15	2,6	4700	12220	489	1,74	0,14	0,2	2,1
16	2,8	6800	19040	762	1,86	0,15	0,3	2,3
17	3,36	4700	15792	632	2,25	0,18	0,2	2,7
18	8,2	7500	61500	2460	6,01	0,48	1,0	7,5
19	27,8	3700	102860	4114	24,04	1,92	1,5	27,5
20	2,8	6800	19040	762	1,86	0,15	0,3	2,3
21	3,36	5200	17472	699	2,49	0,20	0,3	2,9
22	2,8	6800	19040	762	1,86	0,15	0,3	2,3
23	3,36	5200	17472	699	2,49	0,20	0,3	2,9
24	0,56	4700	2632	105	0,37	0,30	0,4	1,1
25	11,4	6300	71820	2873	7,02	0,56	1,2	8,8
Всього	183				132,2	10,85	17,27	160

**Середній і максимальний годинні теплові потоки на ГВП
в неопалювальний період**

Таблиця 2

Розрахунок теплових потоків

Позначення	Тепловий потік при t				
	t _o '=-18°C	t _H = 0°C	t _H "= °C	t _H =+8°C	t _H >+8 °C
Відносний тепловий потік, \bar{Q}_o	1	0,526	-	0,315	-
Тепловий потік на опалення, Q _o , МВт	132	70	-	42	-
Тепловий потік на вентиляцію, Q _v , МВт	10,85	5,71	-	3,41	-
Середній тепловий потік на гаряче водопостачання, Q _{hm} , МВт	17,27	17,27	-	17,27	11,30
Макс. тепловий потік на гаряче водопостачання, Q _{hmax} , МВт	41	41	-	41	26,84
Середній сумарний тепловий потік $\sum Q_m = Q_o + Q_v + Q_{hm}$, МВт	160	93	-	62	11,30
Максимальний сумарний тепловий потік $\sum Q_{max} = Q_o + Q_v + Q_{hmax}$, МВт	185	117	-	87	26,84

Середній і максимальний годинні теплові потоки на ГВП в неопалювальний період:

$$Q_h^s = Q_h^s * (t_h - t_c) / (t_h - t_c) * \beta = 17,27 * (60-15) / (60-5) * 0,8 = 11,30 \text{ МВт}$$

$$Q_{hmax}^s = Q_h^s * (t_h - t_c) / (t_h - t_c) * \beta = 41 * (60-15) / (60-5) * 0,8 = 26,84 \text{ МВт}$$

t_h - температура гарячої води в системі ГВП, приймається +60°C;

β - коефіцієнт, враховуючий зміну середньої витрати води на гаряче водопостачання в неопалювальний період відносно до опалювального періоду для житлово-комунального сектора β=0,8

							Лист
							15
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	

Річні витрати теплоти на опалення визначають за формулою:

$$Q_O^p = k \cdot Q'_{O \max} \cdot \frac{t_i - t_{оп}}{t_i - t'_o} \cdot n_o, \text{ГДж},$$

де t_i – розрахункова температура внутрішнього повітря приміщення, °С; $t_{оп}$ t_o – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, °С; n_o – тривалість опалювального періоду, год: $160 \cdot 24 = 3840$;

k – коефіцієнт переводу одиниць, $k = 3,6$.

$$Q_O^p = 3,6 \cdot 132 \cdot (20 - 1,6) / (20 - (-18)) \cdot 3840 = 88837,4 \text{ ГДж}$$

Річні витрати теплоти на вентиляцію визначають за формулою:

$$Q_V^p = k \cdot Q'_{V \max} \cdot \frac{t_i - t_{оп}}{t_i - t'_o} \cdot n_o \cdot Z / 24, \text{ГДж},$$

$$Q^p = 88837,4 + 4935,4 + 52405 = 146177 \text{ ГДж}$$

де Z – тривалість роботи системи вентиляції на протязі доби, год., $Z = 16$ год.;

$$Q_O^p = 3,6 \cdot 11 \cdot (20 - 1,5) / (20 - (-18)) \cdot 3840 \cdot 16 / 24 = 4935,4 \text{ ГДж}$$

Річні витрати теплоти на гаряче водопостачання визначають за формулою:

$$Q_{hm}^p = k (Q_{hm} \cdot n_o + Q^s_{hm} \cdot (8400 - n_o)), \text{ГДж}$$

де 8400 – кількість годин роботи системи тепlopостачання за рік.

Сумарна річна витрата теплоти складає:

$$Q_O^p = 3,6 \cdot (17,27 \cdot 3840 + 17,38 (8400 - 3840)) = 52405 \text{ ГДж}$$

$$Q^{\Sigma p} = Q_O^p + Q_V^p + Q_{hm}^p, \text{ГДж}$$

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

							Лист
							16
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	

РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ

Загальні положення

Проводимо регулювання закритої системи тепlopостачання по навантаженню ГВП і опалення.

Задача розрахунку регулювання теплових потоків полягає у визначенні температури і витрат мережної води в подаючому і зворотному трубопроводах теплових мереж. Ці величини обчислюють для характерних температур зовнішнього повітря. Температуру води на вході в систему гарячого водopостачання підтримують на рівні 60 °С за допомогою регулятора температури. В закр. системі тепlopостачання останній забезпечує потрібний температурний потенціал гарячої води за рахунок зміни кількості мережної води, що надходить в підігрівач з подаючого трубопроводу.

Рівняння температурних графіків якісного регулювання представляються у вигляді:

- в подаючому трубопроводі теплової мережі

$$\tau_{1,0}(t_H) = t_i + (\tau'_{\text{пр}} - t_i) \cdot \bar{Q}_o^{0,8} + (\tau'_{1,0} - \tau'_{\text{пр}}) \cdot \bar{Q}_o;$$

$$\tau_{1,0}(t_0) = 20 + (87,5 - 20) * 0,526^{0,8} + (150 - 87,5) * 0,526 = 97 \text{ }^\circ\text{C}$$

- після системи опалення (в зворотному трубопроводі теплової мережі)

$$\tau_{2,0}(t_H) = t_i + (\tau'_{\text{пр}} - t_i) \cdot \bar{Q}_o^{0,8} + (\tau'_{2,0} - \tau'_{\text{пр}}) \cdot \bar{Q}_o;$$

$$\tau_{2,0}(t_0) = 20 + (87,5 - 20) * 0,526^{0,8} + (70 - 87,5) * 0,526 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

- перед системою опалення

$$\tau_3(t_H) = t_i + (\tau'_{\text{пр}} - t_i) \cdot \bar{Q}_o^{0,8} + (\tau'_3 - \tau'_{\text{пр}}) \cdot \bar{Q}_o;$$

$$\tau_{3,0}(t_0) = 20 + (87,5 - 20) * 0,526^{0,8} + (105 - 87,5) * 0,526 = 71 \text{ }^\circ\text{C}$$

							Лист
							17
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	

$\tau_{1,0} (t_n)$ – температура мережної води в подаючому трубопроводі перед елеватором або змішуючим насосом, яка залежить від температури зовнішнього повітря $t_n=0$ °С; $\tau_{2,0} (t_n)$ – температура мережної води в зворотному трубопроводі після системи опалення, яка залежить від температури зовнішнього повітря $t_n=0$ °С; $\tau_3 (t_n)$ – температура води після елеватора або змішуючого насоса системи опалення, яка залежить від температури зовнішнього повітря $t_n=0$ °С; $\tau'_{1,0}$ – температура мережної води в подаючому трубопроводі перед елеватором або змішуючим насосом, при розрахунковій температурі зовнішнього повітря на опалення $\tau'_{1,0}=150$ °С; $\tau'_{2,0}$ температура мережної води в зворотному трубопроводі після системи опалення, при розрахунковій температурі зовнішнього повітря на опалення $\tau'_{2,0} = 65$ °С; τ'_3 – температура води після елеватора або змішуючого насоса системи опалення, при розрахунковій температурі зовнішнього повітря на опалення $\tau'_3 = 105$ °С, τ'_{np} - розрахункова середня температура опалювального пристрою, при розрахунковій температурі зовнішнього повітря на опалення $\tau'_{np} = 85$ °С;

$$\tau'_{np} = 0.5 \cdot (\tau'_3 + \tau'_{2,0}); \quad \bar{Q}_o - \text{відносний тепловий потік,}$$

$$\tau'_{np} = 0,5 * (105+65) = 85 \text{ °С}$$

$$\bar{Q}_o = \frac{t_i - t_n}{t_i - \tau'_{o}}$$

$$Q_o = (20 - 0) / (20 + 17) = 0,54$$

де t_i – температура внутрішнього повітря приміщення, приймається +20 °С; τ'_{o} - розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення, °С; t_n – будь-яка температура зовнішнього повітря, °С.

Необхідно враховувати, що температура мережної води в подаючому трубопроводі не може бути нижче 70 °С в закритих і не нижче 60 °С – в відкритих системах теплопостачання. Ці обмеження обумовлені рівнем температури води, що надходить в систему гарячого водопостачання.

Якщо на протязі опалювального сезону температура мережної води в подаючому трубопроводі зменшується нижче вказаних значень, необхідно виконати зрізку температурного графіка.

							Лист
							18
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	

Витрата мережної води на опалення, залежно від температури зовнішнього повітря t_H , кг/с :

$$G_o(t_H) = \frac{Q_o(t_H)}{c(\tau_{1,0}(t_H) - \tau_{2,0}(t_H))},$$

де $Q_o(t_H)$ – годинний тепловий потік, кВт, який приймається залежно від температури зовнішнього повітря з таблиці 2,

c – теплоємність води, кДж/(кг К).

$$G_o(t_0) = 70 \cdot 10^3 / 4,19 (97 - 50) = 355,45 \text{ кг/с}$$

Результати розрахунків зложу в таблицю 3

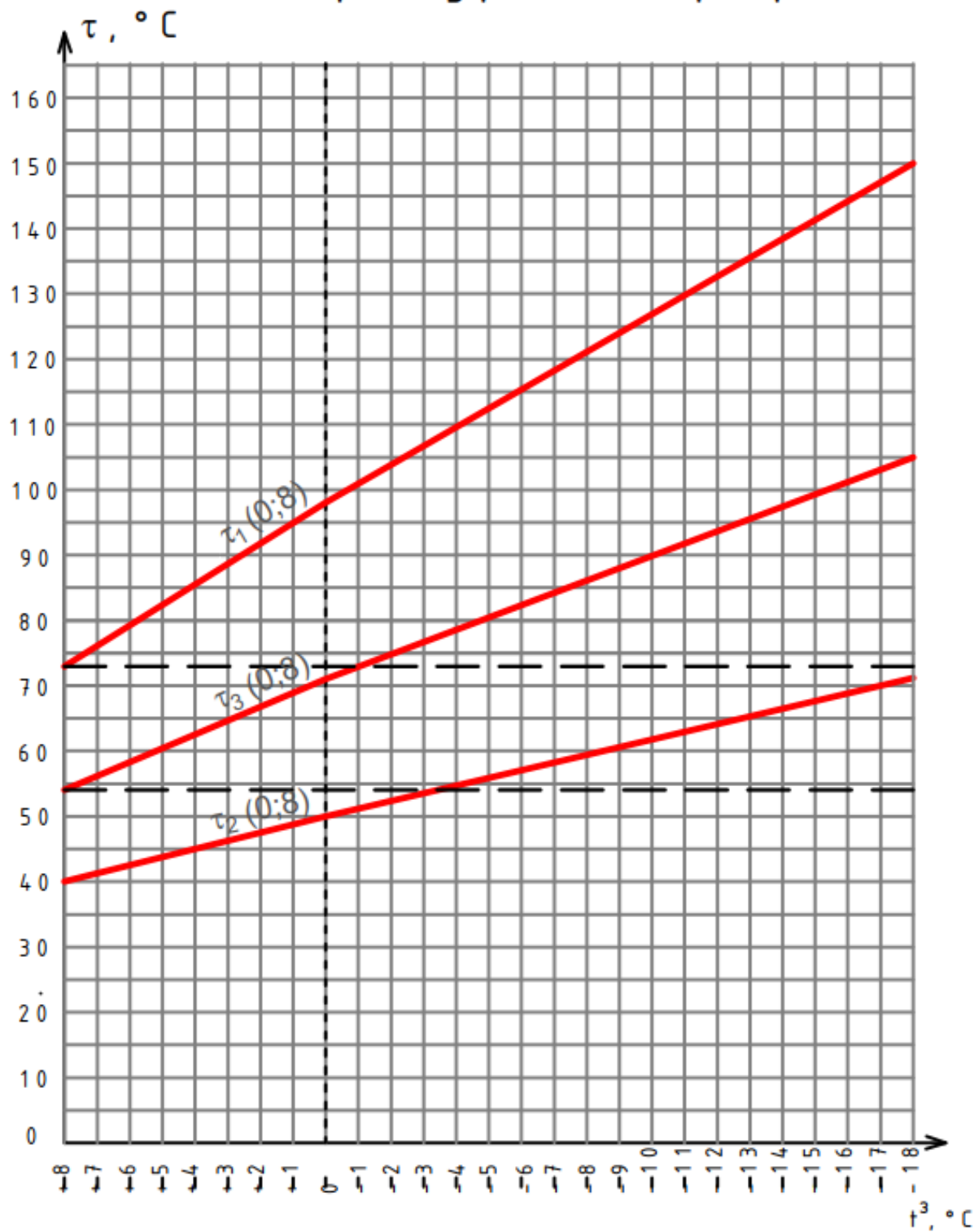
Таблиця 3

Результати розрахунку графіка регулювання теплових потоків на опалення

Позначення	Одиниця вимірювання	Температура і витрата мережної води при			
		$t'_o = -18^\circ\text{C}$	$t_{оп} = 0^\circ\text{C}$	$t''_H = \text{ }^\circ\text{C}$	$t_H = +8^\circ\text{C}$
$\tau_{1,0}$	$^\circ\text{C}$	150	97	-	72
$\tau_{2,0}$	$^\circ\text{C}$	70	50	-	40
τ_3	$^\circ\text{C}$	105	71	-	54
G_o	кг/с	358,3	355,45	-	352,24

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

Температурний графік



Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

Центральне якісне регулювання теплових потоків по сумарному
навантаженню опалення і гарячого водопостачання

В закритій системі тепlopостачання підігрівачі гарячого водопостачання підключають по двоступінчастій паралельній схемі, а регулювання здійснюють за підвищеним температурним графіком.

При цьому методі регулювання витрата мережної води на абонентський ввід дорівнює витраті води на опалення. Як розрахунковий тепловий потік на гаряче водопостачання приймають балансовий тепловий потік :

$$Q_h^b = 1,2 \cdot Q_{hm} = 1,2 \cdot 17 = 20,4$$

Температури води відповідно в подаючому та зворотному трубопроводі по підвищеному графіку дорівнюють:

$$\tau_{1,\Pi} = \tau_{1,0} + \delta''; \quad \tau_{2,\Pi} = \tau_{2,0} - \delta';$$

$$\tau_{1,\Pi} = 72 + 6,7 = 78,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\tau_{2,\Pi} = 40 - 5,61 = 34,39 \text{ } ^\circ\text{C}$$

де δ'' , δ' - перепад температур мережної води відповідно в другому та першому ступені:

$$\delta'' = \frac{Q_h^b}{Q'_{\text{оmax}}} (\tau'_{1,0} - \tau'_{2,0}) \left[1 - \frac{(t' - t_c)(\tau_{2,0} - t_c)}{(t_h - t_c)(\tau''_{2,0} - t_c)} \right];$$

$$\delta'' = 20,4/132 * (150-70) * (1 - (30-5)/(60-5)) * (70-5)/(40-5) = 2,04 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\delta' = \frac{Q_h^b}{Q'_{\text{оmax}}} \frac{(t' - t_c)}{(t_h - t_c)} (\tau'_{1,0} - \tau'_{2,0}) \frac{(\tau_{2,0} - t_c)}{(\tau''_{2,0} - t_c)}.$$

$$\delta' = 20,4/132 * (30-5)/(60-5) * (150-70) * (70-5)/(40-5) = 5,61 \text{ } ^\circ\text{C}$$

										Лист
										21
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ				

де t' - температура водопровідної води після першого ступеню підігрівача, $t' = \tau''_{2,0} - 10$ °С; t_c – температура водопровідної води в опалювальний період ($t_c = +5$ °С); t_h - температура гарячої води в системі гарячого водопостачання, приймається $+55$ °С; $\tau'_{1,0}$ – температура мережної води в подаючому трубопроводі перед елеватором або змішуючим насосом, при розрахунковій температурі зовнішнього повітря на опалення t'_o , °С; $\tau'_{2,0}$ температура мережної води в зворотному трубопроводі після системи опалення, при розрахунковій температурі зовнішнього повітря на опалення t'_o , °С;.

Таблиця 4

Результати розрахунку підвищеного графіка температур

Позначення	Одиниця вимірювання	Температура і витрата мережної води при			
		$t'_o = -18$ °С	$t_H = 0$ °С	$t''_H = +7,25$ °С	$t_H = +8$ °С
$\tau_{1,0}$	°С	150	97	-	72
$\tau_{2,0}$	°С	70	50	-	40
$\tau_{1,II}$	°С	152,14	102,45	-	79,16
$\tau_{2,II}$	°С	59,57	42,78	-	34,39
δ^I	°С	10,43	7,22	-	5,61
δ^{II}	°С	2,14	5,45	-	7,16
Σ	°С	12,57	12,67	-	12,77

Центральне якісне регулювання теплових потоків на вентиляцію

Задача розрахунку полягає у визначенні витрати мережної води на вентиляцію G_v і температури мережної води після калориферу $\tau_{2,B}$. При наявності зрізки температурного графіка визначають два характерних діапазони.

1. Діапазон зрізки температурного графіка.

При постійній температурі мережної води перед калорифером і змінному тепловому потоці на вентиляцію температуру мережної води після калориферів визначають за формулою:

$$\left(\tau_1 \frac{+ \dot{Q} \tau_{2,B} - (t_H + t_i)}{\tau_1 + \dot{Q} \tau_{2,B} - (t_H + t_i)} \right)^{0,15} \left(\tau_1 \frac{- \dot{Q} \tau_{2,B}}{\tau_1 - \dot{Q} \tau_{2,B}} \right)^{0,15} = \frac{(t_i - t_H)^{0,85}}{(t_i - t'_H)^{0,85}} \cdot \dots$$

Температуру води в подаючому трубопроводі в точці злому температурного графіка приймають при регулюванні:

- по навантаженню опалення $\tau''_1 = \tau''_{1,0}$;
- по навантаженню опалення і гарячого водопостачання $\tau''_1 = \tau''_{1,\Pi}$ для закритих систем і $\tau''_1 = \tau''_{1,C}$ - для відкритих систем.

Температуру мережної води після калорифера в точці злому графіка приймають рівною $\tau_{2,B} = \tau''_{2,0}$.

2. Діапазон температур зовнішнього повітря менших ніж $t//H$.

При змінних температурі мережної води в подаючому трубопроводі і тепловому потоці на вентиляцію температура мережної води після калориферів:

$$\tau_{2,B} = \tau_1 - (\tau_{1,0} - \tau_{2,0}) \frac{(t_i - t_H)}{(t_i - t_o)}$$

$$\tau_{2,B} = 72 - (150 - 70) (20 - 8) / (20 + 18) = 46,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температуру мережної води в подаючому трубопроводі приймають при регулюванні:

по навантаженню опалення $\tau_1 = \tau_{1,0}$;

по сумарному навантаженню опалення і гарячого водопостачання $\tau_1 = \tau_{1,\Pi}$ - для закритих і $\tau_1 = \tau_{1,C}$ - для відкритих систем тепlopостачання.

Витрату мережної води на вентиляцію для першого та другого діапазонів, кг/с, визначають за формулою:

$$G_v(t_H) = \frac{Q_v(t_H)}{c(\tau_1(t_H) - \tau_{2,B}(t_H))}$$

$$G_v(+8) = 3,41 * 103 / 4,19 * (72 - 40) = 25,43 \text{ кг/с}$$

Результати розрахунків для характерних температур зовнішнього повітря заносять до таблиці 5. За результатами розрахунку будують графіки залежності температур мережної води після калорифера і витрати мережної води на вентиляцію від температури зовнішнього повітря.

Таблиця 5

Результати розрахунку графіка регулювання теплових потоків на вентиляцію

Позначення	Одиниця вимірювання	Температура і витрата мережної води при			
		$t'_o = -18^\circ\text{C}$	$t_H = 0^\circ\text{C}$	$t''_H = +7,25^\circ\text{C}$	$t_H = +8^\circ\text{C}$
τ_1	$^\circ\text{C}$	150	97	-	72
$\tau_{2,0}$	$^\circ\text{C}$	70	50	-	40
$\tau_{2,B}$	$^\circ\text{C}$	70	54,8	-	46,7
G_v	кг/с	25,36	25,99	-	25,43

РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНОЇ З ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ

1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ТЕПЛОВОГО РОЗРАХУНКУ КОТЕЛЬНОЇ З ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ

Перелік вихідних даних для теплового розрахунку котельні з водогрійними котлами формую на базі двох джерел інформації: - на базі теплового розрахунку теплової мережі району; - на базі даних, сформованих самостійно, та згідно з рекомендаціями.

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

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

$$МЗ: 28,24 = 28,31$$

$$ТЗ: 14,75 = 14,77$$

$$Л: 1,69 = 1,70$$

Висновок – результати для режиму МЗ — взаємоузгоджені;

результати для режиму ТЗ — взаємоузгоджені;

результати для режиму Л — взаємоузгоджені

Вихідні дані для теплового розрахунку котельні представляю в таблиці 9:

						ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	Лист
							24
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Таблиця 9

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

							Лист
							25
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	

РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНОЇ З ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 10.

Таблиця 10

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

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 11.

Таблиця 11

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 12.

Таблиця 12

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 13.

Таблиця 13

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 14.

										Лист
										26
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ				

Таблиця 14

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

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

$$G_{ДА}^{підж} = G_{убут}$$

Результати визначення наводжу у таблиці 15.

Таблиця 15

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

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

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

та формулою:

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

Результати визначення наводжу у таблиці 16.

Таблиця 16

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

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 17.

							Лист
							27
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	

Результати визначення наводжу у таблиці 17

Таблиця 17

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

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

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

Результати визначення наводжу у таблиці 18.

Таблиця 18

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
G _{хов}	=	15,15	15,15		
G _{хов}	=	15,15		15,15	
G _{хов}	=	5,05			5,05

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

$$G_{с.в.} = K_{хво} \cdot G_{хов}$$

Результати визначення наводжу у таблиці 19.

Таблиця 19

Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
G _{с.в.}	=	18,18	18,18		
G _{с.в.}	=	18,18		18,18	
G _{с.в.}	=	6,06			6,06

3.12. Визначаю теплову потужність підігрівника сирі води (ПСВ) – Q_{псв}, МВт, та витрату грійної води на ПСВ – G_{псв}, т/год, відповідно,

- за формулою:

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

- за формулою:

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

Результати визначення наводжу у таблиці 20.

						00БКР144.ОПТЕ 008.013.ПЗ	Лист
							28
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Таблиця 20

Визначення результату			Значення для режимів, МВт		
			МЗ	ТЗ	Л
Q _{ПХВ}	=	0,32	0,32		
Q _{ПХВ}	=	0,32		0,32	
Q _{ПХВ}	=	0,04			0,04
Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
Г _{ПХВ гр.в.}	=	3,21	3,21		
Г _{ПХВ гр.в.}	=	3,21		3,21	
Г _{ПХВ гр.в.}	=	0,36			0,36

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

- за формулою:

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

- за формулою:

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

Результати визначення наводжу у таблиці 21.

Таблиця 21

Визначення результату			Значення для режимів, МВт		
			МЗ	ТЗ	Л
Q _{ПХВ}	=	0,62	0,62		
Q _{ПХВ}	=	0,62		0,62	
Q _{ПХВ}	=	0,21			0,21
Визначення результату			Значення для режимів, т/год		
			МЗ	ТЗ	Л
Г _{ПХВ гр.в.}	=	6,24	6,24		
Г _{ПХВ гр.в.}	=	6,24		6,24	
Г _{ПХВ гр.в.}	=	2,08			2,08

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

- за формулою:

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

- за формулою:

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

- за формулою:

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

						00БКР144.ОПТЕ 008.013.ПЗ	Лист
							29
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Результати розрахунків наводжу в таблиці 22

Таблиця 22

Визначення результату						Значення для режимів, т/год		
						МЗ	ТЗ	Л
G техн.в.	=	95,24				95,24		
G техн.в.	=	95,24					95,24	
G техн.в.	=	96,43						96,43
Визначення результату						Значення для режимів, МВт		
						МЗ	ТЗ	Л
QПТВ	=	10,00				10,00		
QПТВ	=	10,00					10,00	
QПТВ	=	9,00						9,00
Визначення результату						Значення для режимів, т/год		
						МЗ	ТЗ	Л
GПТВ гр.в.	=	100,84				100,84		
GПТВ гр.в.	=	100,84					100,84	
GПТВ гр.в.	=	90,76						90,76

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

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

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

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

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

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

3.18. Встановлюю типорозмір встановлюваних в котельні водогрійних котлів, їх номінальну теплову потужність – $Q_{\text{ВК.НОМ}}$, МВт, номінальний пропуск води через котли – $G_{\text{ВК.НОМ}}$, т/год, ККД котлів – $\eta_{\text{ВК.НОМ}}$, од, температурні параметри – $t_{\text{ВК.НОМ}}$, °С, та $t''_{\text{ВК.НОМ}}$, °С. Приймаю до встановлення 4 котла КВ-ГМ–10 (11,6 МВт) – варіант, що задовольняє умовам експлуатації котлів в усіх режимах експлуатації в т.ч. в режимі Л на міні допустимому тепловому навантаженні.

3.19 Визначаю сумарну подачу води на котли, що знаходяться в експлуатації – $\Sigma G_{\text{ВК}}$, т/год, за формулою: $\Sigma G_{\text{ВК}} = G_{\text{ВК.Б}} + N_{\text{ВК.З}} \cdot G_{\text{ВК.З}}$

Результати визначення наводжу у таблиці 23.

						ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	Лист
							30
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Таблиця 23

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

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

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

Результати визначення навести у таблиці 24.

Таблиця 24

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

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

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

Результати визначення навести у таблиці 25.

Таблиця 25

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

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

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

Результати визначення навести у таблиці 26.

Таблиця 26

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

						ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	Лист
							31
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

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

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

Результати визначення наводжу в таблиці 39.

Таблиця 39

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

3.30. Визначаю похибку балансових розрахунків водогрійної котельні за формулою:

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

Результати визначення наводжу в таблиці 40.

Таблиця 40

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

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

4. ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНОЇ

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

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

Результати визначення наводжу у табл. 41.

Таблиця 41

Визначення результату			Значення для режимів, тис м3/год		
			МЗ	ТЗ	Л
$V_{кот}$	=	4,76	4,76		
$V_{кот}$	=	3,11		3,11	
$V_{кот}$	=	1,29			1,29

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

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

де:

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

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ		Арк.
							32
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата			

$W_{\text{нас.т/м}}$ – 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 сирій води, кВт.

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

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

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

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

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

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

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

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

де:

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

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

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

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

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

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

Результати визначення навести у таблиці 42.

Таблиця 42

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

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

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

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

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

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

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ					Арк.
					33
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	

4.7 Формую висновок щодо енергоефективності проектної котельні.

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

Основні результати розрахунку зводжу в таблицю 43.

Таблиця 43

Результати розрахунку теплової схеми котельні з водогрійними котлами

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

3	$G_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна витрата води на котел	т/год	«--»	123,5
4	$B_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна витрата природного газу на котел	тис. м ³ /год	«--»	1,26
5	$\Delta p'_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальний гідравлічний опір котла	атм	«--»	1,5
6	$\Delta p''_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальний аеродинамічний опір котла	мм.вд.ст	«--»	44
7	$t'_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна температура води на вході в котел	°С	«--»	70
8	$t''_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальна температура води на виході з котла	°С	«--»	150
9	$\eta_{\text{ВК.НОМ}}$	Номінальний ККД котла	од.	«--»	0,925

5.2. Вибір рециркуляційних насосів

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

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

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

*) Примітка.

Одержане число насосів потрібно округлити до більшого цілого значення.

5.2.3. Визначаю число встановлених насосів рециркуляції з урахуванням одного резервного – $N_{\text{нас.р}}^{\text{вст}}$, шт, за формулою:
 $N_{\text{нас.р}}^{\text{вст}} = N_{\text{нас.р}}^{\text{роб}} + 1 = 1 + 1 = 2$

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

Таблиця 45

Характеристика насосів рециркуляції

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

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

Передбачаємо до встановлення як мережних насосів відцентрові насоси типу Д.

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

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

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

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

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

Таблиця 46

Характеристика мережних насосів.

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

5.4. Вибір внутрішньо-котельних насосів

5.4.1. Вибір насосів сирової води

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

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

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

*) Примітка.

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

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ		Арк.
							37
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата			

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

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

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

Таблиця 47

Характеристика насосів сирі води

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

5.4.2. Вибір підживлювальних насосів

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

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

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

*) Примітка.

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

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

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

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

Характеристика підживлювальних насосів

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

5.4.3. Вибір насосів технологічної води

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

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

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

*) Примітка.

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

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

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

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

Таблиця 49

Характеристика насосів технологічної води

№п.п	Ум. позн.	Назва параметра	Один. вим.	Метод визначення	Значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТИП НАСОСА	Типорозмір насоса	---	З інформаційного листа заводу-виробника	NB 50-160/165		

5.5. Вибір деаераторів водогрійної котельні

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

Таблиця 51

Характеристика деаераторів водогрійної котельні

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

5.6 Вибір підігрівників

Вибір типорозміру підігрівників сирової води (ПСВ), хімічищеної 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”.

5.6.1. Підігрівник сирової води

5.6.1.1. Теплове навантаження підігрівника сирової води $Q_{псв}=0,32$ МВт;

5.6.1.2. Обчислюємо наявний температурний перепад:

$$\Delta t = (\Delta t_6 - \Delta t_m) / \ln(\Delta t_6 / \Delta t_m) = (140 - 70) / \ln(140 / 70) = 101 \text{ } ^\circ\text{C}$$

5.6.1.3. Визначаємо необхідну поверхню теплообміну:

$$F = Q_{псв} / \Delta t \cdot K = 320000 / 105 \cdot 2500 = 1,27 \text{ м}^2$$

K — коефіцієнт теплопередачі.

З переліку стандартних типорозмірів підігрівників обираємо секційний підігрівник ПВ-76х4. Площа поверхні теплообміну однієї секції — $F=1,32 \text{ м}^2$, довжина трубки — 4 м, загальна кількість трубок — 7.

						ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	Лист
							1
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

ПРОЕКТУВАННЯ ТРАСИ ТА ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ

Визначення розрахункових витрат теплоносія

Розрахункову витрату мережної води для визначення діаметрів труб в водяних теплових мережах при якісному регулюванні кількості теплоти визначають окремо для опалення, вентиляції і гарячого водопостачання.

Розрахункові витрати води, кг/с:

а) на $G_{v \max} = \frac{Q'_{v \max}}{c(\tau'_{1,0} - \tau'_{2,0})}$; опалення

$$G_{0 \max} = 132 * 10^3 / (4,19 * (150 - 70)) = 393,7 \text{ кг/с}$$

б) на вентиляцію $G_{hm} = \frac{Q_{hm}}{c(\tau_{1,0} - 30)}$;

$$G_{v \max} = 11 * 10^3 / (4,19 * (150 - 70)) = 32,8 \text{ кг/с}$$

в) на гаряче водопостачання в закритих системах тепlopостачання:
середня при паралельній схемі приєднання підігрівачів

$$G_{0 \max} = \frac{Q'_{0 \max}}{c(\tau'_{1,0} - \tau'_{2,0})}$$

$$G_{hm} = 17,27 * 10^3 / (4,19 * (72 - 40)) = 128,8 \text{ кг/с}$$

максимальна при паралельній схемі приєднання підігрівачів

$$G_{h \max} = \frac{Q_{h \max}}{c(\tau_{1,0} - 30)}$$

									Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ			

ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ

Метою гідравлічного розрахунку трубопроводів теплових мереж є визначення їх діаметрів, втрат тиску при розрахункових витратах теплоносія, напорів в будь-якій точці мережі і в місцях приєднання споживачів, продуктивності та напору мережних насосів.

В проекті належить виконати гідравлічний розрахунок магістралі і двох характерних відгалужень, або двох магістралей для опалювального і неопалювального періодів. Діаметри трубопроводів приймаються при розрахунку мереж у режимі роботи опалювального періоду.

Гідравлічний розрахунок теплової мережі виконують за методом еквівалентних довжин. Значення коефіцієнта місцевих втрат α приймають за дод.8.

Еквівалентну довжину ділянки визначають за формулою:

Для ділянки 1-2

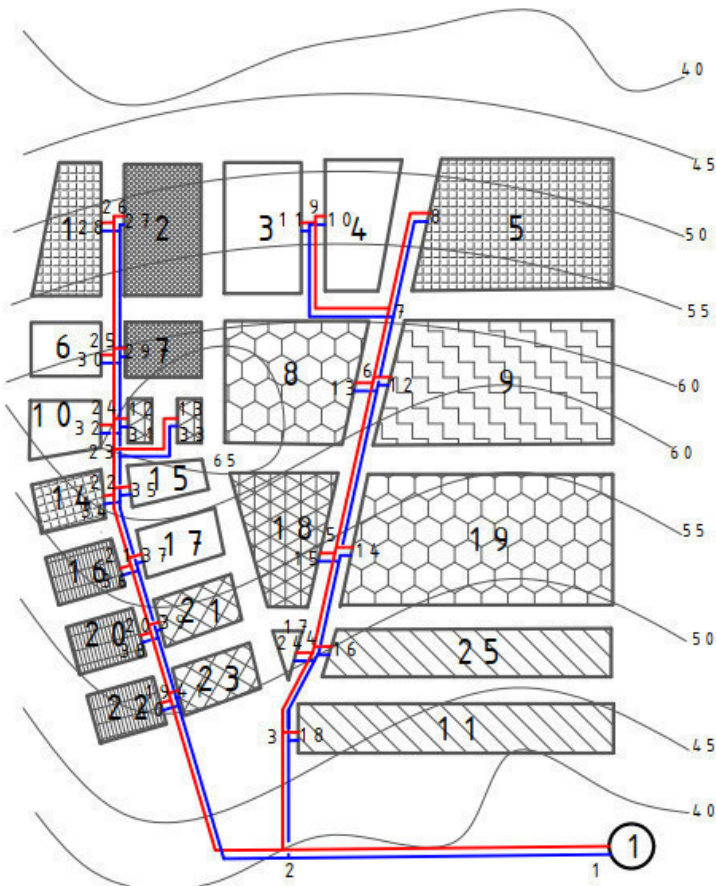
$$l_e = \alpha l$$

$$l_e = 0,3 * 100 = 30 \text{ м}$$

де l – довжина ділянки по плану, $l = 100$ м.

							Лист
							55
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	

План мікрорайону
М 1:10000



Умовні позначення

	2-повхова забудова (щільність житлового фонду 3700 кв. м/га)
	3-повхова забудова (щільність житлового фонду 4700 кв. м/га)
	4-повхова забудова (щільність житлового фонду 5200 кв. м/га)
	5-повхова забудова (щільність житлового фонду 6000 кв. м/га)
	6-повхова забудова (щільність житлового фонду 6300 кв. м/га)
	7-повхова забудова (щільність житлового фонду 6300 кв. м/га)
	8-повхова забудова (щільність житлового фонду 7100 кв. м/га)
	9-повхова забудова (щільність житлового фонду 7500 кв. м/га)
	12-повхова забудова (щільність житлового фонду 7800 кв. м/га)

Визначаємо приведену довжину $I_{пр} = l_e + l = 30 + 100 = 130 \text{ м}$

Питомі втрати тиску на тертя приймають на основі техніко-економічних розрахунків, при відсутності цих даних їх приймають в таких межах:

для магістралі $40 - 80 \text{ Па/м}$;

для відгалужень - по наявному тиску, виходячи з умови рівності втрат тисків від джерела теплоти до кінцевих споживачів магістралі і відгалуження. При цьому питомі втрати не повинні перевищувати 300 Па/м , а швидкість теплоносія – $3,5 \text{ м/с}$.

Діаметри трубопроводів теплових мереж, незалежно від розрахункової витрати теплоносія, приймають не менше 32 мм . Діаметри подаючого та зворотного трубопроводів двотрубних теплових мереж при спільній подачі тепла на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання приймають, як правило, однаковими.

								Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата			56
ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ								

Після трасування теплової мережі визначають розрахункову магістраль, що має найбільшу довжину від джерела теплоти до кінцевого споживача. Позначають номерами всі ділянки основної магістралі і відгалуж

Визначають розрахункові витрати теплоносія для всіх ділянок простим додаванням розрахункових витрат споживачів, рухаючись від кварталів проти руху теплоносія до джерела теплоти. По розрахунковим витратам теплоносія на ділянці за дод. 9 підбирають діаметри трубопроводів і знаходять питомі втрати тиску і швидкість теплоносія.

Втрати тиску на ділянці 1-2 :

$$\Delta P_i = R_i \cdot (l + l_e)$$

$$\Delta P_i = 67,8 \cdot (100 + 30) / 1000 = 8,81 \text{ кПа}$$

де R_i – питома втрата тиску, $R_i = 67,8 \text{ Па/м}$.

Сумарні втрати тиску визначають зростаючим підсумком від джерела теплоти до кінцевого споживача:

$$\Delta P_{\text{tot}} = \frac{\Delta P_i}{p \cdot g \cdot 1000}$$

$$\Delta P_{\text{tot}} = 8,81 / 958 / 9,8 \cdot 1000 = 0,94 \text{ м}$$

де, ΔP_i – втрати тиску на i – й ділянці.

Ув'язуємо відгалуження 15 – 11

$$H = (\Delta P_{\text{маг}} - \Delta P_{\text{від}} / \Delta P_{\text{маг}}) \cdot 100 = (35,06 - 8,11 / 35,06) \cdot 100 = 76,8 \%$$

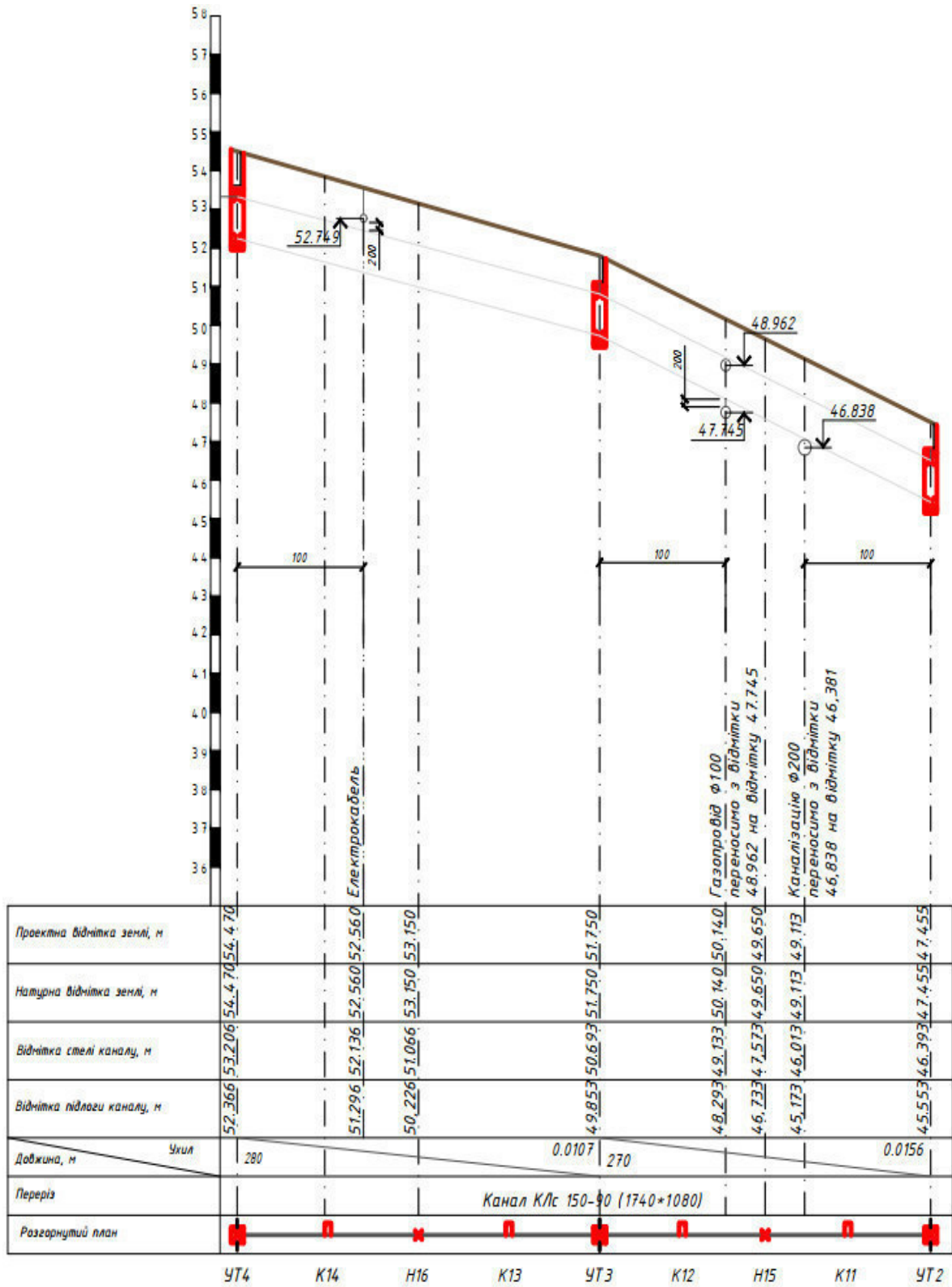
де $\Delta P_{\text{маг}}$ - втрати тиску на магістралі , $\Delta P_{\text{маг}} = 35,06 \text{ кПа}$

$\Delta P_{\text{від}}$ – втрати тиску на відгалуженні , $\Delta P_{\text{від}} = 8,11 \text{ кПа}$

Результати розрахунків заносять до таблиці 9 і в подальшому використовують при побудові графіка тисків в теплових мережах. Гідравлічний розрахунок вважається задовільним, якщо втрати тиску від джерела теплоти до кінцевих споживачів головної магістралі та відгалужень відрізняються не більш ніж на 10%.

									Лист
									57
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ			

Повздовжній профіль ділянки теплової мережі МГ1:2000, МВ1:100



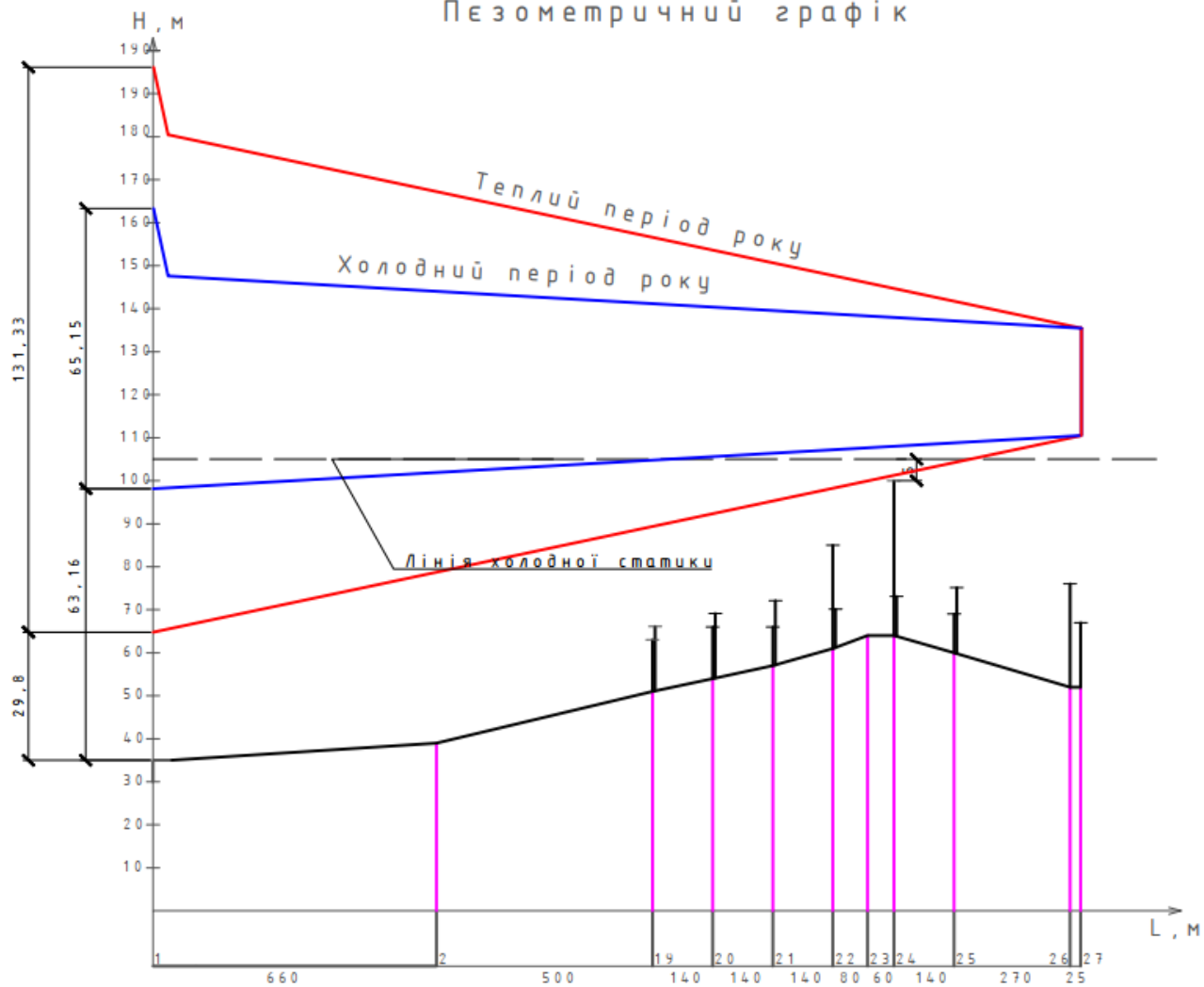
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

Гідравлічний розрахунок для неопалювального періоду полягає у визначенні швидкості теплоносія і втрат тисків при заданих діаметрах теплових мереж, які прийняті по розрахунку опалювального (розрахункового) режиму роботи теплових мереж. Результати розрахунків заносять до табл. 9.

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж в неопалювальний період

№ п/п	Розрахункова втрата теплоносія, G, кг/с	Діаметр трубопроводу, D _{ен} , мм	Геометрична довжина, l, м	Еквівалентна довжина l _е , м	Приєдбана довжина, l _{пр} , м	Швидкість, м/с	Питомі втрати тиску, R, Па/м	Втрати тиску на ділянці, кПа	Сумар. втрати тиску, кПа	Втрати напору на ділянці, м	Сумар. втрати напору, м
1	2	3	5	6	7	8	9	11	12	13	14
режим водорозбору (опалювальний період)											
магістраль											
27-26	15,80	159*5	80	24	104	0,92	79,60	8,28	8,28	0,88	0,88
26-25	29,24	219*5	500	150	650	0,87	46,90	30,49	38,76	3,24	4,12
25-24	42,78	219*5	300	90	390	1,25	96,40	37,60	76,36	4,00	8,13
24-23	52,67	273*5	140	42	182	0,99	45,30	8,24	84,60	0,88	9,00
23-22	55,32	273*5	140	42	182	1,03	48,70	8,86	93,47	0,94	9,95
22-21	66,96	273*5	300	90	390	1,25	71,80	28,00	121,47	2,98	12,93
21-20	80,19	273*5	300	90	390	1,51	104,00	40,56	162,03	4,32	17,24
20-19	94,18	325*6	300	90	390	1,25	57,30	22,35	184,38	2,38	19,62
19-2	108,17	325*6	920	276	1196	1,43	75,20	89,94	274,32	9,57	29,19
2-1	424,28	530*8	1400	420	1820	2,07	85,00	154,70	429,02	16,46	45,65
ВІДГЛУЖЕННЯ											
11-9	18,00	159*5	60	18	78	1,03	101,00	7,88	7,88	0,84	0,84
9-7	33,51	219*5	640	192	832	0,99	60,30	50,17	58,05	5,34	6,18
7-6	76,02	273*5	340	102	442	1,44	94,50	41,77	99,82	4,44	10,62
6-5	169,65	377*6	600	180	780	1,62	80,10	62,48	162,29	6,65	17,27
5-4	266,48	426*7	540	162	702	2,03	107,00	75,11	237,41	7,99	25,26
4-3	291,11	530*8	380	114	494	1,42	40,00	19,76	257,17	2,10	27,36
3-2	316,11	530*8	420	126	546	1,54	47,1	25,72	282,89	2,74	30,10

Пезометричний графік



Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

де F_B , F_3 – площа відповідно внутрішнього і зовнішнього поперечного перетину каналу, m^2 ; Π_B , Π_3 – периметри відповідно внутрішнього і зовнішнього перетину каналу, m ;

$$h_e = h + \lambda_r / \alpha = 2 \text{ м}$$

де h – відстань від поверхні землі до осі трубопроводу, m ; $\alpha = 10 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{К}$ – коефіцієнт тепловіддачі від поверхні землі у повітря.

Загальний термічний опір:

$$R_{\Sigma(j)} = R_{i(j)} + R_{3(j)} + R_{пк} + R_k + R_r$$

$$R_{\Sigma(j)} = 0,9 + 0,022 + 0,015 + 0,017 + 0,095 = 1,049 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

Теплові втрати трубопроводу:

$$q_{(i)} = \frac{\tau_j - t_z}{R_{\Sigma(j)}} (1 + \beta),$$

$$q_1 = (90 - 17,01) * (1 + 0,2) / 1,12 = 78,2$$

$$q_1 = (50 - 17,01) * (1 + 0,2) / 1,12 = 35,34$$

де $\beta = 0.2$ – коефіцієнт, враховуючий теплові втрати опорами трубопроводів, фланцевими з'єднаннями і арматурою.

При прокладці кількох трубопроводів у однолотковому каналі спостерігається їх вплив один на одного. В цьому випадку належить попередньо визначити температуру повітря в каналі:

$$t_k = \frac{\tau_1 / R_1 + \tau_2 / R_2 + \tau_z / R_3}{1 / R_1 + 1 / R_2 + 1 / R_3}.$$

$$t_k = (90/0,022 + 50/0,022 + 5/0,127) / (1/0,022 + 1/0,022 + 1/0,127) = 64,81^\circ\text{C}$$

									Лист
									64
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ			

Теплові втрати подаючим і зворотнім трубопроводами

$$q_1 = (\tau_1 - t_k)(1 + \beta) / R_1;$$

$$q_2 = (\tau_2 - t_k)(1 + \beta) / R_2;$$

$$q_1 = (90 - 64,81) * (1 + 0,2) / 0,022 = 1374$$

$$\text{де } R_1 = R_{i(j)} + R_{3(j)}; \quad R_2 = R_{i(j)} + R_{3(j)}; \quad R_3 = R_{\text{пк}} + R_{\text{к}} + R_{\text{г}}.$$

$$R_1 = R_{i(j)} + R_{3(j)} = 0,9 + 0,022 = 0,922 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

$$R_2 = R_{i(j)} + R_{3(j)} = 0,9 + 0,022 = 0,922 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

$$R_3 = R_{\text{пк}} + R_{\text{к}} + R_{\text{г}} = 0,015 + 0,017 + 0,095 = 0,127 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

$$t_k = (90/0,922 + 50/0,922 + 5/0,127) / (1/0,922 + 1/0,922 + 1/0,127) = 19,03^\circ\text{C}$$

$$q_1 = (90 - 19,03) * (1 + 0,2) / 0,922 = 92,36 \text{ Вт/м}$$

$$q_2 = (50 - 19,03) * (1 + 0,2) / 0,922 = 40,3 \text{ Вт/м}$$

Отже коефіцієнт ефективності ізоляції трубопроводів буде становити
Тепловтрати подаючого і зворотнього трубопроводів порівнявши з
нормативними, які складають у подаючому 92,36 Вт/м і у зворотньому 40,3
Вт/м відповідно, робимо висновок, що вони менше

$$\eta = \frac{q_n - q_t}{q_n} * 100\%$$

Визначаємо термічні опори неізольованих трубопроводів:

$$R_{i(j)} = 1 / \pi * 25 * (0,426 + 2 * 0,07) = 0,022 \text{ м}^2\text{К / Вт}$$

$$\text{Отже } R_1 = R_2 = 0,022 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

$$t_k = (90/0,022 + 50/0,022 + 5/0,127) / (1/0,022 + 1/0,022 + 1/0,127) = 64,81^\circ\text{C}$$

							Лист
							65
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	

Перерахована температура в каналі буде становити 64,81 °С
Тепловтрати в подаючим і зворотнім неізолюваними трубопроводами становитиме відповідно:

$$q_1 = (90 - 64,81) * (1 + 0,2) / 0,022 = 1374 \text{ Вт/м}$$

$$q_2 = (50 - 64,81) * (1 + 0,2) / 0,022 = - 807,81 \text{ Вт/м}$$

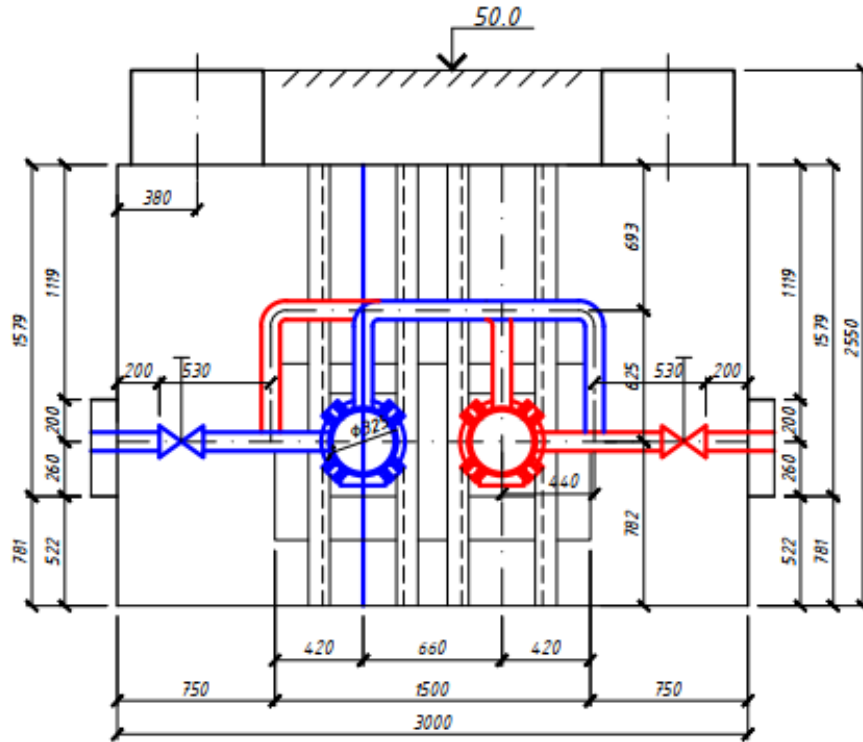
Отже коефіцієнт ефективності ізоляції трубопроводів буде становити

$$n = (q_n - q_i) / q_n * 100 = 1374 - 92,36 / 1374 * 100 = 93 \%$$

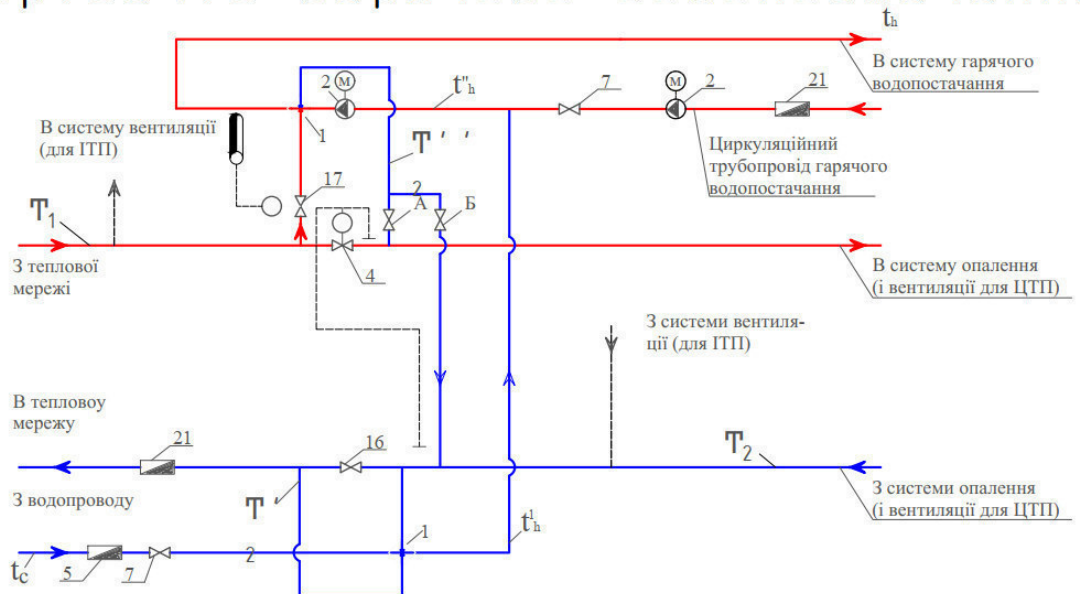
**Отже коефіцієнт ефективності ізоляції трубопроводів є нормативним.
Теплова ізоляція підібрана вірно.**

							Лист
							66
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	

Розріз А-А
М1:25



Двоступенева схема приєднання підігрівачів гарячого водопостачання



Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

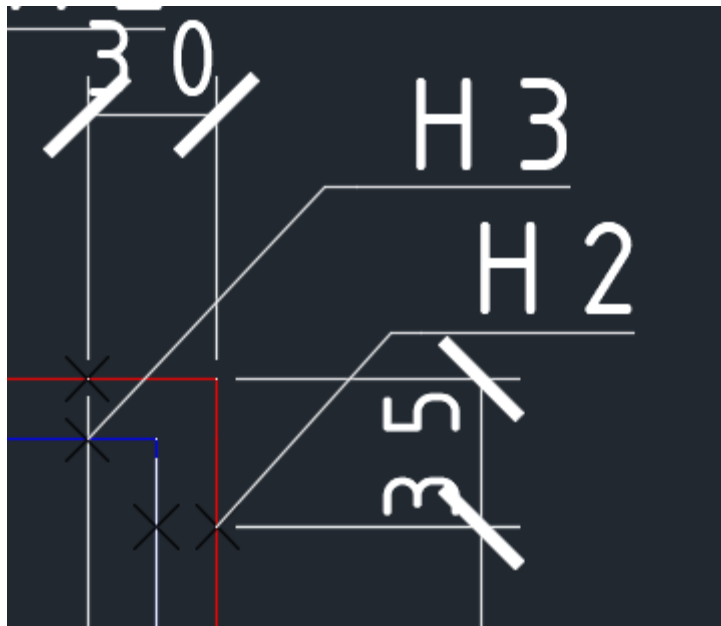
- 1 - підігрівач системи гарячого водопостачання;
- 2 - підвищувально-циркуляційний насос гарячого водопостачання (пунктиром - циркуляційний насос);
- 4 - регулятор перепаду тиску (прямої дії);
- 5 - витратомір (лічильник витрати) холодної води;
- 7 - зворотний клапан;
- 16 - засувка в нормальній стані закрита;
- 17 - регулятор витрати теплоти на гаряче водопостачання (прямої дії);
- 21 - лічильник витрати гарячої води;

								Лист
								69
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ		

РОЗРАХУНОК ТРУБОПРОВІДІВ НА МІЦНІСТЬ І КОМПЕНСАЦІЮ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОДОВЖЕНЬ

Розрахунок трубопроводів на самокомпенсацію температурних подовжень.

- Розрахунок Г-подібного повороту траси .



Максимальні згинаючі напруження на ділянці з кутовою конфігурацією виникають в замуравці меншого плеча, МПа:

$$\sigma = \frac{1,5\Delta L_k E d_H}{L_k^2 \cos \beta} \left(1 + \frac{1}{n} + \frac{n+3}{n(n+1)} \sin \beta\right),$$

де ΔL_k – подовження меншого плеча, м, $\Delta L_k = \alpha_1 (\tau - t_0) L_k$;

$$\Delta L_k = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 140 \cdot 30 = 0,0504 \text{ м}$$

α_1 – коефіцієнт лінійного розширення металу, 1/К, $\alpha_1 = 1,2 \cdot 10^{-5}$;

d_H - зовнішній діаметр трубопроводу, м; $\beta = \varphi - 90^\circ$; φ – кут повороту; $\beta = 0^\circ$

$n = L_d / L_k$ відношення довжини більшого плеча до довжини меншого плеча;

$$n = 35 / 30 = 1,16$$

E – модуль пружності сталі, МПа, $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

$$\sigma = 1,5 \cdot 0,0504 \cdot 2 \cdot 10^{-5 \cdot 0,630} / 35^2 \cdot \cos 0 \cdot \left(1 + (1/1,16) + (1,16 + 3/1,16 \cdot (1,16 + 1)) \cdot \sin 0\right) = 7,82 \text{ МПа}$$

Максимальне бічне зміщення відповідно довгого і короткого плеча:

$$\Delta_d = \Delta L_k (1 + n \sin \beta) / \cos \beta;$$

$$\Delta_d = 7,2 \cdot 10^{-2} (1 + 1 \sin 0) / \cos 0 = 0,504 \text{ м}$$

$$\Delta_k = \Delta L_k (n + \sin \beta) / \cos \beta.$$

$$\Delta_k = 40 (1 + \sin 0) / \cos 0 = 0,504 \text{ м}$$

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

Сила пружної деформації в замуравці меншого плеча для зварних компенсаторів, кН:

$$P = 10^3 \alpha_1 B E I (\tau - t_0) / L_k^2$$

$$P = 10^3 * 1,2 * 10^{-5} 3,06 * 2 * 10^5 0,00077 * 140 / 30^2 = 0,862 \text{ кН}$$

де τ - максимальна температура теплоносія в трубопроводі, $\tau=150$ °С;
 t_0 – температура навколишнього середовища при будівництві теплової мережі $t_0 = 0$ °С;

I –момент інерції труби, м^4 , $I=0,05 (d_H^4 - d_B^4)$;

$$I=0,05 (0,630^4 - 0,614^4) = 0,00077 \text{ м}^4$$

B – коефіцієнт, що визначається з рівняння:

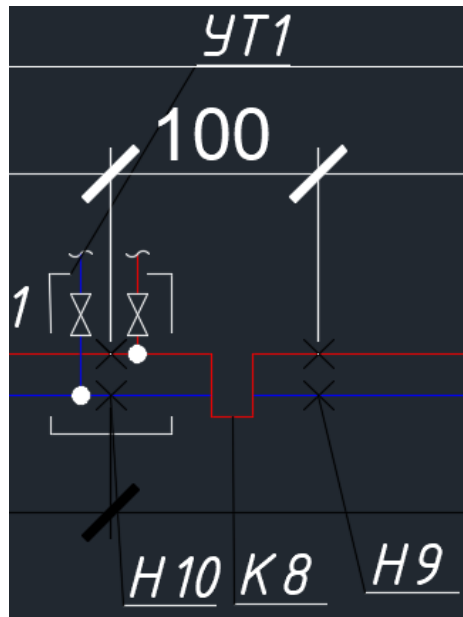
$$B = \frac{\left[(3n^3 + 4n + 1) + n^2 \sin^2 \beta (n^2 + 7n) + n \sin \beta (n^4 + 4n^3 + 10n + 1) \right]}{n^3 \cos^2 \beta (1 + n)}$$

$$B = ((3 * 1,16^3 + 4 * 1,16 + 1) + 1,16^2 \sin^2 0 (1,16^2 + 7 * 1,16) + \sin 0 (1,16^4 + 4 * 1,16^3 + 10 * 1,16 + 1)) / 1,16^3 \cos^2 0 (1 + 1,16) = 3,06$$

За значенням сили пружної деформації визначається тип нерухомої опори.

									Лист
									71
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ			

• Розрахунок П- подібного компенсатора



Задача розрахунку полягає у визначенні розмірів компенсатора (вильоту Н та ширини В), а також сили пружної деформації.

Розміри компенсатора визначають за дод. 13 залежно від значення компенсуючої здатності, яка дорівнює тепловому подовженню трубопроводу:
 $\Delta L = \alpha_1 L (\tau - t_0)$

$$\Delta L = 1,2 \cdot 10^{-5} * 100 * 150 = 1,8 * 10^{-1}$$

де L – відстань між нерухомими опорами, м; ; α_1 – коефіцієнт лінійного розширення металу, 1/К, $\alpha_1 = 1,2 \cdot 10^{-5}$;

Сила пружної деформації для П-подібного компенсатора зі зварними відводами, кН:

$$P = 10^3 \cdot \Delta L E I / A$$

$$P = 10^3 * 1,8 * 10^{-1} * 2 * 10^5 * 0,00077 / 53,3 = 135,084 \text{ кН}$$

де I – момент інерції труби, м⁴, $I = 0,05 (d_n^4 - d_b^4)$;

$$I = 0,05 (426^4 - 412^4) = 0,0002 \text{ м}^4$$

A – комплексний геометричний параметр компенсатора, $A = 0,67 H_1^3 + B_1 H_1^2$ (B_1 і H_1 – розміри П – подібного компенсатора, м);

$$A = 0,67 * 3,4^3 + 3,4 * 3,4^2 = 53,3 \text{ м}$$

E – модуль пружності сталі, МПа, $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

									Лист
									72
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ			

Розрахунок осьового зусилля на нерухомому опорі



Необхідно розрахувати осьове зусилля на нерухомому опорі у меншого плеча Г-подібного компенсатора, а також на опори, що фіксують ділянку з П-подібним компенсатором.

В залежності від місця розташування, виду компенсаторів і наявності запірної арматури на нерухомому опорі можуть діяти сили:

тертя в рухомих опорах

$$P_{\text{оп}} = f g L$$

де f – коефіцієнт тертя рухомих опор, для ковзних опор $f=0,3$; g – маса 1 м погонної довжини трубопроводу теплових мереж, теплоносія та ізоляції, кг/м (дод.14); L – довжина трубопроводу від нерухомої опори до компенсатора або від нерухомої опори до повороту при самокомпенсації.

При розрахунку осьового зусилля на нерухомому опорі додають всі сили, діючі справа і зліва від опори. Від більшої результуючої сили віднімають меншу, помножену на коефіцієнт 0,7, який враховує можливі відхилення від розрахункових значень сил тертя і пружної деформації.

Визначаємо осьове зусилля на нерухомому опорі за формулою:

$$H_{Г.01} = P_{K1} + f * q_1 * L_1 - 0.7 * (P_{K2} + f * q_2 * L_2)$$

$$H_{Г.02} = P_{K2} + f * q_2 * L_2 - 0.7 * (P_{K1} + f * q_1 * L_1)$$

Визначаємо осьове зусилля на нерухомому опорі за формулою:

$$H_{Г.01} = 133,6 + (0,3 * 4,5 * 30 - 0,7 * (133,36 + 0,3 * 4,5 * 35)) = 47,43 \text{ кН}$$

								Лист
								73
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ		

Розділ III. Охорона праці

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

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

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

1. Виробнича санітарія

При плануванні приміщення враховуються:

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

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

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

1.1. Мікроклімат та чистота повітря виробничого середовища

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

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

Контроль та вимірювання параметрів мікроклімату виконується спеціальними приладами – термометрами (температура), психрометрами (вологість повітря).

Швидкість руху повітря вимірюється анемометром (крильчатий), межі вимірювання від 0,3 – 5 м/с, чашковий (індукційний) анемометр – межі вимірювання 1 – 20 м/с та кататермометрами – межі вимірювання 0 – 0,5 м/с.

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

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

							Лист
							82
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	

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

- для 1-го класу небезпеки – 1 раз/10 днів;
 - для 2-го класу небезпеки – 1 раз/місяць;
 - для 3-го та 4-го класу небезпеки – 1 раз/квартал.
- Методи визначення шкідливих речовин у повітрі:

1. Лабораторний (колориметричні, спектрофотометричні, хроматографічні).

2. Експрес (хімічні індикатори, універсальний газоаналізатор, УГ-1, УГ-2).

3. Автоматичні (стаціонарний газоаналізатор, газосигналізатор).

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

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

1.2. Виробниче випромінювання

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

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

Нормальними умовами, що відповідають санітарно-гігієнічним нормам, вважають такі, за яких інтенсивність опромінення працівників інфрачервоними променями не перевищує: 35 Вт/м^2 при опромінюванні більше 50 % тіла.

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

							Лист
							83
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	

1.3. Шум на виробництві

Робота котлових установок супроводжується шумом.

Класифікація шумів за походженням:

- механічні;
 - аерогідродинамічні (вентилятори, насоси, компресори, системи транспортування);
 - електричні (трансформатори тощо).
- Класифікація шумів за частотою:
- низькочастотний (до 300 Гц);
 - середньо частотний (300-800 Гц);
 - високочастотний (більше 800 Гц).

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

Порогові значення шуму при $f=1000$ Гц складають: нижній поріг чутності ($I_0 = 10^{-12}$ Вт/м²; $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па), больовий поріг ($I_6 = 10^2$ Вт/м²; $P_6 = 60$ Па). Рівень шуму у виробничому цеху не повинен перевищувати 80 дБ.

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

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

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

1.4. Виробнича вібрація

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

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

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

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

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

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

								Лист
								84
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ		

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

Освітлення виробничих приміщень

Основними вимогами охорони праці до освітленості виробничих приміщень:
освітлення на робочому місці має відповідати санітарно-гігієнічним нормам і бути рівномірним;
між об'єктом, що розглядається, і навколишнім фоном повинен бути певний контраст;
на робочій поверхні не повинно бути різких тіней;
не допускається освітлення (пряме чи відбите) у полі зору.

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

В темні години доби використовується штучне освітлення.

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

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

Джерелами штучного світла є лампи розжарювання та газозарядні лампи. Виробниче приміщення обладнане світильниками прямого світла з лам- пами розжарювання у герметичному виконанні із захисним кутом 20-25°(типу ВЗГ200, потужністю 200 Вт), які розташовуються у шаховому порядку. Контроль освітленості здійснюється люксометрами Ю-16, Ю-17, Ю-116, Ю- 117.

							Лист
							85
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	

Техніка безпеки

Безпечна експлуатація технологічного устаткування

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

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

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

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

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

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

На виробництві використовується світлова та звукова аварійна сигналізація, яка відключається за допомогою комп'ютерного інтерфейсу, світлова і звукова передпускова сигналізація (відключення за допомогою кнопки квітування). Нормативно-технічна документація з безпечної експлуатації основного технологічного обладнання, що працюють під тиском (парові котли): «Правила будови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів», трубопроводів пари та гарячої води «Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари та гарячої води».

							Лист
							86
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	

2.2. Безпечна експлуатація електроустаткування

Види електричних травм на виробництві:

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

Факторами, що зумовлюють небезпечне ураження електричним струмом, є:

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

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

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

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

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

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

							Лист
							87
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	

3. Пожежна та вибухобезпека на виробництві

Основними причинами пожежі та вибуху в котельні є:

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

За спалімістю речовини і матеріали поділяються на три групи: Спалімі, важко спалімі, неспалімі.

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

Усі будівлі та споруди за вогнестійкістю класифікуються за V ступенями. Заходи пожежної безпеки поділяються на 4 групи:

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

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

Будівля відділення ТЕЦ – відноситься до III класу пожежонебезпечної зони. Система пожежного захисту виробничого приміщення включає також наяв-

ність системи оповіщення (ручні кнопочні пости), сигналізацію та схеми евакуації працюючих, які розташовані на видних місцях.

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

								Лист
								88
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ		

До первинних засобів гасіння пожежі відносять:

- внутрішнє пожежне водопостачання (подача води до робочих місць здійснюється пожежними кранами з рукавами, що закінчується металевим соплом обладнаним розбризкувачем);

- пожежний інвентар:

– відра, кошма, лопати;

– вогнегасники(ОВП-10-2шт; ОУ-2шт);

ящики з піском.

							Лист
							89
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	

РОЗДІЛ IV. Правила технічної експлуатації теплових установок і мереж

6.4.1. Тепловий пункт є вузлом керування системами теплоспоживання, приєднаними до теплової мережі, призначений для обліку, регулювання і розпо- ділу тепла по окремих дільницях; трансформації параметрів теплоносія; конт- ролю за роботою місцевих систем теплоспоживання і теплової мережі. Теплові пункти поділяються на: - індивідуальні теплові пункти (ІТП) - призначені для приєднання систем опалення, вентиляції, гарячого водопостачання однієї будівлі або її частини, а також окремих технологічних установок, що використовують теплову енергію; - центральні теплові пункти (ЦТП) - призначені для приєднання систем теплоспоживання двох і більше будівель.

ЗАКОН УКРАЇНИ Про будівельні норми

Стаття 2. Сфера дії Закону Дія цього Закону поширюється на суб'єктів гос- подарювання незалежно від форми власності, які провадять будівельну, містобу- дівну, архітектурну діяльність і забезпечують виготовлення продукції будівель- ного призначення, а також на органи державної влади та органи місцевого само- врядування. Стаття 11. Застосування будівельних норм 1. Застосування будіве- льних норм або їх окремих положень є обов'язковим для всіх суб'єктів господа- рювання незалежно від форми власності, які провадять будівельну, містобудівну, архітектурну діяльність та забезпечують виготовлення продукції будівельного призначення. 4. У разі якщо у будівельних нормах є посилання на стандарти, то ці стандарти є обов'язковими до застосування. 5. Державний контроль за дотри- манням суб'єктами господарювання державних будівельних норм здійснює цен- тральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику з питань дер- жавного архітектурнобудівельного контролю. 6. Відповідальність за недотри- мання вимог будівельних норм визначається законом.

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

п. 5.24 Житлові будинки повинні підключатися до систем централізованого тепlopостачання через індивідуальний тепловий пункт (ІТП), обладнаний при- ладами обліку теплоспоживання та автоматизованими вузлами приготування те- плоносіїв систем опалення та гарячого водопостачання.

п. 6.4 Системи теплоспоживання будинків, що керуються із теплових пунк- тів, повинні проектуватися з пристроями для автоматичного регулювання тепло- вої потужності.

ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі»

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

п. 12.11 Застосовувати запірну арматуру як регулювальну не допускається.

								Лист
								90
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ		

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

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

п. 16.2 У теплових пунктах повинно бути розташоване обладнання, арматура, прилади контролю, керування та автоматизації, за допомогою яких здійснюються: - регулювання температури теплоносія за погодними умовами; - перетворення виду теплоносія або його параметрів; - контроль параметрів теплоносія;

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

п.16.3 Улаштування ІТП на вводі слід здійснювати для кожної будівлі незалежно від наявності ЦТП... • п.16.7 Приєднання споживачів теплової енергії до теплової мережі в теплових пунктах слід передбачати за схемами, що забезпечують мінімальну витрату води в теплових мережах, а також економію теплової енергії за рахунок застосування автоматичних регуляторів теплового потоку (температури) та обмеження максимальної витрати мережної води.

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

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

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

								Лист
								91
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ		

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

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, ...»

• Розділ 6 ОПАЛЕННЯ ТА ВНУТРІШНЄ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

• 6.1 Приєднання до джерел теплопостачання

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

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

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, ...»

6.1.10 (продовження)

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

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

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

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, ...»

• Розділ 6 ОПАЛЕННЯ ТА ВНУТРІШНЄ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

• 6.1 Приєднання до джерел теплопостачання

• 6.1.11 Обмеження витрати теплоносія в ІТП повинно бути здійснено автоматичними засобами з урахуванням зміни параметрів теплоносія в теплових режимах та внутрішніх системах теплоспоживання.

									Лист
									93
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ			

• Кожна внутрішня система теплоспоживання (різного призначення, різного типу, з різними параметрами теплоносія) при залежному приєднанні або кожен вузол підготовки теплоносія при незалежному приєднанні до джерела теплопо- стачання повинен мати власне автоматичне обмеження максимального теплос- поживання, якщо хоча б одна з цих систем або один з вузлів має змінний гідрав- лічний режим.

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, ...»

• Розділ 6 ОПАЛЕННЯ ТА ВНУТРІШНЄ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

• 6.1 Приєднання до джерел теплопостачання

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

• При приєднанні нових та при модернізації або реконструкції існуючих си- стем теплоспоживання температуру теплоносія, що повертається до джерела, не- обхідно забезпечувати відповідно вимог до даного джерела.

• При централізованому теплопостачанні, якщо це не передбачено автома- тичними засобами регулювання в ІТП, слід забезпечувати автоматичними засо- бами регулювання повернення теплоносія в тепломережу від систем внутріш- нього теплоспоживання з температурою не вище ніж на 3оС– 4оС від заданої графіком. Зниження зворотної температури теплоносія проти графіка не ліміту- ється.

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, ...»

Розділ 6 ОПАЛЕННЯ ТА ВНУТРІШНЄ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

• 6.1 Приєднання до джерел теплопостачання

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

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

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, ...»

							Лист
							94
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	

- Розділ 6 ОПАЛЕННЯ ТА ВНУТРІШНЄ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

- 6.1 Приєднання до джерел теплопостачання

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

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, ...»

- Розділ 6 ОПАЛЕННЯ ТА ВНУТРІШНЄ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

- 6.1 Приєднання до джерел теплопостачання

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

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, ...»

- Розділ 6 ОПАЛЕННЯ ТА ВНУТРІШНЄ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

- 6.4 Тепловий та гідравлічний режими

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

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

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, ...»

- Розділ 11 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ

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

								Лист
								95
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ		

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

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, ...»

• ДОДАТОК М (обов'язковий)

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

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

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

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

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

• ...

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

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

• ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, ...»

• ДОДАТОК М (обов'язковий)

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

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

								Лист
								96
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ		

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

						ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	Лист
							98
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

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

	...».							Лист
								99
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ		

14. Централізоване теплопостачання міста. Методичні вказівки до курсового проекту/ Уклад.: Худенко А.А., Швачко Н.А., Лисицький М.Ф., Приймак О.В. – К.: КНУБА, 2003. - 56с
15. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей/п.р. А.А.Николаева - М.: Стройиздат, 1965. - 361 с.
16. Теплоснабжение: Учебное пособие для студентов ВУЗов - М.: Высш.школа, 1980. - 408 с.
17. ДБН В.2.5-39:88 Теплові мережі. - К.: ВАТ УкрНДІнжпроект, 2008. - 56 с.
18. СНиП 2.04.07-86 Тепловые сети. Нормы проектирования. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. - 46 с.
19. Теплопостачання (частина I "Теплові мережі та споруди")/Єнін П.М., Швачко Н.А. Навчальний посібник. - К.: Кондор, 2007, - 244 с.

								Лист
								10
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ		