

**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

(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 2020 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 2020 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

освітньо-професійної програми _____ Теплоенергетика _____

на тему: _____ Проект системи теплопостачання житлово-промислового _____
_____ району № 2 в місті Луцьк _____

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ТЕ-4-6

_____ Біла Владислав Сергійович _____

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник _____ проф Петренко Валентин Петрович _____

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Рецензент _____ проф. Поржезінський Ю.Г. _____

(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

Здобувач _____

(підпис)

Київ – 2020 р.

Зміст

Анотація.....	4
Вступ.....	5
I.Розрахунок теплових навантажень житлово – промислового району міста:	
1.1. Вихідні дані до проекту.....	6
1.2.Визначення теплових навантажень в системі теплопостачання житлового району.....	8
1.3. Розрахунок витрати та температури мережної води в прямій та зворотній магістралях	
1.3.1 Розрахунок витрат та температур мережної води на опалення.....	15
1.3.2 Розрахунок витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання.....	18
1.3.3 Розрахунок витрат та температур мережної води на вентиляцію.....	26
1.4.Визначення розрахункових витрат теплоносія	29
1. 5.Вихідні дані до частини 2 проекту.....	30
II.Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами:	
2.1. Формування вихідних даних для теплового розрахунку котельні з водогрійними котлами.....	33
2.2.Формування принципової схеми водогрійної котельні.....	36
2.3. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами	36

					00БП.144.009.005.ПЗ			
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Біла В.С.				Проект системи теплопостачання житлово- промислового району №2 в м. Луцьк	Літера	Аркуш	Акрушів
Перевірів	Петренко В.П.						2	100
Н. Контр.								
Затвердив								

2.4. Вибір обладнання котельні з водогрійними котлами.....	49
2.5. Визначення енергетичних показників роботи водогрійної котельні.....	52
 III. Охорона праці	
3.1. Мікроклімат та чистота повітря виробничого середовища.....	56
3.2. Виробниче випромінювання	57
3.3. Вибухонебезпека виробництв і вибухозахист	58
3.4. Пожежна безпека	60
3.5. Електробезпека	62
3.6. Гігієна праці і виробнича санітарія. Медичні огляди	63
3.7. Надання першої допомоги потерпілим у разі нещасного випадку.....	65
3.8. Освітлення виробничих приміщень	66
3.9. Техніка безпеки	69
IV. Правила обслуговування теплообмінних апаратів та трубопроводів	73
Література.....	98

Анотація

Даний проект містить розрахунок теплових навантажень в системі теплопостачання житлового району на 27 будинків, 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.

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

Розглянуті питання з охорони праці.

Графічна частина виконана на 4 листах формату А1

Ключеві слова:

Температура

Теплова навантаження

Опалювальний період

Графік опалювання

Мережної води

Навантаження

Визначення розрахунків

Водогрійні котли

Вибір води

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	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 роботи полягає в тому, що на сьогодні більша частина будинків житлових районів мають 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 проекту покладено створення водогрійної котельні, яка зможе при економії електроенергії та палива, працюючи максимально ефективно, забезпечити житловий район опаленням та гарячим водопостачанням.

Для реалізації вирішенні 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;
- описані виробничі шуми, їх негативний вплив на людину, колективний та індивідуальний захист від них;
- обґрунтоване техніко – економічне проектування котельні;
- виконані монтажні креслення котельні;

					00БП.144.009.005.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арку</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Біла В.С.</i>				<i>Проект системи тепlopостачання житлово- промислового району №2 в м. Луцьк</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Петренко В.П.</i>						5	100
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>								

1. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЖИТЛОВО-ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ МІСТА

1.1. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРОЕКТУ

1. Географічний пункт розміщення житлово-промислового району – м. Луцьк.
2. Генплан мікрорайону з розміщенням джерела теплоти – варіант № 2.
3. Структура теплового навантаження:
 - 3.1. Опалення житлових кварталів
 - 3.2. Гаряче водопостачання житлових кварталів
 - 3.3 Вентиляція громадських будівель
 - 3.4. Технологічне навантаження промислового підприємства
12,0 МВт
(Теплоносій – гаряча вода $t_2'' = 95$ °С, степінь повернення води 1,0)
4. Розрахункова температура (максимально зимова) для проектування системи опалення – -18 °С.
5. Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період – -0,2 °С.
6. Розрахункова температура для проектування системи вентиляції – -10 °С.
7. Температура початку опалювального періоду, $t_{зпк} = +8$ °С
8. Температура точки “зламу”, $t_{3,3}$ (розраховуються після побудови графіка зміни температури і витрати мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря)
9. В дипломному проекті розрахунки всіх видів теплових навантажень Здійснити для трьох характерних режимів:

					00БП.144.009.005.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арку</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Біла В.С.</i>				<i>Проект системи теплопостачання житлово- промислового району №2 в м. Луцьк</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Петренко В.П.</i>						6	100
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>								

- максимально зимового;
- точки “зламу” температурного графіка опалення;
- літнього.

10. Тривалість роботи промислового підприємства – 7000 год.

11. Тривалість опалювального періоду – 187 діб.

12. Тривалість періоду стояння температур зовнішнього періоду, діб

Температура	Інтервали середньодобових температур зовнішнього повітря, °С							
	-30... ...-25	-25... ...-20	-20... ...-15	-15... ...-10	-10... ...-5	-5... ...0	0... ...+5	+5... ...+8
У вказаному інтервалі	0,5	2,0	7,6	16,4	31,1	50,5	54,7	54,2
Нижче даної	0,5	2,5	10,1	26,5	57,6	108,1	162,8	187,0

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

14. Система тепlopостачання – закрита

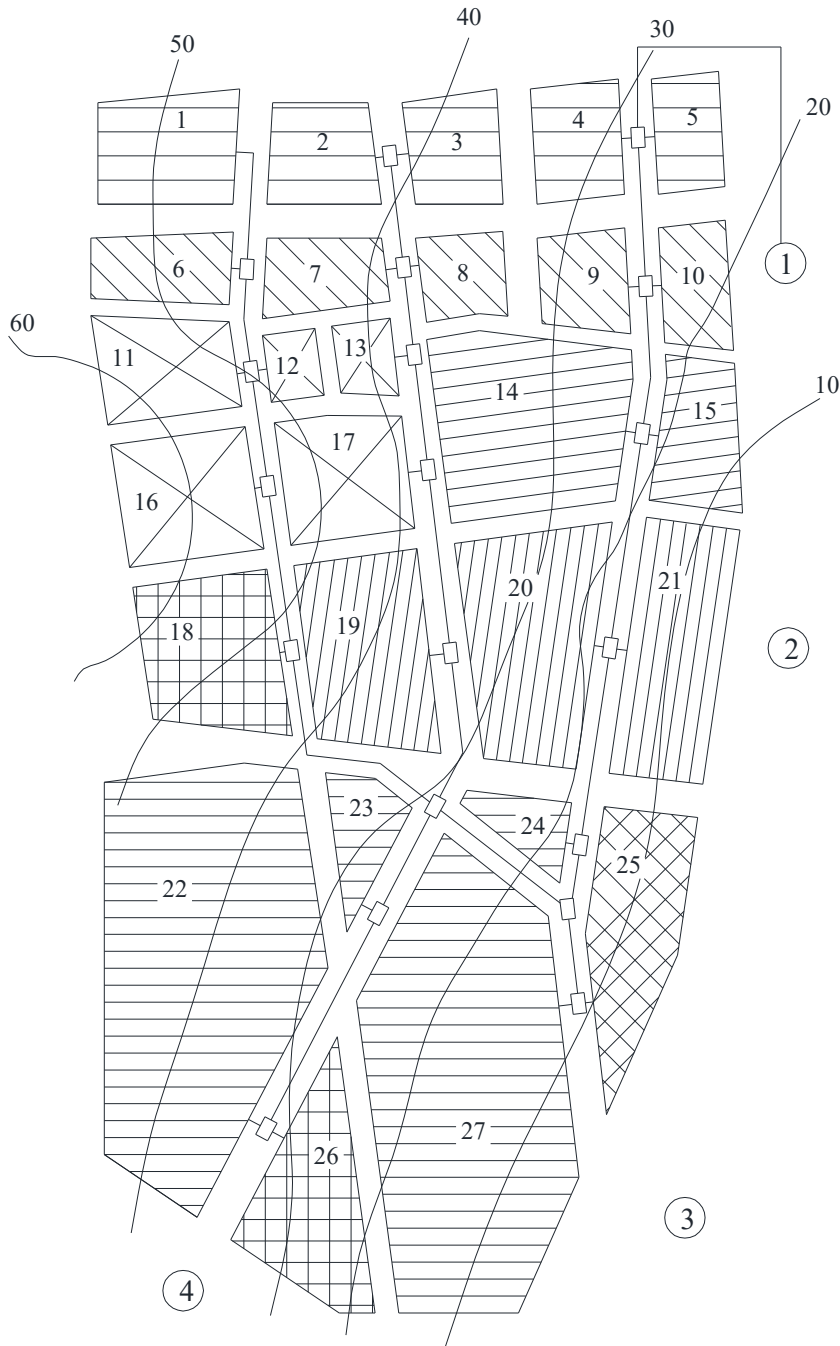
15. Метод регулювання теплового навантаження на опалення - центральне якісне регулювання спільно з місцевим кількісним регулюванням.

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

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арку
						7
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ В СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО РАЙОНУ

1.2.1. Викреслюю план району, у відповідності із завданням у масштабі
1:5500



					Арк.
					8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1.2.2. Нумерую на плані району квартали району тепlopостачання.

1.2.3. Визначаю загальну площу житлових споруд району, за формулою (3.1):

$$F_{жс} = F_i f_i = 0,73 \cdot 6500 = 4745 \text{ м}^2$$

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

1.2.4. Визначаю максимальне теплове навантаження системи опалення житлових і громадських будівель, за формулою (3.3):

$$Q'_{o\max} = q_o F_{жс} (1 + K_{сп}) 10^{-6} = 79,4 \cdot 4745 \cdot (1 + 0,25) \cdot 10^{-6} = 0,47 \text{ МВт}$$

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

1.2.5. Визначаю максимальне теплове навантаження системи вентиляції громадських споруд, за формулою (3.4):

$$Q'_{e\max} = K_{сп} K_{в} q_o F_{жс} 10^{-6} = 0,25 \cdot 0,6 \cdot 79,4 \cdot 4745 10^{-6} = 0,056 \text{ МВт}$$

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

1.2.6. Визначаю чисельність /кількість мешканців/ людей, що проживають у районі за формулою (3.2):

$$m = \frac{F_{жс}}{f_3} = \frac{4745}{18} = 264$$

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

1.2.7. Визначаю середнє теплове навантаження на гаряче водопостачання житлових і громадських споруд, за формулою (3.5):

$$Q'_{ГВП} = q_2 m 10^{-6} = 376 \cdot 264 \cdot 10^{-6} = 0,99 \text{ МВт}$$

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де q_2 - укрупнений показник середнього теплового потоку на гаряче водопостачання на одну людину, Вт/люд., /дод. 10/; m - кількість людей.

1.2.8. Звожу результати розрахунку по кожному кварталу в таблицю 1.

1.2.9. Визначаю максимальне теплове навантаження на гаряче водопостачання житлових і громадських споруд, за формулою (3.6):

$$Q'_{ГВП\max} = 2,4Q'_{ГВП} = 2,4 \cdot 5,11 = 12,26 \text{ МВт}$$

1.2.10. Визначаю середнє теплове навантаження на гаряче водопостачання для неопалювального /літнього/ періоду, за формулою (3.7):

$$Q'_{ГВП\text{Д}}^{\text{сеп}} = Q'_{ГВП} \frac{55 - t_{x.6.1}}{55 - t_{x.6.3}} \beta = 5,11 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 3,27 \text{ МВт}$$

Таблиця 1

Розрахункові теплових навантажень

Номер квартала	Площа квартала, га	Густина (щільність) житлового фонду, м ² /га	Житлова площа кварталу, м ²	Кількість мешканців, люд.	Теплові потоки, МВт			
					Опалення $Q'_{O\max}$	Вентиляція $Q'_{в\max}$	ГВП $Q'_{ГВП}$	Всього: 6+7+8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,73	6500	4745	264	0,47	0,06	0,10	0,63
2	0,81	6500	5265	293	0,52	0,06	0,11	0,70
3	0,68	6500	4420	246	0,44	0,05	0,09	0,58
4	0,76	6500	4940	274	0,49	0,06	0,10	0,65
5	0,59	6500	3835	213	0,38	0,05	0,08	0,51
6	0,75	5900	4425	246	0,52	0,06	0,09	0,68
7	0,66	5900	3894	216	0,46	0,06	0,08	0,60
8	0,51	5900	3009	167	0,36	0,04	0,06	0,46
9	0,63	5900	3717	207	0,44	0,05	0,08	0,57
10	0,63	5900	3717	207	0,44	0,05	0,08	0,57
11	1,02	8500	8670	482	0,86	0,10	0,18	1,14
12	0,29	8500	2465	137	0,24	0,03	0,05	0,33
13	0,32	8500	2720	151	0,27	0,03	0,06	0,36
14	1,27	8500	10795	600	1,07	0,13	0,23	1,43
15	1,18	8500	10030	557	1,00	0,12	0,21	1,32
16	2,39	6500	15535	863	1,54	0,19	0,32	2,05
17	0,74	6500	4810	267	0,48	0,06	0,10	0,64
18	1,66	6400	10624	590	1,05	0,13	0,22	1,40
19	1,84	6100	11224	624	1,11	0,13	0,23	1,48
20	2,23	6100	13603	756	1,35	0,16	0,28	1,80
21	1,89	6100	11529	641	1,14	0,14	0,24	1,52
22	5,75	6000	34500	1917	3,42	0,41	0,72	4,56
23	0,56	6000	3360	187	0,33	0,04	0,07	0,44
24	1,13	6000	6780	377	0,67	0,08	0,14	0,90
25	1,73	6800	11764	654	1,17	0,14	0,25	1,55
26	5,67	6000	34020	1890	3,38	0,41	0,71	4,49
27	1,49	6800	10132	563	1,01	0,12	0,21	1,34
Всього:	37,91	179800	244528	13585	24,63	2,96	5,11	32,69

									Арк.
									10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00БП.144.009.005.ПЗ				

де t_{x,ϵ_l} - температура холодної водопровідної води для літнього періоду, $t_{x,\epsilon_l} = 15$ °С; t_{x,ϵ_3} - температура холодної водопровідної води для опалювального (зимового) періоду, $t_{x,\epsilon_3} = 5$ °С; β - коефіцієнт, що враховує зміну витрати мережної води на гаряче водопостачання в неопалювальний період по відношенню до опалювального; для житлово-комунального сектора $\beta = 0,8$; для курортних і південних міст $\beta = 1,5$; для підприємств $\beta = 1$.

1.2.11. Визначаю максимальне теплове навантаження на гаряче водопостачання для неопалювального /літнього/ періоду, за формулою (3.8):

$$Q_{ГВП\max_{Л}}^{cep} = Q'_{ГВП\max} \frac{55 - t_{x,\epsilon_l}}{55 - t_{x,\epsilon_3}} \beta = 12,26 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 7,84 \text{ МВт}$$

1.2.12. Визначаю теплові навантаження на опалення Q_o та вентиляцію Q_v для 5-ти характерних температур зовнішнього повітря $t_{3,0}$, t_3 , $t_3^{cep.opal}$, $t_{3,3}$, $t_{3ПК}$, за формулами (3.9) та (3.10):

$$Q_o = Q'_o \max Q_o = Q'_o \max \frac{t_{в.п} - t_3}{t_{в.п} - t_{3,0}} = 24,63 \frac{+18 - (-18)}{+18 - (-18)} = 24,63 \cdot 1 = 24,63 \text{ МВт}$$

$$Q_v = Q'_v \max Q_v = Q'_v \max \frac{t_{в.п} - t_3}{t_{в.п} - t_{3,0}} = 2,96 \frac{+18 - (-18)}{+18 - (-18)} = 2,96 \cdot 1 = 2,96 \text{ МВт}$$

де $t_{в.п}$ - температура повітря всередині приміщення, +18 °С; $t_{3,0}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення, °С.

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

1.2.14. Звожу результати розрахунків теплових навантажень в таблицю 2

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

№ п/п	Позна- чення	Одиниця виміру	Тепловий потік при t_3					
			$t_{3.0}$ -18 °C	t_3 -10 °C	$t_3^{сер.опал}$ -0,2 °C	$t_{3.3}$ +5,3 °C	$t_{3ПК}$ +8 °C	літо
1	\bar{Q}_o		1	0,76	0,5	0,34	0,27	-
2	Q_o	МВт	24,63	18,72	12,32	8,37	6,65	-
3	Q_v	МВт	2,96	2,25	1,48	1,01	0,8	-
4	$Q'_{ГВП}$	МВт	5,11	5,11	5,11	5,11	5,11	3,27
5	$Q'_{ГВП\max}$	МВт	12,26	12,26	12,26	12,26	12,26	7,85
6	Всього: 2+3+4	МВт	32,7	26,08	18,91	14,49	12,56	3,27
7	Всього: 2+3+5	МВт	39,85	33,23	26,06	21,64	1971	7,85

1.2.15. Визначаю річну витрату теплоти:

- на опалення, за формулою (3.15):

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

$$= 24,63 \cdot 187 \cdot 24 \cdot \frac{+18 - (-0,2)}{+18 - (-18)} \cdot 3,6 = 199931 \text{ ГДж/рік}$$

- на вентиляцію, за формулою (3.16):

$$Q_v^{річн} = Q'_{v\max} n_o \frac{z}{24} \frac{t_{в.р} - t_3^{сер.опал}}{t_{в.р} - t_{3.0}} 3,6 =$$

$$= 2,96 \cdot 187 \cdot 24 \cdot \frac{16}{24} \cdot \frac{+18 - (-0,2)}{+18 - (-18)} \cdot 3,6 = 16018 \text{ ГДж/рік}$$

- на гаряче водопостачання, за формулою (3.17):

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

$$= (5,11 \cdot 187 \cdot 24 + 3,27 \cdot (8400 - 187 \cdot 24)) \cdot 3,6 = 129249 \text{ ГДж/рік}$$

де n_o - тривалість опалювального періоду, діб; n - тривалість роботи системи гарячого водопостачання (ГВП) протягом року, $n = 8400$ год; z - тривалість

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роботи вентиляційної системи протягом доби, $z = 16$ год/добу; $t_3^{сер.опал}$ - середня температура зовнішнього повітря протягом опалювального періоду, °С.

1.2.16. Визначаю сумарну річну витрату теплоти на опалення, на вентиляцію та на ГВП, за формулою (3.18):

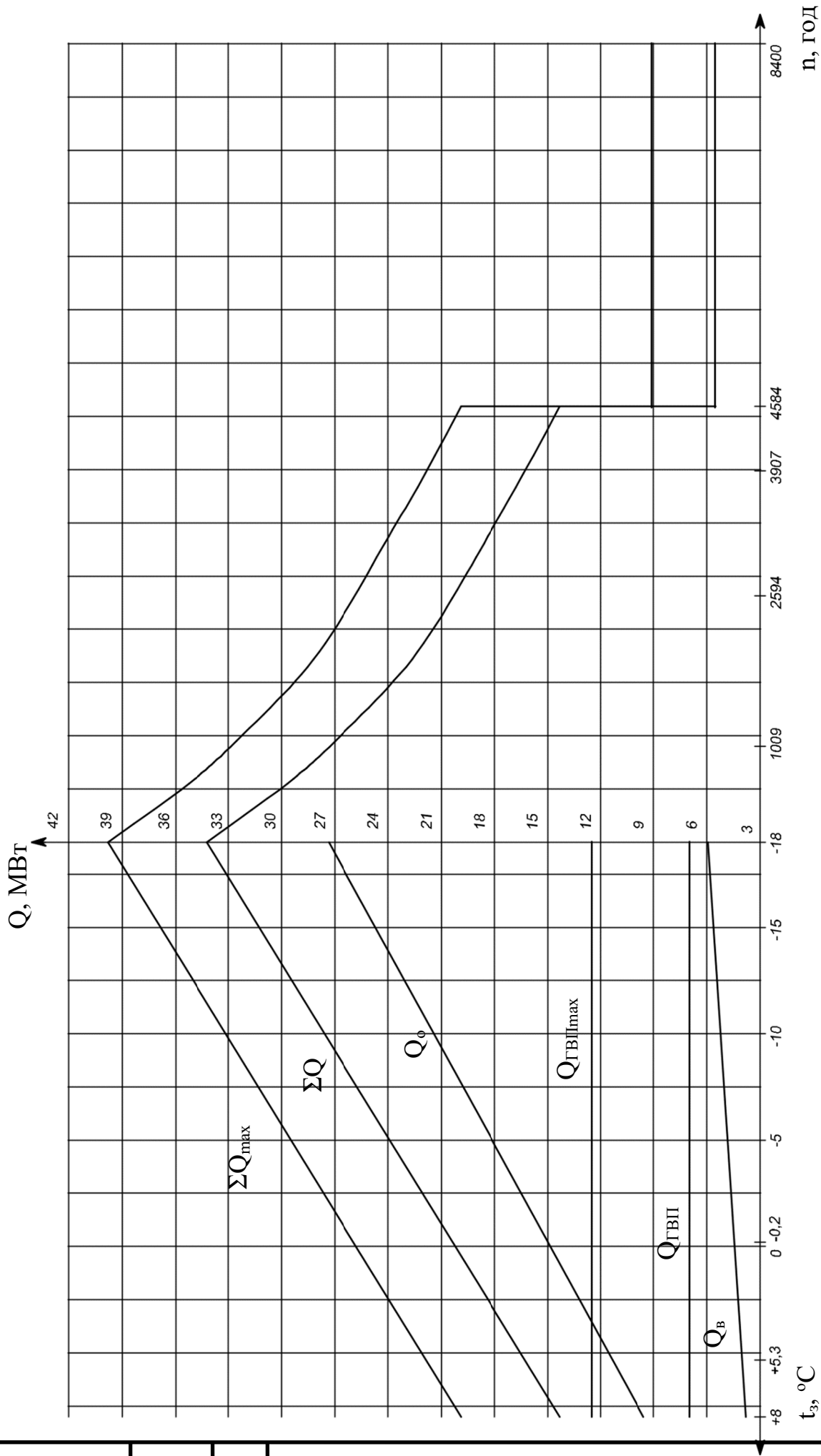
$$\sum Q^{річн} = Q_o^{річн} + Q_в^{річн} + Q_{ГВП}^{річн} = 199931 + 16018 + 129249 = 345198 \text{ ГДж/рік}$$

$$\sum Q^{річн} = 95888 \text{ МВт/рік}$$

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

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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



3	Арквиш	№ докум.	Підпис	Дата
---	--------	----------	--------	------

ООДГ

Арквиш

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

1.3.1. Розрахунок витрат та температур мережної води на опалення

1.3.1.1. Визначаю температуру мережної води для 5-ти характерних температур зовнішнього повітря $t_{3,0}$, t_3 , $t_3^{cep.опал}$, $t_{3,3}$, $t_{3ПК}$:

- в подавальному трубопроводі, за формулою (4.1):

$$\begin{aligned} \tau_{o1} &= t_{e.p} + \Delta t_o' \bar{Q}_o^{0,8} + \bar{Q}_o (\delta \tau_o' - 0,5 \theta') = \\ &= 18 + \left(\frac{95+70}{2} - 18 \right) \cdot \left(\frac{+18-(-18)}{+18-(-18)} \right)^{0,8} + \frac{+18-(-18)}{+18-(-18)} (80 - 0,5 \cdot 25) = 140 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

- після вузла змішування, за формулою (4.2):

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

після системи опалення (опалювальних приладів), за формулою (4.3):

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

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

$\bar{Q}_o = \frac{t_{e.p} - t_3}{t_{e.p} - t_{3,0}} = \frac{+18 - (-18)}{+18 - (-18)} = 1$; $\delta \tau_o' = \tau_{o1}' - \tau_{o2}' = 150 - 70 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$;

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

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

1.3.1.2. Визначаю витрату мережної води на опалення у першому діапазоні ($t_{3ПК} \dots t_{3,3}$), за формулою (4.4):

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

$$G_o = \frac{Q_o 10^3}{c(\tau_{o1}'' - \tau_{o2}'')} = \frac{6,65 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 42,5)} = 57,11 \text{ кг/с}$$

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

$$G'_{omax} = \frac{Q_{max}^o 10^3}{c(T'_{o1} - T'_{o2})} = \frac{23,34 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 70)} = 72,61 \text{ кг/с}$$

1.3.1.4 Звожу результати визначення температур і витрат в таблицю 4.

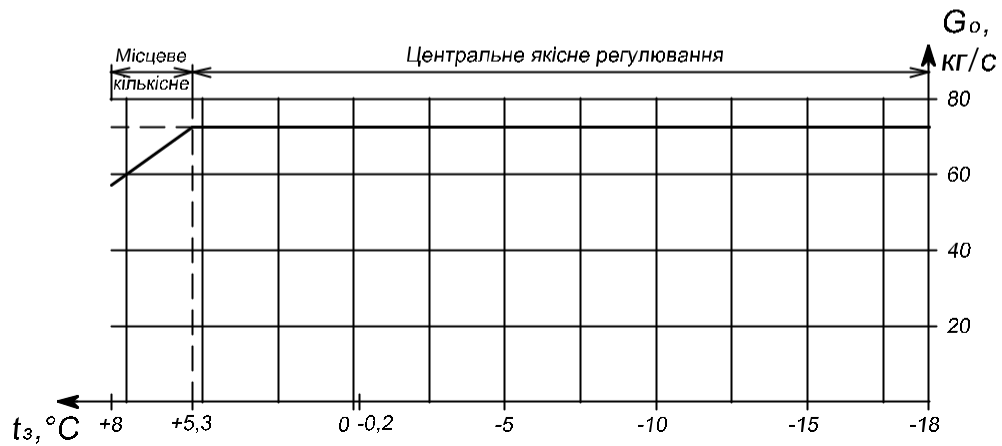
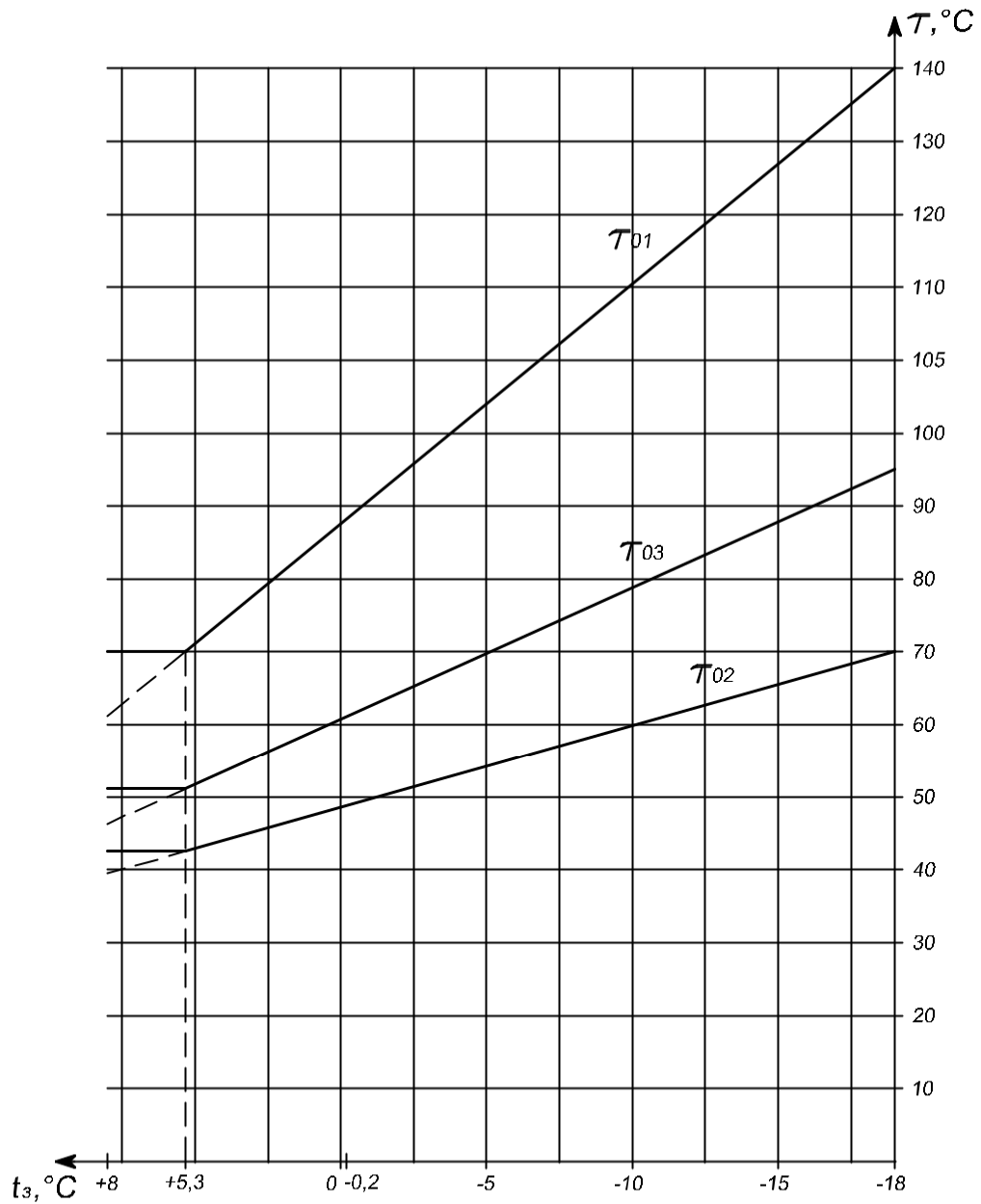
Таблиця 4

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

Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при				
		$t_{3,0}$ -18 °C	t_3 -10 °C	$t_3^{сер.опал}$ -0,2 °C	$t_{3,3}$ +5,3 °C	$t_{зпк}$ +8 °C
τ_{o1}	°C	140	120,7	87,8	70	70
τ_{o2}	°C	70	60,1	48,4	42,5	42,5
τ_{o3}	°C	95	79,1	60,7	51,1	51,1
G_o	кг/с	72,61	72,61	72,61	72,61	57,11

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

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



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00БП.144.009.005.ПЗ

Арк.

17

1.3.2. Розрахунок витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання

1.3.2.1. Визначаю витрату мережної води на гаряче водопостачання, за формулою (4.6):

$$G_{ГВП\max} = \frac{Q_{ГВП\max} 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} \frac{t_2 - t_n}{t_2 - t_{x.3}} = \frac{12,26 \cdot 10^3}{4,19(70 - 42,5)} \cdot \frac{60 - (42,5 - 5)}{60 - 5} = 43,52 \text{ кг/с}$$

1.3.2.2. Визначити температуру мережної води після підігрівника 1-го ступеню, за формулою (4.7):

$$\begin{aligned} \tau_2 &= \tau_{o2} - Q_{ГВП} \frac{t_n - t_{x.3}}{t_2 - t_{x.3}} \frac{1}{c(G_{o\max} + G_{ГВП})} = \\ &= 42,5 - 12,26 \cdot 10^3 \cdot \frac{(42,5 - 5) - 5}{60 - 5} \cdot \frac{1}{4,19(72,61 + 43,52)} = 27,6 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

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

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

Попередній розрахунок ($t_3 = -0,2 \text{ }^\circ\text{C}$):

1.3.2.4. Визначаю температурні напори 1-го і 2-го ступенів підігрівників при розрахунковому режимі ($t_3 = t_3'''$), за формулами (4.13) та (4.14):

$$\Delta t_I = \frac{\Delta t_{\delta_I} - \Delta t_{M_I}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta_I}}{\Delta t_{M_I}}} = \frac{(\tau_2 - t_{x.3}) - (\tau_{o2}''' - t_n)}{\ln \frac{\tau_2 - t_{x.3}}{\tau_{o2}''' - t_n}} = \frac{(27,6 - 5) - (42,5 - 37,5)}{\ln \frac{27,6 - 5}{42,5 - 37,5}} = 11,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{II} = \frac{\Delta t_{\delta_{II}} - \Delta t_{M_{II}}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta_{II}}}{\Delta t_{M_{II}}}} = \frac{(\tau_{o1}''' - t_2) - (\tau_{2c} - t_n)}{\ln \frac{\tau_{o1}''' - t_2}{\tau_{2c} - t_n}} = \frac{(70 - 60) - (42,5 - 37,5)}{\ln \frac{70 - 60}{42,5 - 37,5}} = 7,21 \text{ }^\circ\text{C}$$

1.3.2.5. Визначаю витрату водопровідної води на ГВП, за формулою (4.15):

$$q_{z_M} = \frac{Q_{ГВП\max} 10^3}{c(t_n - t_{x.3})} = \frac{12,26 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (60 - 5)} = 53,2 \text{ кг/с}$$

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

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

$$Q_I = cq_{\varepsilon_M} (t_n - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 53,2 \cdot (37,5 - 5) = 7,244 \text{ МВт}$$

$$Q_{II} = cq_{\varepsilon_M} (t_2 - t_n) = 4,19 \cdot 53,2 \cdot (60 - 37,55) = 5,015 \text{ МВт}$$

Повинна виконуватись умова $Q_I + Q_{II} = Q_{ГВП \max}$.

1.3.2.7. Визначаю витрати мережної води, що проходить через підігрівників 1-го і 2-го ступенів, за формулами (4.18) та (4.19):

$$G_I = G_{II} + G'_{o \max} = 58,52 + 72,61 = 131,13 \text{ кг/с}$$

$$G_{II} = \frac{0,55 Q_{ГВП \max} 10^3}{c(\tau_{o1}''' - \tau_{o2}''')} = \frac{0,55 \cdot 12,26 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 42,5)} = 58,52 \text{ кг/с}$$

1.3.2.8. Визначаю параметр підігрівників 1-го та 2-го ступенів за формулою (4.12)

$$\Phi_I = \frac{Q_I 10^3}{\Delta t_I c \sqrt{G_{M_I} G_{\delta_I}}} = \frac{7,244 \cdot 10^3}{11,7 \cdot 4,19 \cdot \sqrt{53,2 \cdot 131,13}} = 1,77$$

$$\Phi_{II} = \frac{Q_{II} 10^3}{\Delta t_{II} c \sqrt{G_{M_{II}} G_{\delta_{II}}}} = \frac{5,015 \cdot 10^3}{7,21 \cdot 4,19 \cdot \sqrt{53,2 \cdot 58,52}} = 3$$

1.3.2.9. Визначаю теплопродуктивність 1-го ступеню, нехтуючи витратою мережної води через 1-й ступінь G_I і приймаючи витрату нагрівної води через його рівною $G'_{o \max}$, температуру нагрівної води на вході в підігрівник 1-го ступеню, рівною $\tau_{cm} = \tau_{o2}$, за формулою (4.20):

$$Q_I = c\varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,868 \cdot 53,2 \cdot (48,4 - 5) = 8,4 \text{ МВт}$$

де ε_I визначаю за формулою (4.11)

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

$$= \left(0,35 \frac{53,2}{131,13} + 0,65 + \frac{1}{1,77} \sqrt{\left[\frac{53,2}{131,13} \right]} \right)^{-1} = 0,868$$

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.2.10. Визначаю температуру водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню, за формулою (4.21):

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{2M}} = 5 + \frac{8,4 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 53,2} = 42,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.3.2.11. Визначаю теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню, за формулою (4.22):

$$Q_{II} = Q_{I/III \max} - Q_I = 12,26 - 8,4 = 3,86 \text{ МВт}$$

1.3.2.12. Визначити витрату мережної води через підігрівник 2-го ступеню, за формулою (4.23):

$$G_{II} = \frac{Q_{II} 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{22})} = \frac{3,86 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (87,8 - 42,7)} = 20,43 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_{22} = t_n$$

1.3.2.13. Визначаю витрату мережної води через підігрівник 1-го ступеню, за формулою (4.24):

$$G_I = G_{II} + G'_{o \max} = 20,43 + 72,61 = 93,04 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o \max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{22} = \frac{72,61}{93,04} \cdot 48,4 + \frac{20,43}{93,04} \cdot 42,7 = 47,13 \text{ } ^\circ\text{C}$$

На цьому попередній розрахунок закінчую.

Кінцевий розрахунок.

3.2.15. Визначаю теплопродуктивність 1-го ступеню за формулою (4.20). В даному випадку витрати нагрівної і водопровідної води приймаються відповідно G_I і q_{2M} .

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,783 \cdot 53,2 \cdot (47,13 - 5) = 7,35 \text{ МВт}$$

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

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$= \left(0,35 \frac{53,2}{93,04} + 0,65 + \frac{1}{1,77 \sqrt{\left[\frac{53,2}{93,04} \right]}} \right)^{-1} = 0,783$$

1.3.2.16. Визначаю температуру водопровідної води після підігрівника 1-го ступеню, за формулою (4.21):

$$t_n = t_{x,z} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{z_M}} = 5 + \frac{7,35 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 53,2} = 37,97 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.3.2.17. Визначаю теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню, за формулою (4.22):

$$Q_{II} = Q_{ГВП \max} - Q_I = 12,26 - 7,35 = 4,91 \text{ МВт}$$

1.3.2.18. Визначаю витрату мережної води через підігрівник 2-го ступеню за формулою (4.26):

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

$$= \frac{1,7 \cdot 3^2 \cdot 53,2}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \cdot 3^2 \cdot \left(\frac{(87,8 - 37,97) \cdot 4,19 \cdot 53,2}{4,91 \cdot 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 24,5 \text{ кг/с}$$

1.3.2.19. Визначаю температуру мережної води на виході із підігрівника 2-го ступеню, за формулою (4.28):

$$\tau_{2z} = \tau_{01} - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 87,8 - \frac{4,91 \cdot 10^3}{24,5 \cdot 4,19} = 39,97 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.3.2.20. Визначаю витрату мережної води через підігрівник 1-го ступеню, за формулою (4.24):

$$G_I = G_{II} + G'_{o \max} = 24,5 + 72,61 = 97,11 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o \max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2z} = \frac{72,61}{97,11} \cdot 48,4 + \frac{24,5}{97,11} \cdot 39,97 = 46,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

- Визначаю теплопродуктивність 1-го ступеню:

$$Q_I = c\varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,794 \cdot 53,2 \cdot (46,3 - 5) = 7,31 \text{ МВт}$$

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

$$= \left(0,35 \cdot \frac{53,2}{97,11} + 0,65 + \frac{1}{1,77} \cdot \sqrt{\left[\frac{53,2}{97,11} \right]} \right)^{-1} = 0,794$$

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

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{z_M}} = 5 + \frac{7,31 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 53,2} = 37,79 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначаю теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} = Q_{ГВП\max} - Q_I = 12,26 - 7,31 = 4,95 \text{ МВт}$$

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

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

$$= \frac{1,7 \cdot 3^2 \cdot 53,2}{\left[-1 + \sqrt{1 + 2,6 \cdot 3^2 \cdot \left(\frac{(87,8 - 37,79) \cdot 4,19 \cdot 53,2}{4,95 \cdot 10^3} - 0,35 \right)} \right]^2} = 24,65 \text{ кг/с}$$

$$G_{II} \geq \frac{Q_{II} 10^3}{(\tau_{01} - t_n) c} \quad (24,65 \geq \frac{4,95 \cdot 10^3}{(87,8 - 37,79) \cdot 4,19}, \quad 24,65 \geq 23,62).$$

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\tau_{2z} = \tau_{01} - \frac{Q_{II} 10^3}{G_{II} c} = 87,8 - \frac{4,95 \cdot 10^3}{24,65 \cdot 4,19} = 39,87 \text{ }^\circ$$

- Визначаю витрату мережної води через підігрівник I ступеню:

$$G_I = G_{II} + G'_{o\max} = 24,65 + 72,61 = 97,26 \text{ кг/с}$$

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

$$\tau_{cm} = \frac{G'_{o\max}}{G_I} \tau_{o2} + \frac{G_{II}}{G_I} \tau_{2z} = \frac{72,61}{97,26} \cdot 48,4 + \frac{24,65}{97,26} \cdot 39,87 = 46,24 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначаю теплопродуктивність 1-го ступеню:

$$Q_I = c \varepsilon_I G_{M_I} (\tau_{cm} - t_{x.3}) = 4,19 \cdot 0,794 \cdot 53,2 \cdot (46,24 - 5) = 7,3 \text{ МВт}$$

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

$$= \left(0,35 \cdot \frac{53,2}{97,26} + 0,65 + \frac{1}{1,77} \cdot \sqrt{\left[\frac{53,2}{97,26} \right]} \right)^{-1} = 0,794$$

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

$$t_n = t_{x.3} + \frac{Q_I 10^3}{c q_{z_M}} = 5 + \frac{7,3 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 53,2} = 37,75 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Визначаю теплопродуктивність підігрівника 2-го ступеню:

$$Q_{II} = Q_{ГВП \max} - Q_I = 12,26 - 7,3 = 4,96 \text{ МВт}$$

1.3.2.23. Визначаю температуру мережної води на виході з підігрівника 1-го ступеню, за формулою (4.29):

$$\tau_2 = \tau_{cm} - \frac{Q_I 10^3}{G_I c} = 46,24 - \frac{7,3 \cdot 10^3}{97,26 \cdot 4,19} = 28,33 \text{ }^\circ\text{C}$$

1.3.2.24. Здійснюю перевірку, за формулою (4.30)

$$t_z = \frac{Q_{ГВП} 10^3}{c q_{z_M}} + t_n = \frac{4,96 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 53,2} + 37,75 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$$

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення витрати теплоносія і температури мережної води при інших значеннях t_3 пункти 1.3.2.4-1.3.2.8 не розраховуються, приймаються з попереднього, оскільки вони визначені при $t_3 = t_3''$.

1.3.2.25. Визначити витрату мережної води в літньому режимі:

$$G_{ГВП} = \frac{Q_{ГВПЛ}^{сер} \cdot 10^3}{(\tau_{01}'' - 30)c} = \frac{3,27 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4,19} = 19,51 \text{ кг/с.}$$

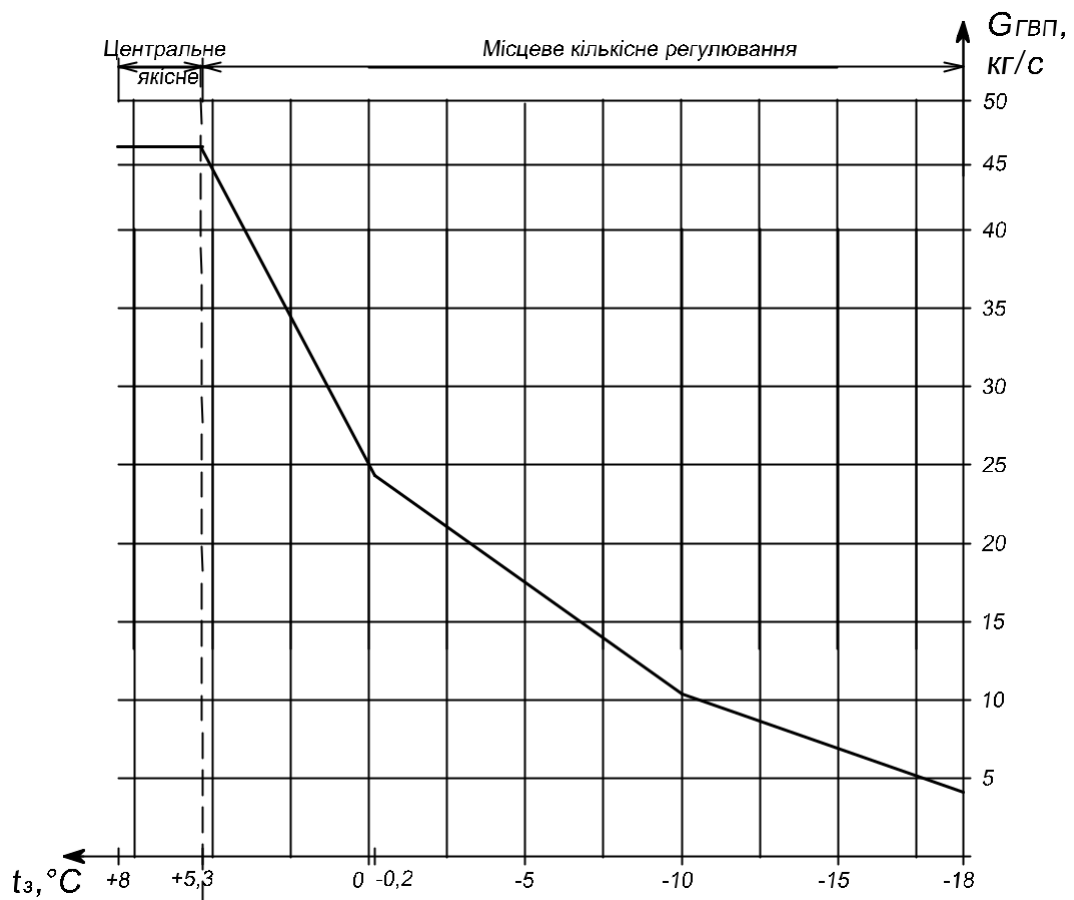
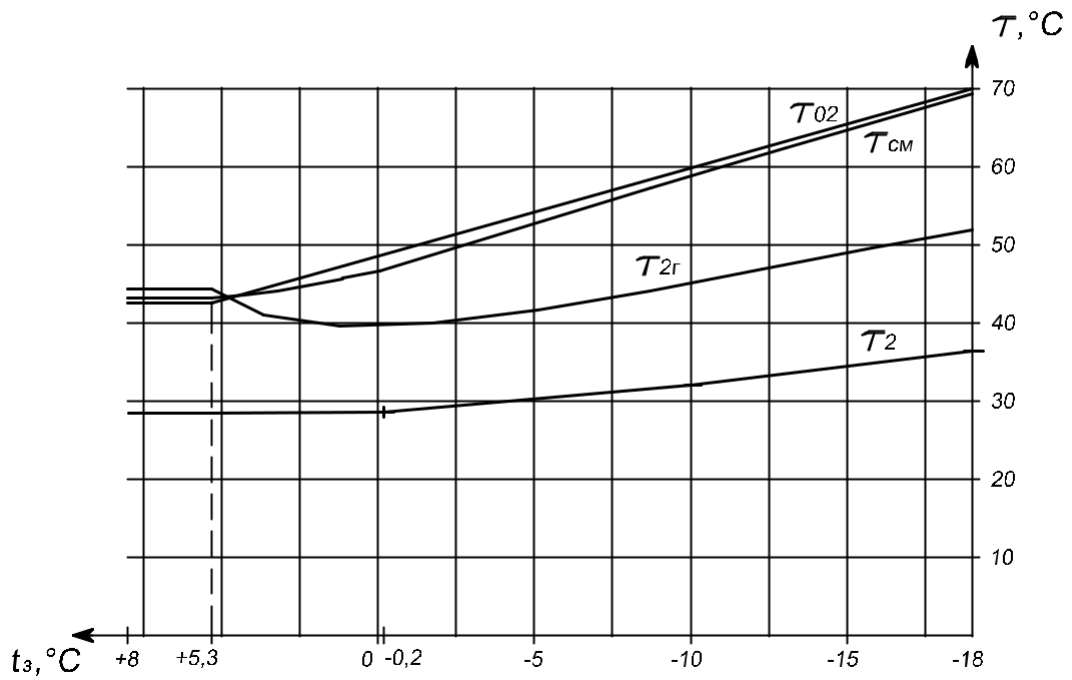
1.3.2.26. Звожу результати розрахунків у таблицю 5.

Таблиця 5 Результати розрахунку витрат та температур мережної води на гаряче водопостачання

Позначення	Одиниця виміру	Температура мережної води при					літо
		$t_{3,0}$ -18 °С	t_3 -10 °С	$t_3^{сер.опал}$ -0,2 °С	t_3'' +5,3 °С	$t_{зпк}$ +8 °С	
τ_{02}	°С	70	60,1	48,4	42,5	42,5	70
τ_{2e}	°С	51,98	45,14	39,87	44,3	44,3	30
t_n	°С	51,99	45,12	37,75	37,36	37,36	60
$\tau_{см}$	°С	68,98	58,21	46,24	43,21	43,21	-
τ_2	°С	36,5	32,52	28,33	28,88	28,88	-
$G_{ГВП}$	кг/с	4,35	10,47	24,7	46,88	46,88	19,51

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

Графік залежності витрати мережної води на ГВП і температури мережної води після підігрівників ГВП 1-го і 2-го ступенів від температури зовнішнього повітря



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00БП.144.009.005.ПЗ

Арк.

25

1.3.3. Розрахунок витрат та температур мережної води на вентиляцію

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

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

1.3.3.1. Визначаю температуру мережної води після калориферів за формулою (4.37):

$$\frac{(\tau_{o1} + \tau_{2e}) - (t_{e.p} + t_3)}{(\tau_{o1} + \tau_{2e}) - (t_{e.p} + t_{3.e})} \left(\frac{\tau_{o1}'' - \tau_{2e}''}{\tau_{o1} - \tau_{2e}} \right)^{0,15} = 1,$$

$$\frac{(140 + \tau_{2e}) - (18 + (-18))}{(120,7 + 60,1) - (18 + (-10))} \cdot \left(\frac{120,7 + 60,1}{140 - \tau_{2e}} \right)^{0,15} = 1$$

де τ_{o1}'' - температура мережної води у подавальному трубопроводі при $t_{зовн.вент.}$;
 τ_{2e}'' - температура води після калориферів при $t_{3.e.}$, °С.

Методом підбору знаходжу $\tau_{2e} = 38,4$ °С.

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

$$G_e = \frac{Q_e \cdot 10^3}{c(\tau_{o1} - \tau_{2e})} = \frac{2,96 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 38,4)} = 6,33 \text{ кг/с}$$

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

1.3.3.3. Визначаю температуру води після калориферів, за формулою (4.40):

$$\tau_{2e} = \tau_{o1} - (\tau_{o1}'' - \tau_{2e}'') \frac{t_{e.p} - t_3}{t_{e.p} - t_{3.e}} = 70 - (120,7 - 60,1) \cdot \frac{18 - 5,3}{18 - (-10)} = 42,5 \text{ °С}$$

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

$$G_e'' = \frac{Q_e \cdot 10^3}{c(\tau_{o1} - \tau_{2e})} = \frac{2,25 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (120,7 - 42,5)} = 6,87 \text{ кг/с}$$

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

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

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\frac{(70 + \tau_{2\epsilon}) - (8 + 18) \left(\frac{118,3 - 59,3}{70 - \tau_{2\epsilon}} \right)^{0,15}}{(118,3 + 59,3) - (-10 + 18) \left(\frac{18 - 8}{18 - (-10)} \right)^{0,85}} = 1$$

Методом підбору знаходжу $\tau_{2\epsilon} = 24,9$ °С.

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

$$G_{\epsilon} = \frac{Q_{\epsilon} \cdot 10^3}{c(\tau_{01} - \tau_{2\epsilon})} = \frac{0,8 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (70 - 24,9)} = 4,23 \text{ кг/с}$$

1.3.3.7. Звожу результати розрахунків у таблицю 6.

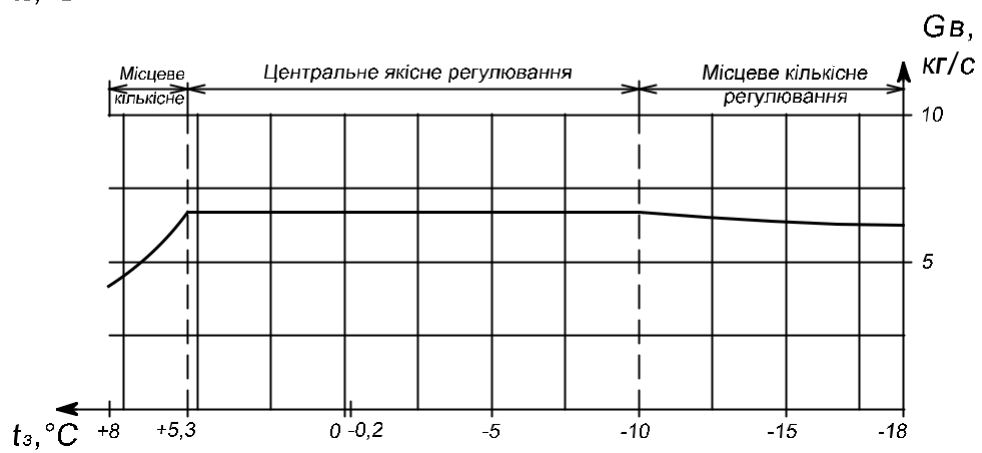
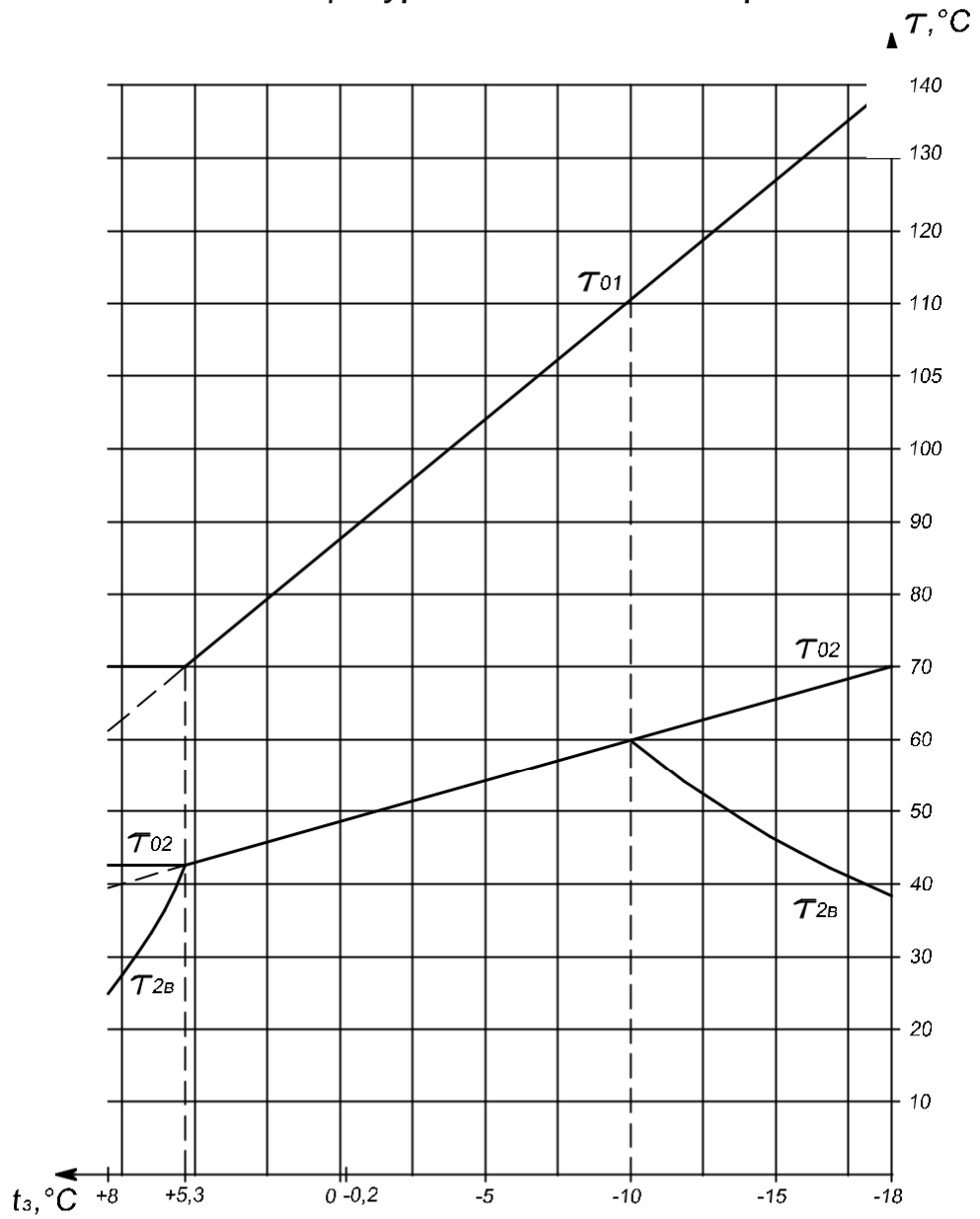
Таблиця 6

Результати розрахунку витрат та температур мережної води на вентиляцію

Позначення	Одиниця виміру	Температура і витрата мережної води при				
		$t_{3.o}$ -18°С	t_3 -10 °С	$t_3^{сер.опал}$ -0,2 °С	$t_{3.з}$ +5,3 °С	$t_{3ПК}$ +8 °С
τ_{01}	°С	150	120,7	87,8	70	70
τ_{02}	°С	70	60,1	48,4	42,5	42,5
$\tau_{2\epsilon}$	°С	38,4	60,1	48,4	42,5	24,9
G_{ϵ}	кг/с	6,33	6,87	6,87	6,87	4,23

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

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



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00БП.144.009.005.ПЗ

Арк.

28

1.4. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ТЕПЛОНОСІЯ

1.4.1. Визначаю розрахункову витрату мережної води:

- на опалення, за формулою (6.1)

$$G'_{omax} = \frac{Q'_{max} 10^3}{c(\tau'_{o1} - \tau'_{o2})} = \frac{23,34 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 70)} = 72,61 \text{ кг/с}$$

- на вентиляцію, за формулою (6.2)

$$G'_{vmax} = \frac{Q^B_{max} 10^3}{c(\tau'_{B1} - \tau'_{B2})} = \frac{2,96 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (140 - 70)} = 8,83 \text{ кг/с}$$

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

$$G'_{GVP} = \frac{Q'_{GVP} 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} \left(\frac{55 - t'}{55 - t_x} + 0,2 \right) = \frac{5,11 \cdot 10^3}{4,19(70 - 42,5)} \cdot \left(\frac{55 - (42,5 - 5)}{55 - 5} + 0,2 \right) = 24,39 \text{ кг/с}$$

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

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

$$G'_{GVP}{}^{max} = \frac{0,55 Q'_{GVP}{}^{max} 10^3}{c(\tau'''_{o1} - \tau'''_{o2})} = \frac{0,55 \cdot 9,53 \cdot 10^3}{4,19(70 - 42,5)} = 45,49 \text{ кг/с}$$

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

$$G' = G'_{omax} + G'_{vmax} + K_3 G'_{GVP}{}^{сер} = 73,48 + 8,86 + 1,2 \cdot 24,39 = 111,57 \text{ кг/с}$$

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

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

$$G'_l = \frac{Q'_{GVP,l}{}^{сер} 10^3}{(\tau'''_{o1} - 30)c} = \frac{3,27 \cdot 10^3}{(70 - 30) \cdot 4,19} = 19,51 \text{ кг/с}$$

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

1.4.4. Заношу результати розрахунків витрат теплоносія для кожного кварталу в таблицю 7.

Таблиця 7

Значення розрахункових витрат теплоносія

Номер кварталу	Розрахункова витрата теплоносія, кг/с					
	$G'_{o\max}$	$G'_{e\max}$	$G'_{ГВП}$	$K_3 \cdot G'_{ГВП}$	G'	$G'_л$
1	2	3	4	5	6	7
1	1,40	0,17	0,47	0,56	2,13	0,38
2	1,55	0,17	0,52	0,62	2,34	0,42
3	1,31	0,15	0,42	0,50	1,96	0,34
4	1,46	0,17	0,47	0,56	2,19	0,30
5	1,13	0,15	0,38	0,45	1,73	0,30
6	1,55	0,17	0,42	0,50	2,22	0,34
7	1,37	0,17	0,38	0,45	1,99	0,30
8	1,07	0,12	0,28	0,33	1,52	0,22
9	1,31	0,14	0,38	0,45	1,9	0,30
10	1,31	0,14	0,38	0,45	1,90	0,30
11	2,57	0,29	0,85	1,02	3,88	0,6
12	0,72	0,08	0,23	0,27	1,07	0,19
13	0,81	0,08	0,28	0,33	1,22	0,22
14	3,19	0,39	1,09	1,30	4,88	0,87
15	2,98	0,36	1,00	1,2	4,54	0,80
16	4,59	0,57	1,52	1,82	6,98	1,22
17	1,43	0,18	0,47	0,56	2,17	0,38
18	3,13	0,39	1,05	1,26	4,78	0,80
19	3,31	0,39	1,09	1,30	5,00	0,87
20	4,03	0,48	1,33	1,59	6,10	1,06
21	3,40	0,42	1,14	1,36	5,18	0,91
22	10,20	1,22	3,43	4,11	15,53	2,74
23	0,98	0,12	0,33	0,39	1,49	0,26
24	1,99	0,24	0,66	0,79	3,02	0,53
25	3,49	0,42	1,19	1,42	5,33	0,95
26	10,08	1,22	3,38	4,05	15,35	2,71
27	3,01	0,36	1,00	1,2	4,57	0,80
Всього	72,61	8,83	24,39	29,26	111,57	19,51

1.5. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ЧАСТИНИ 2 ПРОЕКТУ

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

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

$$= \frac{72,61 + 4,35}{72,61 + 4,35 + 6,33} \cdot 36,5 + \frac{6,33}{72,61 + 4,35 + 6,33} \cdot 38,4 = 37 \text{ } ^\circ\text{C}$$

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

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

$$\tau_2 = \frac{72,61 + 46,88}{72,61 + 46,88 + 6,87} \cdot 28,88 + \frac{6,87}{72,61 + 46,88 + 6,87} \cdot 42,5 = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

Таблиця 8

Загальні вихідні дані для Ч.2 проекта

№ п.п.	Назва параметра	Ум. Позн.	Од. виміру	Характерні режими експлуатації теплофікаційної системи		
				Максимально-зимовий	Точки зламу температурного графіка	Літній
1	Місто розташування котельні			Луцьк		
2	Тип системи тепlopостачання			Закрита		
3	Температурна характеристика тепломережі району	τ_1 / τ_2	$^\circ\text{C} / ^\circ\text{C}$	140/70		
4	Температура зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	$^\circ\text{C}$	-18	+5,3	>+8
5	Теплове навантаження системи опалення	$Q_{\text{оп}}$	МВт	24,63	8,37	-
6	Теплове навантаження системи ГВП	$Q_{\text{ГВП}}$	МВт	12,26	12,26	3,27
7	Теплове навантаження системи вентиляції	$Q_{\text{вент}}$	МВт	2,96	1,01	-
8	Річне теплове навантаження житлового району	$Q_{\text{ЖР}}^{\text{рік}}$	МВт·год/рік	95888		
9	Теплове навантаження промислового підприємства (Теплоносій – гаряча вода)	$Q_{\text{п.п}}$	МВт	12,0	12,0	12,0
10	Температура технологічної води для пром. підприємства на виході з котельні	t_2''	$^\circ\text{C}$	95		
11	Річне теплове навантаження промислового підприємства	$Q_{\text{п.п}}^{\text{рік}}$	МВт·год/рік	43460		
12	Температура “прямої” мережної води	τ_1	$^\circ\text{C}$	140	70	70
13	Температура “зворотної” мережної води	τ_2	$^\circ\text{C}$	37	30	30
14	Витрата “прямої” води в тепломережу	G_1	кг/с	83,28	126,36	19,51
				т/ год	299,81	454,89

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

15	Убуток води в тепломережі	$G_{уб.тм}$	т/ ГОД	15,0	15,0	5,0
16	Витрата “зворотної” води в тепломережі	G_2	т/ ГОД	284,81	439,89	65,24
17	Втрати тиску в тепломережі	$\Delta p_{втр.тм}$	МПа	0,3	0,3	0,3
18	Статичний напір в тепломережі	$H_{стат. тм}$	м.вд.ст.	40,0	40,0	40,0

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

2. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНОЇ

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

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

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

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

Таблиця 2.1

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

№ п.п.	Назва параметра	Ум. Позн.	Од. виміру	Характерні режими експлуатації теплофікаційної системи		
				Максимально-зимовий	Точки зламу температурного графіка	Літній
1	Місто розташування котельні			Луцьк		
2	Тип системи тепlopостачання			Закрита		
3	Температурна характеристика тепломережі району	τ_1 / τ_2	°C/°C	140/70		
4	Температура зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	°C	-18	+5.3	>+8
5	Теплове навантаження системи опалення	$Q_{\text{оп}}$	МВт	24,63	8,37	-
6	Теплове навантаження системи ГВП	$Q_{\text{ГВП}}$	МВт	12,26	12,26	3,27
7	Теплове навантаження системи вентиляції	$Q_{\text{вент}}$	МВт	2,96	1,01	-
8	Річне теплове навантаження житлового району	$Q_{\text{ЖР}}^{\text{рік}}$	МВт·год/рік	95888		
9	Теплове навантаження промислового підприємства (Теплоносій – гаряча вода)	$Q_{\text{п.п}}$	МВт	12,0	12,0	12,0
10	Температура технологічної води для промислового підприємства на виході з котельні	t_2	°C	95		

				00БП.144.009.005.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
					33	

2	Теплота згорання палива	$Q_{н^P}$	кДж/ м ³	33730,0			Сертифікат палива
3	Температура в деаераторі	$t_{ДА}$	°С	65°	65°	65°	Е.Р: 70 °С – 60 °С
4	Розрідження в деаераторі	$p_{ДА}$	бар	- 0,75	- 0,75	- 0,75	Е.Р: 0,70 – 0,80 бар
5	Номінальна температура води на вході в котел	$t'_{ВК.НОМ}$	°С	70°	70°	70°	Е.Р. для водогрійних котлів
6	Номінальна температура води на виході з котла	$t''_{ВК.НОМ}$	°С	140°	140°	140°	“—“
7	Температура сирі води	$t'_{с.в}$	°С	5°	5°	15°	Е.Р: 5 °С для МЗ та ТЗ режимів, 15 °С – для режима Л
8	Температура сирі води перед станцією хіводоочищення	$t''_{с.в}$	°С	15°	15°	15°	Е.Р: 15 °С - 20 °С
9	Температура хімоочищеної води на виході зі станції ХВО	$t'_{хов}$	°С	20°	20°	20°	Е.Р: 15 °С – 20 °С
10	Температура хімоочищеної води перед деаератором	$t''_{хов}$	°С	55°	55°	55°	Е.Р: 50 °С – 65 °С
11	Температура технологічної води на вході в котельню	$t'_{техн.в}$	°С	5°	5°	15°	Е.Р: 5 °С для МЗ та ТЗ режимів, 15 °С для режима Л
12	Температура технологічної води на виході з котельні	$t''_{техн.в}$	°С	95°	95°	95°	Технологічний регламент ПП
13	Температура грійної води на вході у внутрішньокотельні підігрівники та на вході в деаератор	$t'_{ТОА}$	°С	140°	140°	140°	Е.Р: $t'_{ТОА} = t''_{ВК.НОМ}$
14	Температура грійної води на виході з внутрішньокотельних підігрівників	$t''_{ТОА}$	°С	65°	65°	65°	Е.Р: $t''_{ТОА} = 65°С$
15	Коефіцієнт випара з деаератора	$\alpha_{вип.}$	од	0,01	0,01	0,01	Е.Р: 0,005 – 0,01
16	Коефіцієнт власних потреб станції хімводоочищення	$K_{ХВО}$	од.	1,10	1,10	1,10	Е.Р: 1,05 – 1,10

2.2. Формування принципової схеми водогрійної котельні

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

2.3. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Визначення результата	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum Q_{ЖР} = 1,05 \cdot (24,63 + 12,26 + 2,96) = 41,84$ МВт	41,84	22,72	
ТЗ: $\sum Q_{ЖР} = 1,05 \cdot (8,37 + 12,26 + 1,01) = 22,72$ МВт			
Л: $\sum Q_{ЖР} = 1,05 \cdot (0,0 + 3,27 + 0,0) = 3,43$ МВт			3,43

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

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

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

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Результати визначення навожу у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6.

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

2.3.6. Визначаю експлуатаційну температуру води на виході з теплообмінників технологічної, сирової та хімічищеної води – $t''_{\text{ТОА}}$, °С, за рекомендацією п. 2.1.15.

Результати визначення навожу у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Визначення результата	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
Експлуатаційна рекомендація: $t''_{\text{ТОА}} = 65,0\text{ °С}$	65°	65°	65°

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

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

Результати визначення навести у таблиці 2.8.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.8

Визначення результата	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{ДА}}^{\text{підж}} = 15,0$ т/год ТЗ: $G_{\text{ДА}}^{\text{підж}} = 15,0$ т/год Л: $G_{\text{ДА}}^{\text{підж}} = 5,0$ т/год	15,0	15,0	5,0

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

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9

Визначення результата	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{ДА}}^{\text{гр.в}} = (1+0,01) \cdot 15,0 \cdot (65 - 55) / (140 - 65) = 1,8$ т/год ТЗ: $G_{\text{ДА}}^{\text{гр.в}} = (1+0,01) \cdot 15,0 \cdot (65 - 55) / (140 - 65) = 1,8$ т/год Л: $G_{\text{ДА}}^{\text{гр.в}} = (1+0,01) \cdot 5,0 \cdot (65 - 55) / (140 - 65) = 0,6$ т/год	1,80	1,80	0,60
МЗ: $Q_{\text{ДА}} = (1,8/3,6) \cdot 4,2 \cdot (140 - 65) \cdot 10^{-3} = 0,18$ МВт ТЗ: $Q_{\text{ДА}} = (1,8/3,6) \cdot 4,2 \cdot (140 - 65) \cdot 10^{-3} = 0,18$ МВт Л: $Q_{\text{ДА}} = (0,6/3,6) \cdot 4,2 \cdot (140 - 65) \cdot 10^{-3} = 0,06$ МВт	0,18	0,18	0,06

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10

Визначення результата	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G''_{\text{ДА}} = (1 - 0,01) \cdot 15,0 + 1,80 = 16,7$ т/год ТЗ: $G''_{\text{ДА}} = (1 - 0,01) \cdot 15,0 + 1,80 = 16,7$ т/год Л: $G''_{\text{ДА}} = (1 - 0,01) \cdot 5,0 + 0,60 = 5,6$ т/год	16,7	16,7	5,6

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00БП.144.009.005.ПЗ

Арк.

38

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.11.

Таблиця 2.11

Визначення результата	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{ХОВ}} = (1+0,01) \cdot 15,0 = 16,9$ т/год ТЗ: $G_{\text{ХОВ}} = (1+0,01) \cdot 15,0 = 16,9$ т/год Л: $G_{\text{ХОВ}} = (1+0,01) \cdot 5,0 = 5,1$ т/год	16,9	16,9	5,1

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.12.

Таблиця 2.12

Визначення результата	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{с.в.}} = 1,10 \cdot 16,9 = 18,6$ т/год ТЗ: $G_{\text{с.в.}} = 1,10 \cdot 16,9 = 18,6$ т/год Л: $G_{\text{с.в.}} = 1,10 \cdot 5,1 = 5,6$ т/год	18,6	18,6	5,6

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

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.13.

Таблиця 2.13

Визначення результату	Значення для режимів		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $Q_{ПСВ} = (18,6/3,6) \cdot 4,2 \cdot (20 - 5) \cdot 10^{-3} = 0,33 \text{ МВт}$ ТЗ: $Q_{ПСВ} = (18,6/3,6) \cdot 4,2 \cdot (20 - 5) \cdot 10^{-3} = 0,33 \text{ МВт}$ Л: $Q_{ПСВ} = (5,6/3,6) \cdot 4,2 \cdot (20 - 5) \cdot 10^{-3} = 0,10 \text{ МВт}$	0,33	0,33	0,10
МЗ: $G_{ПСВ}^{гр.в} = 0,33 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (140 - 65)] = 3,3 \text{ т/год}$ ТЗ: $G_{ПСВ}^{гр.в} = 0,33 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (140 - 65)] = 3,3 \text{ т/год}$ Л: $G_{ПСВ}^{гр.в} = 0,10 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (140 - 65)] = 1,0 \text{ т/год}$	3,3	3,3	1,0

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

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.14.

Таблиця 2.14

Визначення результату	Значення для режимів		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $Q_{ПХВ} = (16,9/3,6) \cdot 4,2 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0,69 \text{ МВт}$ ТЗ: $Q_{ПХВ} = (16,9/3,6) \cdot 4,2 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0,69 \text{ МВт}$ Л: $Q_{ПХВ} = (5,1/3,6) \cdot 4,2 \cdot (55 - 20) \cdot 10^{-3} = 0,21 \text{ МВт}$	0,69	0,69	0,21
МЗ: $G_{ПХВ}^{гр.в} = 0,69 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (140 - 65)] = 7,0 \text{ т/год}$ ТЗ: $G_{ПХВ}^{гр.в} = 0,69 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (140 - 65)] = 7,0 \text{ т/год}$ Л: $G_{ПХВ}^{гр.в} = 0,21 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (140 - 65)] = 2,1 \text{ т/год}$	7,0	7,0	2,1

2.3.14. 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:

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

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.15.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.15

Визначення результату	Значення для режимів		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{техн.в}} = 12,0 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / (4,2 \cdot 95^\circ) = 108,2$ т/год ТЗ: $G_{\text{техн.в}} = 12,0 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / (4,2 \cdot 95^\circ) = 108,2$ т/год Л: $G_{\text{техн.в}} = 12,0 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / (4,2 \cdot 95^\circ) = 108,2$ т/год	108,2	108,2	108,2
МЗ: $Q_{\text{ПТВ}} = (108,2/3,6) \cdot 4,2 \cdot (95^\circ - 5^\circ) \cdot 10^{-3} = 11,4$ МВт ТЗ: $Q_{\text{ПТВ}} = (108,2/3,6) \cdot 4,2 \cdot (95^\circ - 5^\circ) \cdot 10^{-3} = 11,4$ МВт Л: $Q_{\text{ПТВ}} = (108,2/3,6) \cdot 4,2 \cdot (95^\circ - 15^\circ) \cdot 10^{-3} = 10,1$ МВт	11,4	11,4	10,1
МЗ: $G_{\text{ПТВ}}^{\text{гр.в}} = 11,4 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (140^\circ - 65^\circ)] = 115,0$ т/год ТЗ: $G_{\text{ПТВ}}^{\text{гр.в}} = 11,4 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (140^\circ - 65^\circ)] = 115,0$ т/год Л: $G_{\text{ПТВ}}^{\text{гр.в}} = 10,1 \cdot 3,6 \cdot 10^3 / [4,2 \cdot (140^\circ - 65^\circ)] = 102,0$ т/год	115,0	115,0	102,0

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

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

Результати визначення навожу в таблиці 2.16.

Таблиця 2.16

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\Sigma G_{\text{вн}}^{\text{гр.в}} = 115,0 + 7,0 + 3,3 + 1,8 = 127,1$ т/год ТЗ: $\Sigma G_{\text{вн}}^{\text{гр.в}} = 115,0 + 7,0 + 3,3 + 1,8 = 127,1$ т/год Л: $\Sigma G_{\text{вн}}^{\text{гр.в}} = 102,0 + 2,1 + 1,0 + 0,6 = 105,7$ т/год	127,1	127,1	105,7

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.17.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.17

Визначення результату	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\tau_{звор} = (278,47 \cdot 42,3^{\circ} + 115,0 \cdot 65^{\circ} + 7,0 \cdot 65^{\circ} + 3,3 \cdot 65^{\circ} + 15,0 \cdot 65^{\circ}) / (278,47 + 115,0 + 7,0 + 3,3 + 15,0) = 49,9^{\circ}$	49,9°	40°	54,1°
ТЗ: $\tau_{звор} = (417,42 \cdot 31,6^{\circ} + 115,0 \cdot 65^{\circ} + 7,0 \cdot 65^{\circ} + 3,3 \cdot 65^{\circ} + 15,0 \cdot 65^{\circ}) / (417,42 + 115,0 + 7,0 + 3,3 + 15,0) = 40^{\circ}$			
Л: $\tau_{звор} = (49,58 \cdot 30^{\circ} + 102,0 \cdot 65^{\circ} + 2,1 \cdot 65^{\circ} + 1,0 \cdot 65^{\circ} + 5,0 \cdot 65^{\circ}) / (49,58 + 102,0 + 2,1 + 1,0 + 5,0) = 54,1^{\circ}$			

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.18.

Таблиця 2.18

Визначення результату	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum Q_{\text{КОТ}} = 38,63 + 11,4 + 0,18 + 0,33 + 0,69 - (15,0/3,6) \cdot 4,2 \cdot 5^{\circ} \cdot 10^{-3} = 51,1 \text{ МВт}$	51,1	32,3	13
ТЗ: $\sum Q_{\text{КОТ}} = 19,82 + 11,4 + 0,18 + 0,33 + 0,69 - (15,0/3,6) \cdot 4,2 \cdot 5^{\circ} \cdot 10^{-3} = 32,3 \text{ МВт}$			
Л: $\sum Q_{\text{КОТ}} = 2,67 + 10,1 + 0,06 + 0,10 + 0,21 - (5,0/3,6) \cdot 4,2 \cdot 15^{\circ} \cdot 10^{-3} = 13 \text{ МВт}$			

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

Вибір типорозміру водогрійних котлів здійснюю з таких міркувань:

На ринку водогрійних котлів існує пропозиція наступних типорозмірів водогрійних котлів:

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

КВ-ГМ –10 (11,6 МВт), КВ-ГМ –20 (23,2 МВт), КВ-ГМ –30 (34,8 МВт), КВ-ГМ – 50 (58,0 МВт), КВ-ГМ–100 (116,0 МВт)

Приймаю до встановлення два котла **КВ-ГМ–20** (23,2 МВт) – варіант, що задовольняє умовам експлуатації котлів в усіх режимах експлуатації в т.ч. в режимі Л на мінімально допустимому тепловому навантаженні.

Результати визначення навожу у таблиці 2.19.

Таблиця 2.19

Позн.	Одиниця виміру	Визначення результата
ТИП		КВ-ГМ–30
$Q_{\text{ВК.НОМ}}$	МВт	23,2
$G_{\text{ВК.НОМ}}$	т/год	247
$\eta_{\text{ВК.НОМ}}$	%	91,0
$t'_{\text{ВК.НОМ}}$	°С	140°
$t''_{\text{ВК.НОМ}}$	°С	70°

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

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

*) Примітка

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.20.

Таблиця 2.20

Визначення результата	Значення для режимів, шт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $N_{\text{ВК.ВСТ}} = 51,1 / 23,2 = 2,2$	3	2	1
ТЗ: $N_{\text{ВК.ВСТ}} = 32,3 / 23,2 = 1,39$			
Л: $N_{\text{ВК.ВСТ}} = 13 / 23,2 = 0,56$			

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

$$N_{\text{ВК.Б}} = 1$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.21.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Таблиця 2.21

Визначення результата	Значення для режимів, шт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $N_{ВК.Б} = 2$ ТЗ: $N_{ВК.Б} = 1$ Л: $N_{ВК.Б} = 1$	1	1	1

2.3.21. Визначаю число котлів, що працюють у змінному режимі – $N_{ВК.З}$, шт.:

$$N_{ВК.З} = N_{ВК.ВСТ} - N_{ВК.Б}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.22.

Таблиця 2.22

Визначення результата	Значення для режимів, шт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $N_{ВК.З} = 3 - 2 = 1$ ТЗ: $N_{ВК.З} = 2 - 1 = 1$ Л: $N_{ВК.З} = 1 - 1 = 0$	1	1	0

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

$$N_{ВК.Р} = N_{ВК.Б} + N_{ВК.З}$$

Результати визначення навести у таблиці 2.23.

Таблиця 2.23

Визначення результата	Значення для режимів, шт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $N_{ВК.Р} = 2 + 1 = 3$ ТЗ: $N_{ВК.Р} = 1 + 1 = 2$ Л: $N_{ВК.Р} = 0 + 1 = 1$	3	2	1

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

- у разі експлуатації в котельні двох або більше котлоагрегатів:

$$Q_{ВК.Б} = Q_{ВК.НОМ}, \text{МВт}$$

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

- у разі експлуатації в котельні одного котлоагрегата:

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

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

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.24

Таблиця 2.24

Визначення результату		Значення для режимів		
		МЗ	ТЗ	Л
МЗ: (3 котла)	$Q_{\text{ВК.Б}} = 34,8 \text{ МВт}$	23,2		
	$t'_{\text{ВК.Б}} = 70 ^\circ\text{C}$	140°		
	$t''_{\text{ВК.Б}} = 140 ^\circ\text{C}$	70°		
	$G_{\text{ВК.Б}} = 370 \text{ т/год}$	247		
ТЗ: (2 котла)	$Q_{\text{ВК.Б}} = 34,8 \text{ МВт}$		23,2	
	$t'_{\text{ВК.Б}} = 70 ^\circ\text{C}$		140°	
	$t''_{\text{ВК.Б}} = 140 ^\circ\text{C}$		70°	
	$G_{\text{ВК.Б}} = 370 \text{ т/год}$		247	
Л: (1 котел)	$Q_{\text{ВК.Б}} = 34,8 \text{ МВт}$			23,2
	$t''_{\text{ВК.Б}} = 140 ^\circ\text{C}$			140°
	$t'_{\text{ВК.Б}} = 70 ^\circ\text{C}$			70°
	$G_{\text{ВК.Б}} = 370 \text{ т/год}$			247

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

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

Результати визначення навожу у таблиці 2.25

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Таблиця 2.25

Визначення результата	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum Q_{ВК.3} = 51,1 - 23,2 \cdot 2 = 4,7$ МВт	4,7	9,1	0
ТЗ: $\sum Q_{ВК.3} = 32,3 - 23,2 = 9,1$ МВт			
Л: $\sum Q_{ВК.3} = 13 - 13 = 0$ МВт			

2.3.25. Визначаю теплове навантаження кожного котла, що несе змінну складову теплового навантаження – $Q_{ВК.3}$, МВт,:

$$Q_{ВК.3} = \sum Q_{ВК.3} / N_{ВК.3}$$

Результати визначення навожу у таблиці 2.26

Таблиця 2.26

Визначення результата	Значення для режимів, МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $Q_{ВК.3} = 4,7 / 1 = 4,7$ МВт	4,7	9,1	0
ТЗ: $Q_{ВК.3} = 9,1 / 1 = 9,1$ МВт			
Л: $Q_{ВК.3} = 0$ МВт (за відсутності такого котла)			

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

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

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

- для **ТЗ** режима :

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

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

$$G_{ВК.3} = 0$$

Результати визначення навести у таблиці 2.27.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.27

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{ВК.З} = 4,7 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / [4,2 \cdot (140^\circ - 70^\circ)] = 50,4$ т/год ТЗ: $G_{ВК.З} = 9,1 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / [4,2 \cdot (140^\circ - 70^\circ)] = 97,5$ т/год Л: $G_{ВК.З} = 0 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / [4,2 \cdot (140^\circ - 70^\circ)] = 0$ т/год	50,4	97,5	0

2.3.27 Визначаю сумарну подачу води на котли, що знаходяться в експлуатації

– $\sum G_{ВК}$, т/год:

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

Результати визначення навести у таблиці 2.28.

Таблиця 2.28

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\sum G_{ВК} = 2 \cdot 247 + 1 \cdot 50,4 = 544,4$ т/год ТЗ: $\sum G_{ВК} = 1 \cdot 247 + 1 \cdot 97,5 = 344$ т/год Л: $\sum G_{ВК} = 1 \cdot 247 + 0 \cdot 0 = 247$ т/год	544,4	344	247

2.3.28 Визначаю температуру води на виході з котлів, що несуть змінну складову теплового навантаження котельні – $t''_{ВК.З}$, °С:

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

Результати визначення навести у таблиці 2.29.

Таблиця 2.29

Визначення результату	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $t''_{ВК.З} = 70 + 4,7 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / (4,2 \cdot 50,4) = 140$ °С ТЗ: $t''_{ВК.З} = 70 + 9,1 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / (4,2 \cdot 97,5) = 140$ °С Л: $t''_{ВК.З} = 0$ °С	140°	140°	0

2.3.29 Визначаю витрату води в рециркуляційному трубопроводі – $G_{реци}$, т/год, для трьох режимів:

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

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати визначення навожу в таблиці 2.30.

Таблиця 2.30

Визначення результата	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{\text{рец}} = 544,4 \cdot (70^\circ - 49,9^\circ) / (140^\circ - 49,9^\circ) = 109$ т/год	109	93,8	41
ТЗ: $G_{\text{рец}} = 344 \cdot (70^\circ - 40^\circ) / (140^\circ - 40^\circ) = 93,8$ т/год			
МЗ: $G_{\text{рец}} = 247 \cdot (70^\circ - 54,1^\circ) / (140^\circ - 54,1^\circ) = 41$ т/год			

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

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

Результати визначення навожу в таблиці 2.31.

Таблиця 2.31

Визначення результата	Значення для режимів, °С		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $t_{\text{BK}}^\Sigma = ((247 \cdot 1 - 127,1 - 109) \cdot 140^\circ + 2 \cdot 50,4 \cdot 150^\circ) / (247 \cdot 1 - 127,1 - 109 + 2 \cdot 50,4) = 150^\circ \text{C}$	140	140°	140°
ТЗ: $t_{\text{BK}}^\Sigma = ((247 \cdot 1 - 127,1 - 93,8) \cdot 140^\circ + 1 \cdot 97,5 \cdot 150^\circ) / (247 \cdot 1 - 127,1 - 93,8 + 1 \cdot 97,5) = 140^\circ \text{C}$			
Л: $t_{\text{BK}}^\Sigma = 140^\circ$ (за регламентом)			

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

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

Результати визначення навожу в таблиці 2.32.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.32

Визначення результату	Значення для режимів, т/год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $G_{пер} = 299,81 \cdot (140 - 140) / (140 - 49,9) = 0$	0	330,8	58,6
ТЗ: $G_{пер} = 454,89 \cdot (150 - 70) / (140 - 40) = 330,8$ т/год			
Л: $G_{пер} = 70,24 \cdot (150 - 70) / (140 - 54,1) = 58,6$ т/год			

2.2.32. Визначаю похибку балансових розрахунків водогрійної котельні:

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

Результати визначення навожу в таблиці 2.33.

Таблиця 2.33

Визначення результату	Значення для режимів, %		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $\Delta G\% = (544,4 - 284,81 - 127,1 + 0 - 109) \cdot 100 / 544,4 = 4,3$ %	4,3	3	7,6
ТЗ: $\Delta G\% = (344 - 439,89 - 127,1 + 330,8 - 97,5) \cdot 100 / 344 = 3$ %			
Л: $\Delta G\% = (247 - 65,24 - 105,7 + 58,6 - 41) \cdot 100 / 247 = 7,6$ %			

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

2.4. Вибір обладнання котельні

2.4.1. Вибір водогрійних котлів

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

2.4.2. Вибір метода очищення води в котельні

Для котельень з водогрійними котлами для видалення з води солей жорсткості як правило використовують II-х ступеневе Na-катіонування.

Вибираю два фільтри (2 робочих, 1 резервний).

2.4.3. Вибір деаератора

Для водогрійних котельень використовують вакуумні деаератори.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продуктивність деаератора рівна витраті сирової води, що йде на підживлення $G_{с.в.} = 18,6$ т/год.

Приймаю до встановлення вакуумний деаератор типу ДВ-25 з номінальною продуктивністю 25 т/год.

Приймаю до встановлення охолоджувача випару ОВВ-2.

Приймаю до встановлення ежектор Ев-10.

2.4.4. Вибір рециркуляційних насосів

Подача рециркуляційних насосів визначена при розрахунку теплової схеми $G_{реци} = 109$ т/год.

Вибираю два насоса Wilo-NORM-NP 65/250 (1 робочий, 1 резервний) $Q_{н. реци}^{ном} = 125$ т/год, $H_{н. реци}^{ном} = 90$ м.вод.ст., $N_{н. реци}^{ном} = 37$ кВт, $\eta_{н. реци}^{ном} = 0,78$

2.4.5. Вибір мережних насосів

Мережні насоси мають задовольнити подачу в режимі МЗ $\sum G_{БК} = 544,6$ т/год. Приймаю два насоса Wilo-NORM-NP 100/250V $Q_{нас. мер}^{ном} = 350$ т/год, $H_{нас. мер}^{ном} = 100$ м.вод.ст., $N_{нас. мер}^{ном} = 85$ кВт, $\eta_{нас. мер}^{ном} = 0,81$.

Для літнього режиму мережеві насоси мають задовольнити подачу $\sum G_{БК} = 247$ т/год. В якості мережних насосів приймаю два насоса Wilo-NORM-NP 80/250V (1 робочий, 1 резервний) $Q_{нас. мер}^{ном} = 150$ т/год, $H_{нас. мер}^{ном} = 100$ м.вод.ст., $N_{нас. мер}^{ном} = 55$ кВт, $\eta_{нас. мер}^{ном} = 0,72$.

2.4.6. Вибір насосів сирової води

Подача цих насосів визначається максимальною необхідністю в хімічно очищеній воді $G_{с.в.} = 18,6$ т/год. До встановлення приймаю два насоса Wilo-BL 32/170 (1 робочий, 1 резервний) $Q_{нас. св}^{ном} = 20$ т/год, $H_{нас. св}^{ном} = 40$ м.вод.ст., $N_{нас. св}^{ном} = 1,1$ кВт, $\eta_{нас. св}^{ном} = 0,7$.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4.7. Вибір насосів хімоочищеної води

Подача насосів визначається витратою води з ХВО $G_{\text{ХОВ}} = 16,9$ т/год. До встановлення приймаю два одноступеневих насоса Wilo-BL 32/170 (1 робочий, 1 резервний) $Q_{\text{нас.св}}^{\text{ном}} = 20$ т/год, $H_{\text{нас. св}}^{\text{ном}} = 40$ м.вод.ст., $N_{\text{нас. св}}^{\text{ном}} = 1,1$ кВт, $\eta_{\text{нас. св}}^{\text{ном}} = 0,7$.

2.4.8. Вибір насосів технологічної води

Для подачі технологічної води від джерела тепlopостачання – котельні, до промислового підприємства встановлюємо насоси технологічної води. подача цих насосів визначається необхідністю в технологічній воді $G_{\text{техн.в}} = 108,2$ т/год. До встановлення приймаю два насоса Wilo-NORM-NP 65/200V $Q_{\text{нас. техн.в}}^{\text{ном}} = 130$ т/год, $H_{\text{нас. техн.в}}^{\text{ном}} = 58$ м.вод.ст., $N_{\text{нас. техн.в}}^{\text{ном}} = 37$ кВт, $\eta_{\text{нас. св}}^{\text{ном}} = 0,81$.

2.4.9. Вибір насосів підживлення теплової мережі

Для компенсації втрат води в тепловій мережі встановлюємо підживлювальні насоси. $G_{\text{убут}} = 15$ т/год. До встановлення приймаю насоса Wilo-BL 32/170 (1 робочий, 1 резервний) $Q_{\text{нас.св}}^{\text{ном}} = 20$ т/год, $H_{\text{нас. св}}^{\text{ном}} = 40$ м.вод.ст., $N_{\text{нас. св}}^{\text{ном}} = 1,1$ кВт, $\eta_{\text{нас. св}}^{\text{ном}} = 0,7$.

2.4.10. Вибір вентиляторів для водогрійних котлів

У відповідності до технічних умов заводу-виробника водогрійних котлів на комплект поставки котла вибираю вентилятор ВДН-10 $\phi=45^\circ$, $Q = 13300$ м³/год, $H = 1650$ Па, $N = 11$ кВт (5 шт.).

2.4.11. Вибір димососів для водогрійних котлів

У відповідності до технічних умов заводу-виробника водогрійних котлів на комплект поставки котла вибираю димосос ДН-12,5 $\phi=60^\circ$, $Q = 30800$ м³/год, $H = 744$ Па, $N = 22$ кВт (5 шт.).

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4.12. Вибір підігрівника сиріої води

Необхідна теплова потужність $Q_{\text{ПСВ}} = 0,33$ МВт. Приймаю до встановлення пластинчатий теплообмінник НН-07-16/1.

2.4.13. Вибір підігрівника хімочощеної води

Необхідна теплова потужність $Q_{\text{ПХВ}} = 0,69$ МВт

Приймаю до встановлення пластинчатий теплообмінник НН-07-16/1.

2.4.14. Вибір підігрівника технологічної води

Необхідна теплова потужність $Q_{\text{ПТВ}} = 11,4$ МВт

Приймаю до встановлення пластинчатий теплообмінник НН-41-16/2

2.5. Визначення енергетичних показників роботи водогрійної котельні

2.5.1. Визначаю годинну витрату природного газу в котельні – $V_{\text{КОТ}}$, тис. м³/год, для трьох режимів роботи:

$$V_{\text{КОТ}} = (1,01-1,02) \cdot \Sigma Q_{\text{КОТ}} \cdot 10^3 \cdot 3,6 / (\eta_{\text{КОТ}} \cdot Q_{\text{н}}^{\text{робо}})$$

Результати визначення навожу у табл. 2.34.

Таблиця 2.34

Визначення результата	Значення для режимів, тис м ³ /год		
	МЗ	ТЗ	Л
МЗ: $V_{\text{КОТ}} = 1,01 \cdot 51,1 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / (0,9 \cdot 33730)$	6,12		
ТЗ: $V_{\text{КОТ}} = 1,01 \cdot 32,3 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / (0,9 \cdot 33730)$		3,9	
Л: $V_{\text{КОТ}} = 1,01 \cdot 13 \cdot 10^3 \cdot 3,6 / (0,9 \cdot 33730)$			1,6

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

$$\Sigma W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} = W_{\text{нас.реци}} + W_{\text{нас.тм}} + W_{\text{нас.підж}} + W_{\text{нас.св}} + W_{\text{нас.хв}} + W_{\text{нас.е}} + \Sigma W_{\text{ВД}} + \Sigma W_{\text{Д}} + W_{\text{освітл}} = 37+170+1,1+1,1+1,1+0,5+55+110+10 = 385,8 \text{ кВт}$$

де: $W_{\text{нас.реци}} = 37$ кВт – встановлена потужність робочих насосів рециркуляції.

$W_{\text{нас.тм}} = 170$ кВт – встановлена потужність робочих мережних насосів.

$W_{\text{нас.підж}} = 1,1$ кВт - встановлена потужність робочих насосів підживлення тепломережі.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$W_{\text{нас. св}} = 1,1 \text{ кВт}$ – встановлена потужність робочих насосів сирової води.
 $W_{\text{нас. хв}} = 1,1 \text{ кВт}$ – встановлена потужність робочих насосів хімічещеної води.
 $W_{\text{нас. е}} = 0,5 \text{ кВт}$ – встановлена потужність робочих насосів технічної води (ежекційних).
 $\Sigma W_{\text{ВД}} = 55 \text{ кВт}$ – встановлена потужність робочих дутьових вентиляторів водогрійних котлів.
 $\Sigma W_{\text{Д}} = 110 \text{ кВт}$ – встановлена потужність робочих димососів водогрійних котлів.
 $W_{\text{освітл}} = 15 \text{ кВт}$ – встановлена електрична потужність приладів освітлення.

2.5.3. 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:

$$W_{\text{вл.п}}^{\text{год}} = \Sigma W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} \cdot 1 \cdot K_{\tau}^{\text{год}} = 385,8 \cdot 1 \cdot 0,9 = 347 \text{ кВт·год/год}$$

$$W_{\text{вл.п}}^{\text{доб}} = \Sigma W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} \cdot 24 \cdot K_{\tau}^{\text{доб}} = 385,8 \cdot 24 \cdot 0,8 = 7407 \text{ кВт·год/добу}$$

$$W_{\text{вл.п}}^{\text{рік}} = \Sigma W_{\text{КОТ}}^{\text{вл.п}} \cdot 8760 \cdot K_{\tau}^{\text{рік}} = 385,8 \cdot 8760 \cdot 0,7 = 2365726 \text{ кВт·год/рік}$$

де:

$K_{\tau}^{\text{год}}$ – середньогодинний експлуатаційний коефіцієнт завантаження споживачів електроенергії котельні, од. Визначаються орієнтовно в межах 0,8–0,9;
 $K_{\tau}^{\text{доб}}$ – середньодобовий експлуатаційний коефіцієнт завантаження споживачів електроенергії котельні, од. Визначаються орієнтовно в межах 0,7–0,8;
 $K_{\tau}^{\text{рік}}$ – середньорічний експлуатаційний коефіцієнт завантаження споживачів електроенергії котельні, од. Визначаються орієнтовно в межах 0,6–0,7;

2.5.4. 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:

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

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

Результати визначення навести у таблиці 2.35.

Таблиця 2.35

Визначення результата	Значення для режимів кг у.п./МВт		
	МЗ	ТЗ	Л
$(b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{газ}} = 6,12 \cdot 10^3 / (38,63+12,0) = 121 \text{ м}^3/\text{МВт}$	121		
$(b_{\tau}^{\text{відп}})_{\text{у.п}} = 6,12 \cdot 1,15 \cdot 10^3 / (38,63+12,0) = 139 \text{ кг у п/МВт}$	139		

2.5.6. Визначити проектну середньогодинну питому витрату електричної енергії в котельній на відпущену теплову енергію – $e_{e/e}^{\text{відп}}$, кВт:

$$e_{e/e}^{\text{відп}} = \Sigma W_{\text{річне}} / (\Sigma Q_{\text{Т/Ф}})^{\text{річн}} = 2365726/130623 = 18 \text{ кВт/МВт}$$

2.5.7. Визначити собівартість теплоти, відпущеної від котельні – C_Q , грн/МВт:

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

$$C_Q = (139/1,15) \cdot 3712 \cdot 10^{-3} + 18 \cdot 1,68 + 30 = \mathbf{508,9} \text{ грн/МВт}$$

2.5.8. Формую висновок щодо енергоефективності проектної котельні.

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

Основні результати розрахунку навожу в табл. 2.36.

Таблиця 2.36

Результати розрахунку теплової схеми котельні з водогрійними котлами.

№ п. п	Умовне позначення	Назва параметра	Один. виміру	Джерело інформації	Числове значення для режимів		
					МЗ	ТЗ	Л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	$t_{\text{зовн}}$	Температура зовнішнього повітря	°С	табл. 2.1	- 18	+ 5,3	>+8
2	$\Sigma Q_{\text{Ж.Р}}$	Сумарне теплове навантаження житлового району	МВт	табл. 2.1	38,63	19,82	2,67
3	$Q_{\text{П.П}}$	Теплове навантаження промислового підприємства	МВт	табл. 2.1	12,0	12,0	12,0
4	$\Sigma Q_{\text{ЖПР}}$	Сумарне теплове навантаження житлово-промислового району	МВт		50,63	31,82	14,67
5	$\Sigma Q_{\text{КОТ}}$	Сумарне теплове навантаження котельні	МВт	ф-ла 2.16	51,1	32,3	13
6	τ_1	Температура мережної води в “прямій” магістралі на виході з котельні	°С	табл. 2.1	140°	70°	70°
7	τ_2	Температура води в “зворотній” магістралі на вході в котельню	°С	табл. 2.1	37°	30°	30°
8	$\tau_{\text{звор}}$	Температура води в “зворотній” магістралі на вході в мережні насоси	°С	табл. 2.17	49,9°	40°	54,1°

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9	G_1	Витрата води в «прямій» магістралі на виході з котельні	т/год	табл. 2.1	299,81	454,86	70,24
10	$G_{\text{убут}}$	Убуток води в тепломережі	т/год	табл. 2.1	15,0	15,0	5,0
11	G_2	Витрата води в «зворотній» магістралі на вході в котельню	т/год	табл. 2.1	284,81	439,86	65,24
12	$\Sigma G_{\text{ВК}}$	Витрата води в напірному трубопроводі мережних насосів	т/год	табл. 2.28	544,6	344	247
13	$G_{\text{рец}}$	Витрата води в трубопроводі рециркуляції котлів	т/год	табл. 2.30	109	97,5	41
14	$G_{\text{пер}}$	Витрата води в трубопроводі перепуску	т/год	табл. 2.32	0	330,8	58,6
15	$N_{\text{ВК.ВСТ}}$	Число встановлених водогрійних котлів	од	ф-ла	3	3	3
16	$N_{\text{ВК.Р}}$	Число котлів, що знаходяться в експлуатації	од	ф-ла	3	2	1
17	$N_{\text{ВК.Б}}$	Число котлів, що експлуатуються в базовому (номінальному) номінальному режимі	од	ф-ла	2	1	1
18	$N_{\text{ВК.З}}$	Число котлів, що експлуатуються в режимі змінного навантаження	од	ф-ла	1	1	0
19	$V_{\text{КОТ}}$	Годинна витрата природного газу в котельні	тис.м ³ / год	ф-ла	6,12	3,9	1,6
20	$(b_{\text{Т}}^{\text{відп}})_{\text{газ}}$	Питома витрата природного газу на відпущену від котельні теплову енергію	м ³ / МВт	ф-ла	121		
21	$(b_{\text{Т}}^{\text{відп}})_{\text{у.п}}$	Питома витрата умовного палива на відпущену від котельні теплову енергію	кг у.п./МВт	ф-ла	139		
22	$\Sigma W_{\text{ВК}}$	Сумарна встановлена потужність споживачів електроенергії котельні	кВт	ф-ла	385,8		
23	$e_{\text{с/с}}^{\text{год}}$	Середньогодинна питома витрата електроенергії на відпуск теплоти від котельні	кВт/МВт	ф-ла	18		
24	$\Pi_{\text{Палив}}$	Вартість природного газу	грн/ тис. м ³	ф-ла	3712		
25	$\Pi_{\text{Е/Е}}$	Вартість електроенергії	грн./ кВт·год	ф-ла	1,68		
26	C_Q	Собівартість теплоти, що відпущена від котельні	грн/МВт	ф-ла	508,9		

					00БП.144.009.005.ПЗ			Арк.
								55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

Дипломним проектом передбачений проект водогрійної котельні для забезпечення потреб опалення, вентиляції та гарячого водопостачання житлового району № 2 міста Луцьк та технологічного навантаження промислового підприємства. У котельні основним обладнанням є водогрійні котли КВ-ГМ-20 3 шт.

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 приміщення котельні та встановленого допоміжного обладнання враховані вимоги охорони праці до організації та забезпечення здорових і безпечних умов праці на робочому місці оператора котельні, а саме:

- санітарна характеристика обладнання та технологічних процесів;
- нормативи площі розміщення обладнання;

3.1. 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 °С), холодний (середньодобова температура зовнішнього середовища становить <10 °С) та категорії важкості виконуваних робіт.

					00БП.144.009.005.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арку</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	Біла В.С.				<i>Проект системи теплопостачання житлово- промислового району №2 в м. Луцьк</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевірів</i>	Петренко В.П.						56	101
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>	Василенко С.М							

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 обмежується гранично допустимими концентраціями(ГДК).

CH₄ (300 мг/м³, клас небезпечності IV), CO (20 мг/м³, клас небезпечності IV), CO₂ (ГДК 9000 мг/м³, клас небезпечності IV), сполуки азота (ГДК 5 мг/м³, клас небезпечності II).

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

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.

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.

3.2. Виробниче випромінювання

Джерелами теплового випромінювання є водогрійні котли КВ-ГМ-30, трубопроводи з гарячою водою. Ознаками перегрівання організму є підвищення температури, спрага, збільшення частоти дихань та пульсу, задишка, головний біль, запаморочення, сильне потовиділення.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

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

3.3.Вибухонебезпека виробництв і вибухозахист

Стан та динаміка аварійності в світовій індустрії. Аналіз характерних значних промислових аварій, пов'язаних з викидами, вибухами та займанням хімічних речовин. Загальні закономірності залежності масштабів руйнувань і тяжкості наслідків аварій від кількості, фізико-хімічних властивостей і параметрів палих речовин, що використовуються у технологічній системі.

Основні положення Конвенції 174 від 2 червня 1993 р. Міжнародної організації праці "Про запобігання значним промисловим аваріям".

Теоретичні основи механізму горіння та вибуху. Ламінарне, дефлаграційне горіння і детонація в різних агрегатних станах: парогазових, дисперсних середовищ, сконденсованих вибухових речовин.

Особливості горіння та вибуху в апаратурі, виробничому приміщенні, неорганізованих газових викидів у незамкнутому просторі. Механізм горіння аерозолів.

Параметри і властивості, що характеризують вибухонебезпеку середовища; фактори, що характеризують небезпеку вибуху, ГОСТ 12.1. 010-76 "Взрыво-безопасность. Общие требования".

Кількісні показники вибухів, що характеризують масштаби руйнування, тяжкість наслідків. Тротильовий еквівалент; частка участі вибухопожежонебезпечних продуктів у вибуху, приведена маса; енергетичний потенціал вибухонебезпеки, баланс розподілу енергії вибуху.

Основні характеристики вибухонебезпеки хіміко-технологічних процесів, показники рівня руйнування промислових аварій. Установлені визначення: хіміко-технологічна система, технологічний блок, середовище, об'єкт. Значення параметрів: регламентовані, критичні, гранична допустимі; потенційно вибухонебезпечний технологічний об'єкт. Кількісні

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

характеристики гідродинамічних, тепломасообмінних процесів та їх вплив на рівень вибухонебезпеки. Кількісні показники, що складають енергетичний потенціал вибухонебезпеки. Можливі показники вибухів.

Методи стабілізації процесів та оцінка надійності систем. Фізико-хімічні характеристики речовин, що використовуються в технологічній системі, та їх вплив на вибухонебезпеку; оцінка рівня небезпечності процесу; обґрунтованість та надійність способів і засобів контролю допустимої кількості небезпечних речовин; засоби запобігання критичним значенням параметрів.

Оцінка експлуатаційної надійності та безпеки обладнання, трубопроводів і обґрунтування їх вибору. Поняття про строки служби (ресурсу) і безвідмовної роботи обладнання; обґрунтування вибору ущільнень, методів і засобів запобігання перевищенням тиску. ефективних систем закритого типу для аварійного скидання вибухонебезпечних продуктів.

Вибір засобів контролю, управління і протиаварійного захисту (ПАЗ). Обґрунтування вибору енергозабезпечення (енергостійкості) систем контролю, управління і ПАЗ з урахуванням характеру технологічного процесу і енергетичного потенціалу об'єкта,

Локалізація аварій, захист персоналу від уражень, будинків і споруд від руйнування.

Поблочні моделі виникнення і розвитку аварій; технічні засоби і послідовність аварійного відключення технологічних блоків. Методи і послідовність локалізації аварій при різних схемах їх розвитку.

Методи оцінки інтенсивності впливу ударної хвилі на об'єкти при можливому вибуху. Основні принципи розрахунку зон за рівнями безпеки та їх класифікація.

Обґрунтованість розміщення вибухонебезпечних технологічних об'єктів на території підприємства. Стійкість будинків і споруд до дії ударної хвилі. Технічні та організаційні заходи щодо захисту персоналу від дії ударної хвилі та вторинних факторів вибуху.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Основні напрямки в удосконаленні технологічних процесів, розробці сучасного обладнання, засобів контролю, управління і протиаварійного захисту, швидко дійної та регульовальної апаратури. Підвищення якості сировини, матеріалів та обладнання.

Раціональне планування території підприємства.

Вибір та використання ефективних і надійних, переважно на базі ЕОМ і мікропроцесорної техніки, засобів контролю, регулювання та протиаварійного захисту.

Запобігання аварійній розгерметизації технологічних систем, займанню аварійних викидів.

Вимоги щодо професійного добору та навчання персоналу для виробництв підвищеної вибухонебезпеки.

3.4 Пожежна безпека

Основні нормативні документи, що регламентують роботу із забезпечення пожежної безпеки об'єктів: Закон України "Про пожежну безпеку", стандарти, будівельні норми та правила, Правила пожежної безпеки та інше. Обов'язки керівника підприємства та інших посадових осіб щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта та окремих ділянок виробництва.

Порядок організації і робота добровільної пожежної дружини. Положення про добровільні пожежні дружини. Обов'язки членів добровільних пожежних дружин щодо запобігання пожежам та їх гасіння. Пільги та заохочення, встановлені для них.

Порядок створення та роботи пожежно-технічної комісії. Типове положення про пожежно-технічні комісії.

Кримінальна, адміністративна, матеріальна та дисциплінарна відповідальність громадян, посадових та юридичних осіб за порушення вимог пожежної безпеки та виникнення пожежі.

Коротка характеристика виробництва та пожежна небезпека технологічного процесу, сировини, готової продукції, агрегатів, установок тощо.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні причини пожеж: порушення технологічних регламентів і несправність виробничого обладнання, іскри електрогазозварювальних робіт і необережне поводження з вогнем, іскри котельних та інших установок, порушення правил користування інструментами і електронагрівальними приладами. Заходи пожежної безпеки, яких необхідно дотримуватись перед початком роботи, під час роботи та по її закінченні з метою запобігання пожежам.

Утримання території підприємства, протипожежні розриви, джерела протипожежного водопостачання, протипожежний режим на об'єкті.

Основні вимоги пожежної безпеки в будівлях і приміщеннях, при експлуатації електрообладнання, опалювальних приладів, систем вентиляції, при проведенні електрогазозварювальних, паяльних та інших вогневих робіт, при фарбуванні, знежирюванні та митті виробів і обладнання.

Вимоги пожежної безпеки в лабораторіях, архівах, складських приміщеннях, гаражах, на складах зберігання хімічних речовин, паливно-мастильних матеріалів, при роботі з пожежовибухонебезпечними матеріалами, в приміщеннях з масовим перебуванням людей (клубах, поліклініках, їдальнях тощо).

Основні вимоги до утримання шляхів евакуації, автоматичних систем пожежогасіння і автоматичної пожежної сигналізації.

Призначення та місцезнаходження на об'єкті засобів пожежогасіння, протипожежного обладнання та інвентарю (вогнегасники, внутрішні пожежні крани, бочки з водою, ящики з піском, стаціонарні установки пожежогасіння). Загальні уявлення про спринклерне і дренчерне обладнання, автоматичну пожежну сигналізацію, вуглекислотні, порошкові, газові та інші установки пожежогасіння.

Порядок утримання на об'єкті засобів пожежогасіння влітку та взимку.

Правила використання вогнегасних засобів, протипожежного інвентарю і обладнання для пожежогасіння.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Засоби зв'язку і сповіщення про пожежу, що наявні на об'єкті, в цеху, місця розташування телефонів, пристроїв для подачі звукових сигналів пожежної тривоги. Правила використання цих засобів у разі виникнення пожежі.

Дії працівників при виявленні в цеху чи на території об'єкта задимлення, загорання або пожежі.

Порядок повідомлення про пожежу в пожежну охорону, газорятувальну та інші аварійні служби, організація зустрічі пожежних частин, команд чи добровільних пожежних дружин. Виключення при необхідності технологічного обладнання, комунікацій, електроустановок та вентиляції. Гасіння пожежі наявними на об'єкті засобами пожежогасіння, порядок включення стаціонарних установок, евакуації людей і матеріальних цінностей.

Дії працівників після прибуття пожежних підрозділів (надання допомоги в прокладанні рукавних ліній, участь в евакуації матеріальних цінностей та виконання інших робіт за розпорядженнями керівника гасіння пожежі)

Розслідування та облік пожеж, розробка заходів щодо запобігання пожежам та загибелі людей на них.

3.5 Електробезпека

Статистичні відомості про стан виробничого електротравматизму. Основні причини та шляхи зниження його рівня.

Електричний струм, одиниці вимірювання струму: сили, напруги, потужності, частоти, опору. Постійний та змінний струм, їх шкідлива дія на організм людини. Небезпечні величини електроструму, напруги. Залежність дії електроструму на людину від тривалості дії, умов середовища, метеорологічних факторів, фізичного стану людини. Поняття напруги кроку та дотику. Статична і наведена напруга. Дія електромагнітних полів, засоби захисту від них.

Будова промислових електроустановок та їх елементи: електричні станції, підстанції, розподільні пристрої, перетворювачі електроенергії; повітряні та

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кабельні лінії електропередач напругою понад 1000 В; розподільні електромережі напругою до 1000 В.

Розподіл електроустановок за класами напруги: 0,4 кВ; 6-Ю кВ; 35 кВ; ПО-1150 кВ. Особливості будови та сфера застосування.

Охоронні зони електромереж напругою до і понад 1000 В. Допустимі (безпечні) відстані до струмопровідних частин діючого обладнання, що перебувають під напругою.

Класифікація виробничих приміщень щодо небезпеки ураження працівників електричним струмом.

Колективні та індивідуальні засоби захисту в електроустановках. Порядок їх використання, зберігання та обліку. Періодичність та види випробувань. Плакати та знаки безпеки, що використовуються в електроустановках.

Заземлення та занулення електроустановок, їх захист; найбільші величини опору, від чого вони залежать.

Заходи безпеки при "роботі з електрифікованим інструментом, зварювальними та понижувальними трансформаторами, переносними світильниками тощо.

Вимоги безпечного застосування машин і механізмів у діючих електроустановках. Особливості виробництва з наявністю електротехнологій.

Порядок виконання робіт у діючих електроустановках: організаційні та технічні заходи, наряд-допуск до роботи, інструктаж, групи електробезпеки.

Вимоги до персоналу, який виконує роботи в діючих електроустановках.

Особа, відповідальна за стан електрогосподарства, її статус, кваліфікація.

3.6 Гігієна праці і виробнича санітарія. Медичні огляди

Поняття гігієни праці та виробничої санітарії. Нормативні акти з питань гігієни праці, санітарні норми і правила, гігієнічні нормативи, стандарти тощо.

Принципи, закладені в показники оцінки умов праці на виробництві.

Критерії оцінки умов праці (класи умов і характеру праці) на виробництві.

Аналіз та оцінка захворюваності з тимчасовою втратою працездатності (в Україні, у галузі, регіоні, на підприємстві).

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Організація та здійснення контролю за факторами виробничого середовища і трудового процесу.

Заходи щодо поліпшення умов праці та виробничого середовища.

Взаємодія різних служб підприємства з гігієни праці-Планування та організація робіт з охорони здоров'я працівників.

Засоби індивідуального та колективного захисту працівників. Порядок забезпечення ними працівників. Класифікація засобів захисту.

Вибір засобів колективного та індивідуального захисту.

Основні шкідливі виробничі фактори (шум, вібрація, інфразвук, ультразвук, іонізуючі та неіонізуючі випромінювання тощо), характерні для даного виробництва, джерела їх утворення, класифікації, гранична допустимі рівні, можливий вплив на працівників.

Шкідливі речовини, джерела їх утворення, класифікація, приблизний перелік (з 2 тисяч найменувань навести декілька найбільш поширених у виробництві).

Організація гігієнічної оцінки нових технологічних виробництв, обладнання, хімічних речовин, що впроваджуються у виробництво.

Вибір технологічних процесів: безперервність, замкнутість циклу в герметичній апаратурі з максимальним використанням самопливу, використання технологічних параметрів (тиск, вакуум, низька температура).

Застосування дистанційних автоматичних засобів контролю, управління і проти аварійного захисту тощо.

Опалення, вентиляція, кондиціонування виробничих приміщень. Види вентиляції. Проектування, монтаж, приймання та експлуатація вентиляційного устаткування, обслуговування газопиловловлювального обладнання.

Особливості гігієни праці при використанні жіночої праці та праці неповнолітніх.

Додержання норм піднімання і переміщення важких речей жінками-робітницями та неповнолітніми.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Організація вивільнення жінок і неповнолітніх із шкідливих та важких робіт відповідно до чинних переліків важких робіт і робіт з шкідливими або небезпечними умовами праці, на яких забороняється використання праці жінок та праці неповнолітніх. Рекомендації щодо використання праці вагітних.

Забезпечення нагляду за виробничим середовищем. Гігієнічний лабораторний контроль виробничого середовища і основні методи (фотометричний, газо-хроматографічний, полярографічний). Вимоги до методів вимірювань і досліджень. Організація лабораторного контролю на підприємствах.

Санітарно-побутове забезпечення працівників. Основні нормативні документи. Конкретні приклади недоліків у санітарно-побутовому обслуговуванні.

Медичні огляди - попередні та періодичні, поняття медоглядів. Нормативні акти щодо їх організації та проведення.

Види профзахворювань. Застосування Положення про розслідування та облік нещасних випадків, профзахворювань і аварій на підприємствах, в установах та організаціях при розслідуванні профзахворювань. Реєстрація та облік профзахворювань.

Визначення придатності працівника до даної роботи, потреба переведення на іншу роботу, відновлювання працездатності. Оцінка стану здоров'я працівників.

Основні вимоги до складання санітарно-гігієнічної характеристики умов праці.

3.7 Надання першої допомоги потерпілим у разі нещасного випадку

Стислі основи анатомії та фізіології людини. Поняття першої допомоги. Основні принципи надання першої допомоги і правильність, доцільність дій, швидкість, рішучість, спокій. Перша допомога при кровотечі. Класифікація кровотечі. Основні види кровотечі, їх ознаки. Перша допомога при капілярній кровотечі. Перша допомога при артеріальній та венозній кровотечі. Засоби зупинки кровотечі. Зупинка кровотечі притискуванням пошкодженої судини

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

до підлеглої кістки, максимальним згинанням кінцівки. Зупинка кровотечі за допомогою джгута чи джгута-закрутки.

Способи реанімації, підготовка потерпілого до реанімації. Штучне дихання способом "з рота в рот" чи "з рота в ніс". Непрямий (закритий) масаж серця. Перша допомога при потопленні.

Види електротравм. Безпечні методи звільнення потерпілого від дії електричного струму. Термічна, електрична та біологічна дія електричного струму на організм людини. Правила надання першої допомоги потерпілим від ураження електричним струмом.

Перша допомога при ударах. Струс головного мозку. Удари в області хребта. Синдром здавлювання. Перша допомога при вивихах і розтягненні зв'язок.

Перша допомога при пораненнях. Визначення та класифікація ран. Види перев'язувального матеріалу. Типи пов'язок. Правила накладання пов'язок.

Перша допомога при переломах. Класифікація переломів. Правила накладання шин.

Перша допомога при ушкодженні хребта та кісток тазу.

Опіки, їх класифікація. Перша допомога при хімічних та термічних опіках, при опіку очей. Перша допомога при тепловому та сонячному ударах.

3.8. Освітлення виробничих приміщень

Основними вимогами охорони праці до освітленості у приміщеннікотельні є:

- 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 природне комбіноване освітлення(двостороннє бічне та аераційний ліхтар).

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

В темні години доби використовується штучне освітлення.

Джерелами штучного світла є лампи розжарювання та газозарядні лампи.

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

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

3.9. Техніка безпеки

Безпечна експлуатація технологічного устаткування

Керівництво підприємства (організації) повинно забезпечити утримання котлів у справному стані і безпечні умови їх експлуатації шляхом організації належного обслуговування.

З цією метою власник котла зобов'язаний:

призначити відповідальну особу за справний стан і безпечну експлуатацію котлів із числа інженерно-технічних працівників (ІТП), які пройшли перевірку знань в установленому порядку; забезпечити інженерно-технічних працівників правилами і керівними вказівками з безпечної експлуатації котлів (циркулярами, інформаційними листами, інструкціями та ін.); призначити в необхідній кількості осіб обслуговуючого персоналу, які пройшли навчання і мають посвідчення на право обслуговування котлів, приладів безпеки, контрольно-вимірювальних приладів, хімводоочистки, живильних пристроїв та іншого допоміжного устаткування; розробити і затвердити виробничу інструкцію для персоналу, який обслуговує котли, на підставі «Типової інструкції для персоналу котельні» та Інструкції з монтажу і експлуатації заводу – виготовлювача котла з урахуванням компоновки устаткування. Виробнича інструкція повинна знаходитись на робочих місцях і видаватись під розписку обслуговуючому персоналу; встановити такий порядок, щоб персонал, на який покладено обов'язки з обслуговування котлів,

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вів ретельне спостереження за дорученим йому устаткуванням шляхом його огляду, перевірки справності арматури, КВП, запобіжних клапанів, засобів сигналізації і захисту, живильних пристроїв. Для запису результатів огляду і перевірки повинен вестись змінний журнал; встановити порядок і забезпечити періодичність перевірки знань керівними та інженерно-технічними працівниками Правил, норм та інструкцій з охорони праці згідно з «Типовим положенням про навчання, інструктаж та перевірку знань працівників з охорони праці»; організувати періодичну перевірку знань персоналом виробничих інструкцій; організувати контроль за станом металу елементів котла відповідно до Інструкції з монтажу і експлуатації підприємства-виготовлювача.

В котельні повинен бути годинник і телефон для зв'язку з місцями споживання теплоенергії, а також з технічними службами і власником.

При експлуатації котлів-утилізаторів, крім того, повинен бути встановлений зв'язок між пультами котлів-утилізаторів і джерелами тепла.

В котельню не повинні допускатись особи, які не мають відношення до експлуатації котлів і устаткування котельні. У разі потреби сторонні особи можуть допускатись в котельню тільки з дозволу власника й у супроводі його представника.

Відповідальність за справний стан і безпечну експлуатацію котлів повинна бути покладена наказом по підприємству на начальника котельні, а при відсутності в штаті котельні начальника – на інженерно-технічного працівника, який виконує функції начальника котельні. Номер і дата наказу про призначення відповідальної особи повинні бути записані в паспорті котла.

Особа, відповідальна за справний стан і безпечну експлуатацію котлів, повинна мати спеціальну теплотехнічну освіту.

На час відсутності відповідальної особи (відпустка, відрядження, хвороба) виконання її обов'язків повинно бути покладено наказом на іншого інженерно-технічного працівника, який пройшов перевірку знань Правил.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особа, відповідальна за справний стан і безпечну експлуатацію, повинна забезпечити: утримання котлів у справному стані; проведення своєчасного планово-попереджувального ремонту котлів і підготовку їх до технічного опосвідчення; своєчасне усунення виявлених несправностей; обслуговування котлів навченим і атестованим персоналом; обслуговуючий персонал – інструкціями, а також періодичну перевірку знань цих інструкцій; виконання обслуговуючим персоналом виробничих інструкцій.

Особа, відповідальна за справний стан і безпечну експлуатацію котлів, зобов'язана: регулярно оглядати котли в робочому стані; щоденно в робочі дні перевіряти записи в змінному журналі і розписуватись в ньому; проводити роботу з персоналом по підвищенню його кваліфікації; проводити технічне опосвідчення котлів; зберігати паспорти котлів і Інструкції з монтажу і експлуатації заводів-виготовлювачів; проводити протиаварійні тренування з персоналом котельні; брати участь в обстеженнях і технічних опосвідченнях; перевіряти правильність ведення технічної документації при експлуатації та ремонті котлів і забезпечити її зберігання; брати участь в комісії по атестації і періодичній перевірці знань у ІТП і обслуговуючого персоналу.

Особа, відповідальна за справний стан і безпечну експлуатацію котлів, має право: усувати від обслуговування котлів персонал, який допустив порушення інструкцій або виявив незадовільні знання; подавати керівництву підприємства пропозиції щодо притягнення до відповідальності інженерно-технічних працівників і обслуговуючого персоналу, які порушили правила та інструкції; подавати керівництву підприємства пропозиції щодо усунення причин, які породжують порушення вимог Правил та інструкцій.

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:

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 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 безпеки ураження існує три класи приміщень:

- 1) приміщення без підвищеної безпеки;
- 2) приміщення з підвищеною безпекою
- 3) особливо небезпечні

Котельня відноситься до приміщень з підвищеною безпекою (наявність струму провідних підлог).

Для забезпечення електробезпеки на виробництві передбачено спеціальні заходи і засоби захисту. До них належать, наприклад, недоступність струмопровідних частин обладнання; ізоляція струмоведучих частин з опором силового устаткування та освітлюючої апаратури $R_{із} \geq 0,5 \text{ МОм}$, 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

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напруга до 150 МВ. Котельня відповідає вимогам нормативних документів по захисту від атмосферної електрики будівель і споруд II-категорії із застосуванням стержньових бсикавковідводів.

Організаційно-технічні заходи щодо профілактики, попередження, локалізації та ліквідації наслідків техногенних аварій і катастроф

Великі виробничі аварії, їх типи, причини та наслідки. Вплив техногенних чинників на екологічну безпеку та безпеку життя і здоров'я людей. Приклади великих техногенних аварій і катастроф та їх наслідки. Законодавчі та інші нормативні акти світової спільноти та України щодо забезпечення контролю та захисту від основних видів виробничих небезпечних чинників. Класифікація виробничих небезпечних чинників (різновиди вибухів, пожеж; вибухи киплячих рідин, що викидають пару, викиди токсичних речовин; порушення цілісності інженерних споруд, будівель тощо).

Ідентифікація небезпечних промислових установок. Роль адміністрації підприємства в системах попередження аварій великих виробничих установок. Мета і методика виявлення небезпечних чинників виробничих аварій. Промислові установки - джерело великих аварій відповідно до директиви ЄС "Севізо". Визначення пріоритетів. Прогнозування аварій на виробництві. Методики оцінки можливостей виникнення аварій при виконанні окремих технологічних процесів.

Роль адміністрації та керівників підрозділів підприємства у виявленні небезпечного промислового устаткування, проведенні оцінки небезпечних промислових факторів, розробці планів ліквідації аварій та аварійно-рятувальних заходів, розробці заходів щодо підвищення рівня безпеки виробництва, організації навчання та проти-аварійних тренувань персоналу. Формування звітів про стан безпеки праці, проведену протиаварійну роботу та про аварії, що сталися.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Роль місцевих органів виконавчої влади при вирішенні питань розміщення небезпечних промислових установок, у наданні допомоги підприємствам, проведенні інспекцій, ліквідації наслідків аварій, забезпеченні безпеки населення. Функціональна структура управління роботами з профілактики та ліквідації наслідків аварій.

Взаємодія органів місцевої влади та керівників аварійна небезпечних виробництв щодо попередження аварій та ліквідації їх наслідків. Складання переліку промислових установок - джерел загрози великих виробничих аварій. Узгодження місць розташування виробництв. Проведення інспекцій.

Комплекс інженерно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки функціонування потенційно небезпечних об'єктів (ПНО), захист виробничого персоналу і населення, зменшення збитків, втрат і руйнувань у разі аварій, великих пожеж. Розміщення нових виробництв на відстанях, які унеможливають ініціювання аварій на сусідніх ПНО. Проектування оптимальних розмірів і виробничих потужностей підприємств, технологічних ліній і окремих установок, які забезпечують їх стійке і безпечне функціонування. Порядок проведення інспекцій.

Планування Заходів у разі надзвичайних ситуацій на виробництві. Мета планування, оцінка небезпечних чинників та їх розподіл на категорії. Організація аварійних служб та формування планів їх роботи. Управління здійсненням заходів у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Пункти управління. Порядок дії систем аварійної сигналізації та зв'язку, призначення персоналу та визначення його обов'язків. Центри управління та контролю надзвичайних ситуацій. Планування послідовності аварійного відключення обладнання. Проведення "штабних" навчань щодо реалізації планів ліквідації аварій. Оцінка планів та їх модернізація.

Система попередження великих аварій та техногенних катастроф. Запобігання надзвичайним ситуаціям. Чинники підвищення техногенної безпеки. Основні напрями профілактичної діяльності в сфері попередження виникнення надзвичайних ситуацій та зниження збитків від них. Особливості

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

системи попередження виникнення надзвичайних ситуацій. Режими функціонування цієї системи (оперативний режим, режим прогнозування і режим попередження). Комплекс заходів організаційно-виробничого спрямування, інженерно-технічного спрямування та інформаційного характеру. Правова і законодавча база, яка гарантує право об'єктів народного господарства на безпечне існування.

Комплекс заходів територіально-організаційного спрямування. Особливості планування попереджувальних заходів. Організація контролю роботи небезпечних виробництв та використання отруйних, вибухо-, пожежонебезпечних та інших матеріалів і речовин. Вибір засобів контролю, управління і протиаварійного захисту (ПАЗ).

Обґрунтування вибору енергозабезпечення (енергостійкості) системи контролю, управління і ПАЗ з урахуванням характеру технологічного процесу та енергетичного потенціалу об'єкта. Створення та організація роботи групи експертів на підприємстві. Складання та затвердження контрольних списків виробничих небезпечних чинників. Надання інформації громадськості.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ПРАВИЛА ОБСЛУГОВУВАННЯ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ ТА ТРУБОПРОВОДІВ.

Організацію виконання робіт з обслуговування теплообмінних апаратів і трубопроводів слід проводити відповідно до вимог Правил будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском, затверджених наказом Держнаглядохоронпраці України від 18.10. 94, № 104, та Правил будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари та гарячої води, затверджених наказом Держнаглядохоронпраці України від 08.09. 98, № 177, зареєстрованих в Мін'юсті України 07.10. 98 за № 636/3076.

Заборонено експлуатувати теплообмінні апарати після закінчення терміну чергового інспекторського огляду або у разі виявлення дефектів, що можуть спричинити порушення надійної і безпечної роботи, а також у разі відсутності і несправності елементів їхнього захисту і регуляторів рівня. Про виявлені дефекти та несправності слід зробити запис у паспорті теплообмінного апарата із зазначенням причини заборони його експлуатації.

Усі трубопроводи і теплообмінні апарати повинні мати у верхніх точках повітряні клапани, а в нижніх точках і застійних зонах — дренажні пристрої, що сполучаються безпосередньо з атмосферою.

Заборонено під час роботи теплообмінного апарата проводити його ремонт або виконувати роботи, пов'язані з ліквідацією нещільностей з'єднань окремих елементів апарата, що перебувають під тиском, — за винятком випадків, зазначених у пункті цих Правил.

Справність запобіжних клапанів, манометрів та іншої арматури теплообмінного апарата повинні перевіряти працівники, що їх обслуговують, відповідно до інструкції з обслуговування теплообмінних апаратів.

Теплообмінний апарат або ділянку трубопроводу, що підлягають ремонту, необхідно перекрити як з боку суміжних теплопроводів і обладнання, так і з боку дренажних і обвідних ліній, — щоб уникнути попадання в них пари або гарячої води.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дренажні лінії і повітряні клапани, що сполучаються безпосередньо з атмосферою, повинні бути відкриті.

Виводити з роботи для ремонту або для внутрішнього огляду теплообмінні апарати і ділянки трубопроводу, що від'єднується від діючого обладнання, необхідно двома послідовно установленими засувками, між якими повинен бути дренажний пристрій, що сполучається безпосередньою атмосферою.

Допускається однією засувкою виводити з дії теплообмінний апарат або ділянку трубопроводу з тиском до 6 МПа (60 кгс/см²); у цьому разі не повинно бути виходу пари в атмосферу крізь дренаж, який відкрито на час ремонту або внутрішнього огляду на виведеній з роботи ділянці.

У разі проведення робіт усередині теплообмінного апарата або трубопроводу і якщо арматура трубопроводу, що виводиться з дії, фланцева, необхідно обов'язково перекрити арматуру й установити заглушку. Товщина заглушки повинна відповідати параметрам робочого середовища. Для полегшення перевірки встановлення заглушок останні повинні мати добре видимі хвостовики.

З теплообмінних апаратів і трубопроводів, виведених з роботи для ремонту, слід зняти тиск і звільнити їх від пари і води. З електроприводів вимикальної арматури необхідно зняти напругу, а з мережі живлення електроприводів — запобіжники. Цю арматуру необхідно закрити.

Вентилі відкритих дренажів, що сполучаються безпосередньо з атмосферою необхідно відкрити. Вентилі дренажів закритого типу після дренивання теплообмінного апарата (трубопроводу) повинні бути закриті; між запірною арматурою і теплообмінним апаратом (трубопроводом) повинна бути арматура, що безпосередньо сполучається з атмосферою. Не електрифікована вимикальна арматура і вентилі дренажів необхідно заблокувати ланцюгами або іншими пристосуваннями і замкнути на замки. Виконання зазначених вимог обов'язкове на трубопроводах з установленою заглушкою.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На вентилях, засувках замикальної арматури слід вивішувати заборонні знаки безпеки "Не відкривати! Працюють люди"; на вентилях відкритих дренажів — "Не закривати! Працюють люди"; на ключах керування електроприводами замикальної арматури - "Не вмикати! Працюють люди"; на місці проведення робіт — настановний знак "Працювати тут!".

Розпочинати ремонт апаратів і трубопроводів, що не мають дренажів і повітряних клапанів, а також за наявності надлишкового тиску в них заборонено.

Дренування води і пароводяної суміші слід проводити через спускову арматуру.

Якщо під час допуску виник сумнів у тому, що, внаслідок засмічення лінії дренажу, вода із виведеного у ремонт трубопроводу повністю не видалена, розпочинати ремонтні роботи заборонено.

Засувки і вентиля необхідно відкривати і закривати тільки із застосуванням важелів, передбачених інструкцією з експлуатації арматури; не дозволяється для подовження плеча рукоятки або маховика використовувати випадкові предмети.

Для проведення ремонтних робіт на одному з підігрівників високого тиску за груповою схемою їхнього увімкнення необхідно вимкнути всю групу підігрівників.

Під час відгвинчування болтів фланцевих з'єднань трубопроводів послаблювати болти слід обережно, — щоб запобігти можливому викиданню пароводяної суміші у разі неповного дренування трубопроводу. Крім цього, необхідно запобігти випаданню із фланців металевих прокладок і вимірювальних шайб і падінню їх униз — шляхом відгородження розташованих нижче ділянок, улаштування настилів, установлення піддонів тощо.

Дозволяється відключати однією засувкою (без установлення заглушок) теплообмінні апарати на тих потоках, де робочий тиск не перевищує атмосферний і температура теплоносія менше плюс 45°C.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

У разі виведення у ремонт обладнання з вибухонебезпечними, отруйними і агресивними речовинами, це обладнання необхідно вивести дії, спорожнити, очистити (промити, продути) і відділити заглушками від діючого обладнання — незалежно від тиску і температури речовин, що транспортуються.

Під час випробовування і прогрівання трубопроводів пари і води дозволяється підтягувати:

- болти фланцевих з'єднань — за надлишкового тиску до 0,5 МПа (5 кгс/см²);
- альники сталевих компенсаторів та сальники арматури — за тиску до 1,2 МПа (12 кгс/см²);
- сальники слід підтягувати обережно, — щоб не зірвати болти.

Якщо застосовуються спеціальні пристосування, сальники дозволяється підтягувати у разі тиску до 6 МПа (60 кгс/см²) — за розпорядженням і під керівництвом працівника, який віддав розпорядження на проведення цієї роботи.

Добивання сальників компенсаторів і арматури дозволяється виконувати у разі надлишкового тиску в трубопроводах до 0,02 МПа (0,2 кгс/см²) і за температури теплоносія до плюс 45°С.

Замінювати сальникову набивку компенсаторів дозволяється тільки після повного спорожнення трубопроводу.

Підтягувати нарізне з'єднання сальника арматури або фланцеве з'єднання слід поступово, по черзі, з діаметрально протилежних боків; у цьому разі працівник повинен стояти збоку від можливого викидання струменя води або пари.

Розпочинати ремонт арматури на трубопроводах пари і гарячої води, яка не має або має нечітку технологічну нумерацію, заборонено.

Штуцери контрольно-вимірювальної апаратури слід підтягувати, якщо тиск не перевищує 0,3 МПа (3 кгс/см²), — тільки гайковими ключами, розмір яких відповідає граням елементів, що підтягуються, щоб запобігти

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

пошкодженню штуцерів; застосовувати для виконання цієї роботи інші ключі, а також подовжувальні важелі заборонено.

Перед тим, як розпочати підтягування штуцерів, слід перевірити стан видимої частини різи, — особливо на штуцерах повітряних клапанів.

Під час підтягування нарізного з'єднання працівник повинен стояти з протилежного боку від струменя води або пари, які можуть з'явитись у разі зривання різи.

Прогрівання і пуск паропроводів слід виконувати згідно з-місцевою інструкцією або за спеціальною програмою.

Під час прогрівання паропроводу спочатку слід відкривати дренажі, потім поступово і обережно байпаси (парові вентилі). У разі виникнення гідравлічних ударів прогрівання необхідно припинити до повного зникнення їх і вжити заходів щодо усунення причин, що викликали ці удари.

Перед прогріванням паропроводу під час пуску теплової мережі додатково необхідно перекрити конденсаційні горшки.

У разі засмічення проходу дренажного штуцера під час прогрівання або підвищення тиску в паропроводі штуцер необхідно продути Швидким закриванням та відкриванням вентиля.

Якщо засмічення проходу дренажного штуцера неможливо усунути продуванням, слід повністю перекрити паропровід і прочистити дренажний штуцер.

Працівник, який продуває дренажний штуцер, повинен стояти з боку, протилежного виходу конденсату або пари, і виконувати цю роботу в рукавицях.

Продування паропроводів необхідно виконувати згідно з інструкцією, затвердженою керівником монтажною, ремонтною або пусконаладжувальною організації (дільниці) і узгодженою з керівником підприємства (цеху).

Тимчасові трубопроводи, спеціально прокладені для продування паропроводів, не повинні торкатись дерев'яних конструкцій, — щоб запобігти виникненню пожежі. Вони повинні лежати вільно, з урахуванням теплових

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подовжень, і не передавати надмірних зусиль на перекриття та інші конструкції.

У місцях обслуговування тимчасовий трубопровід повинен покриватись ізоляцією. Опору для кінцевої частини труби, що виходить за межі споруди, слід надійно закріплювати. Місце випускання пари необхідно вибирати таким чином, щоб у небезпечній зоні не було механізмів, обладнання га людей.

Для регулювання продування на початку ділянки паропроводу, що підлягає продуванню, слід установити парову засувку. Перед початком продування увесь паропровід необхідно покрити тепловою ізоляцією, а нерухомі опори — надійно закріпити. Тимчасові засоби підмочування біля паропроводу необхідно демонтувати.

Безпосередньо перед початком продування дренажі повинні бути закриті, — щоб уникнути засмічування. Відкривати парову засувку слід поступово.

З появою ознак гідравлічних ударів слід негайно припинити подавання пари у паропровід і повністю відкрити всі дренажі.

Працівники, які беруть участь у продуванні паропроводів, повинні наглядати за його станом, а також за станом рухомих опор і підвісок.

Територію у місці виходу випускної труби тимчасового трубопроводу, прокладеного для продування паропроводу, необхідно обгородити і на її межі виставити наглядачів.

Працівники, які беруть участь у продуванні паропроводу, повинні користуватись протичумними навушниками.

Ремонт обертових механізмів. Підготовка до ремонту обертових механізмів повинна проводитись згідно з умовами виконання робіт, зазначеними у наряді. У цьому разі механізм необхідно зупинити, напругу з електродвигуна механізму і електроприводів арматури зняти.

Якщо робота на механізмі пов'язана з можливим торканням до його обертових частин, кабель живлення електродвигуна слід заземлювати відповідно до вимог Правил безпечної експлуатації електроустановок, затверджених наказом Держнаглядохоронпраці України від 06.10. 97, № 257,

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

zareestrovanih v Min'yosti Ukraini 13.01. 98 za № 11/2451, zi zminami ta dopovnenнями, zatverdzhenimi nakazom Derzhnaglyadohoronpraci Ukraini vid 25.02. 2000, № 26 i zareestrovanimi v Min'yosti Ukraini 06.04. 2000 za №213/4434.

Yakщо робота na mekhanizmi ne pov'yazana z torkannям do obrtovih chastiн mekhanizmu, zazemlyovati kabelnyu liniyu ne potribno.

U razі odnochasnogo provedennя robіt na obrtovomu mekhanizmi i na elektrodviguni muftu neobkhidno rozchepiti. Cyo robotu neobkhidno виконувати za naryadom na remont obrtovoгo mekhanizmu.

Shturvالي приводів керування арматурою слід замкнути на-замок z dopomogou lantsyogiv або інших пристроїв i пристосувань.

Na vivedenih z robotи приводах i пусковому пристрої mekhanizmu слід vivishuvati znaki bezpeki pro zaboronu podavannya naprugi i operuvannya zapirnoyu armaturoyu, a na misci provedennя robіt — nastrovnyi znak bezpeki "Praciovati tut!".

Pid chas vivedennя u remont obrtovih mekhanizmiv z elektropriivodom znimati naprugu z elektrodviguna i elektropriivodiv armaturи повинні pracivniki elektrichnogo cexu.

Pid chas probnogo uvimknenня або balansuvannya obrtovoгo mekhanizmu neobkhidno operuvati knopkoю аварійного vimikannya elektrodviguna mekhanizmu.

Bilya knopki аварійного vimikannya повинен стояти specialno priznachений pracivnik, yakий za signalom керівника robіt повинен neгайно vimknutи mekhanizm.

Pered puskom obrtovoгo mekhanizmu, u tomu chisli y pered provedennям його viprobuvannya, слід sklasi muftu zchepлення, ustanoviti vsi ogorodження ruhomih chastiн, znyati znaki bezpeki, pribрати instrument, materialy ta vивesti pracivnikov z misca provedennя robіt.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Керівник робіт повинен здати наряд начальнику зміни цеху. У разі виконання роботи за проміжним нарядом його необхідно здати працівнику, який видав наряд.

Після проведення випробувань механізму, у разі виникнення необхідності продовження робіт на ньому, робоче місце знову повинно готуватись згідно з умовами виконання робіт, що передбачені нарядом.

Під час балансування ротора обертового механізму установлювати балансувальні вантажі дозволяється тільки після його закріплення, — що унеможливорює обертання ротора.

Перед проведенням статичного балансування роторів димососів або вентиляторів на спеціальних балансувальних верстатах необхідно установлювати упори, — щоб перешкодити падінню ротора.

Проводити роботи всередині вентилятора, димососа дозволяється тільки після перекидання низхідного газоходу міцним настилом та вжиття заходів, що унеможливають обертання ротора. Пристосування, що використовуються для виймання роторів тягодуттьових машин, повинні відповідати вимогам нормативних документів заводів-виробників тепломеханічного обладнання.

Із зони, де проводять виймання ротора тягодуттьових машин, необхідно вивести працівників.

Ремонтні роботи на тягодуттьових машинах на висоті понад 1,3 м необхідно проводити з риштувань та помостів.

Під час замінування броні і наплавлювання лопаток тягодуттьових машин кришки корпусів повинні бути відкриті.

У разі застосування шліфувальної машинки для чищення поверхонь фасок обичайки робочого колеса та лопаток слід дотримуватись вимог Правил безпечної роботи з інструментом та пристроями.

Усі зварювальні роботи, що проводяться безпосередньо на роторі тягодуттьових машин, необхідно виконувати із заземленим ротором.

Під час наплавлення лопаток тягодуттьових машин слід уникати пропалювання металу та попадання розплавленого металу на електрозварника.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

Наплавлення лопаток тягодуттєвих машин без виймання ротора слід виконувати за наявності вентиляції, що забезпечує необхідний повітрообмін, і під контролем наглядача, який повинен перебувати ззовні тягодуттєвої машини.

Електрозварник, що перебуває всередині тягодуттєвої машини, повинен виконувати роботу із застосуванням рятувального пояса і рятувальної вірьовки, кінець якої має бути у наглядача.

Наглядач повинен мати групу II з електробезпеки і за необхідності користуватись однополюсним вимикачем електрозварювальної мережі, який повинен бути ззовні тягодуттєвої машини.

Теплоізоляційні та обмурувальні роботи. Теплоізоляційні роботи необхідно виконувати за умови відсутності виходу пари, витікань, викидів горючих газів у зоні проведення роботи за температури на поверхні обладнання до плюс 60°C.

Антикорозійні, фарбувальні та теплоізоляційні роботи на обладнанні та конструкціях необхідно проводити відповідно до вимог ГОСТ 12.3. 016, ГОСТ 12.3. 035, ГОСТ 12.3. 040 та СНиП III-4-80 "Техника безопасности в строительстве".

Проводити теплоізоляційні роботи на обладнанні у разі несталого режиму його роботи, а також у разі несталого режиму роботи сусіднього діючого обладнання, розташованого на небезпечній відстані до нього, заборонено.

Дозволяється виконувати розбирання окремої ділянки ізоляційна діючому обладнанні для визначення нещільності — за умови дотримання необхідних заходів безпеки (використання гаків на довгих держаках, перебування з боку, протилежного місцю виходу пари в атмосферу або витікання тощо).

Не дозволяється проводити ізоляційні роботи на обладнанні під час його гідравлічного і пневматичного випробування, а також у зоні випробування обладнання або трубопроводів.

Наносити ізоляційну мастику слід у гумових рукавицях і захисних окулярах.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Роботи з мінеральною ватою і скловатою та виробами з неї слід проводити у захисних окулярах, проти пиловому респіраторі і рукавицях з міцної тканини. Під час проведення цих робіт брюки слід надягати поверх чобіт (навипуск) і не засукувати рукава. Рукава та комірець спецодягу слід застебнути.

Роботи з рідким склом, теплоізоляційними та іншими матеріалами у вигляді мастик, до складу яких входить рідке скло, а також роботи з нанесення ізоляції і штукатурки з використанням вапняно-азбесто-цементних, перлітових, вермикулітових розчинів і мастик слід виконувати у гумових кислотнo- і лугостійких рукавицях і захисних окулярах.

Різання теплоізоляційних виробів стаціонарною або переносною циркулярною пилюкою повинні виконувати працівники, які пройшли відповідне навчання та інструктаж; цю роботу дозволяється проводити лише у разі жорсткого закріплення пилюки, установлення огорожень та за умови увімкненої витяжної вентиляції.

Під час проведення різальних робіт слід користуватись дерев'яними підштовхувачами, а також уникати наближення рук до диска пилюки, що обертається.

Під час проведення теплоізоляційних робіт із застосуванням дроту кінці дротяного каркаса ізоляції і дротяних кріпильних деталей повинні бути загнутими і закритими шаром ізоляції; залишати кінці дроту не загнутими, а також використовувати не відпалений дріт заборонено.

Ізоляційні матеріали, що розвантажуються, необхідно складувати згідно з вимогами пункту цих Правил.

Сипкі ізоляційні матеріали слід складувати у штабелі заввишки до 1,2 м. Брати сипкі матеріали із штабелів слід тільки зверху.

Подавання ізоляційних матеріалів на висоту необхідно механізувати.

Курні ізоляційні матеріали, мінеральну вату або скловату слід подавати на місце проведення робіт у контейнерах або пакетах з дотриманням умов, що унеможливають їхнє розпилювання.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Не дозволяється під час розбирання ізоляції та обмурування ударяти по стінках трубопроводів і обладнання. Ізоляцію необхідно розбирати у напрямку тільки зверху вниз із застосуванням захисних окулярів, а також зволожувати, — щоб уникнути пило виділення.

Під час розкроювання і різання листового металу і склопластиків руки слід тримати якомога далі від леза ножа і обов'язково застосовувати захисні рукавиці, — щоб уникнути порізу рук задирками і гострими краями.

Перед початком пневматичного транспортування ізоляційних матеріалів слід переконатись у справності установки пневматичного подавання розчинів.

Не дозволяється працювати з несправними елементами установки пневматичного подавання розчинів, а також у разі відсутності або несправності манометрів, що показують тиск повітря, що транспортується.

Шланги, якими подається розчин або мастика, не повинні бути перегнутими. Розчино-проводи після монтажу і надалі, не рідше ніж через кожні 3 місяці, повинні проходити гідравлічне випробування тиском, що у 1,5 рази перевищує робочий. Результати випробувань розчино-проводів необхідно оформлювати актом та робити відмітки у технічному паспорті.

Не дозволяється ремонтувати розчино-проводи, що перебувають під тиском, а також підтягувати їхні фланцеві з'єднання.

Якщо розчин не проходить через з'єднання (стики) розчино-проводів, необхідно вимкнути компресор, розібрати несправний вузол і усунути пробку, що утворилася; простукувати розчино-провід для усунення пробки заборонено.

Перед тим, як виконати очищення барабана розчиномішалки, рубильник необхідно вимкнути, зняти запобіжники з електродвигуна розчиномішалки, заземлити кабель живлення електродвигуна, і на рубильнику вивісити заборонний знак безпеки "Не вмикати! Працюють люди".

Барабан розчиномішалки необхідно закривати захисною сіткою з вічками розміром не більше 70x70 мм.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

Під час роботи розчиномішалки просувати руки у барабан, а також розвантажувати його на ходу заборонено.

Очищати приярок для завантажувального ковша розчиномішалки дозволяється тільки після фіксації ковша у піднятому положенні.

Не дозволяється працівникам перебувати під піднятим і незафіксованим ковшем.

Під час продування і чищення розчино-проводу необхідно працювати у захисних окулярах.

Під час продування розчино-проводу стисненим повітрям необхідно вивести із зони продувки на відстань понад 10 м усіх працівників, крім тих, хто безпосередньо виконує цю роботу.

Під час нанесення ізоляції на обладнання напилюванням слід вживати заходів, що унеможливають забруднення розміщеного поруч обладнання.

Обслуговування компресорів і повітропроводів. Експлуатацію і ремонт компресорних установок і повітропроводів слід проводити відповідно до вимог "Правил устройства й безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов й газопроводов", затверджених Держгіртехнаглядом СРСР 07.12. 71, та Правил будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском.

Відповідальним за надійну і безпечну експлуатацію компресорної установки і повітропроводів повинен призначатись працівник зі складу спеціалістів.

До самостійної роботи з обслуговування компресорних установок слід допускати працівників віком не молодше 18 років, які пройшли навчання за відповідною програмою і мають право обслуговувати компресорні установки.

Не дозволяється залишати без нагляду діючі компресори, крім повністю автоматизованих.

Входити у приміщення компресорної установки стороннім особам заборонено.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ззовні біля вхідних дверей компресорної установки необхідно установити сигналізацію — для виклику працівників, які обслуговують установку, а також вивісити заборонний плакат "Вхід стороннім заборонено".

Земляні роботи. Земляні роботи на території енерго-підприємств, а також в охоронних зонах підземних комунікацій (електрокабелів, газопроводів тощо) слід проводити згідно з вимогами цих Правил, Правил безпечної експлуатації електроустановок, з використанням плану (схеми) із зазначенням розміщення і глибини закладання комунікацій.

Перед початком проведення земляних робіт слід установити знаки або зробити написи, що показують розташування підземних комунікацій на місцевості.

Земляні роботи у зоні діючих підземних комунікацій необхідно проводити під безпосереднім наглядом керівника робіт за нарядом, а в охоронній зоні дроту, що перебуває під напругою, діючого газопроводу, теплотраси, крім того, — під наглядом представника організації, що здійснює експлуатацію цього кабелю, газопроводу або теплотраси.

Розробляти ґрунт у безпосередній близькості (до 0, 3м) від діючих підземних комунікацій дозволяється тільки лопатами — без різких ударів.

У разі виявлення на місці проведення земляних робіт вибухонебезпечних матеріалів або боєприпасів роботу необхідно негайно припинити, працівників вивести у безпечну зону, вжити заходів щодо запобігання проникненню сторонніх осіб у небезпечну зону.

У разі виявлення у траншеях або котлованах шкідливого газу земляні роботи в них слід негайно припинити, а працівників вивести з небезпечної зони.

Роботу дозволяється відновити тільки після припинення надходження газу у зону проведення робіт і видалення з неї наявного газу.

У разі необхідності проведення робіт у загазованій зоні слід дотримуватись вимог підрозділу цих Правил.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовувати відкритий вогонь і палити у траншеях на відстані до 50 м від газопроводу або місця можливого накопичення газу заборонено.

Котловани і траншеї, що розробляються у місцях пересування людей або транспорту, необхідно обгородити і на огороженні установити застережні знаки безпеки, а вночі — сигнальне освітлення.

Дозволяється рити котловани і траншеї з вертикальними стінками без кріплень у нескельних і незамерзаючих ґрунтах вище рівня ґрунтових вод і за відсутності поблизу підземних споруд на глибину до:

- 1 м — в насипних, піщаних та великоуламкових ґрунтах;
- 1,25 м — в супісках;
- 1,5 м — в суглинках та глинах.

Дозволяється рити котловани і траншеї із схилами без кріплень в нескельних ґрунтах вище рівня ґрунтових вод (з урахуванням капілярного підняття) або в ґрунтах, що осушені за допомогою штучного водозниження, у разі глибини виймання і крутості схилів згідно з табл.

У разі нашарування різних видів ґрунту крутість схилів для всіх пластів слід визначати за найслабкішим видом ґрунту.

За ППР слід визначати крутість схилів виїмок завглибшки: понад 5 м — в усіх випадках; до 5 м — за гідрологічними умовами і видами ґрунтів, що не передбачені пунктом цих Правил і табл.

Вид ґрунту	Крутість схилу (відношення його висоти до закладання) у разі глибини виймання, м, не більше		
	1,5	3	5
Насипні неущільнені	1:0,67	1:1	1:1,25
Піщані і гравійні	1:0,5	1:1	1:1
Супісок	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:0 /	1:0,5	1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лісовидні	1:0	1:0,5	1:0,5

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

Під час проведення земляних робіт слід застосовувати інвентарні кріплення стінок котлованів або траншей, а у разі неможливості використання таких кріплень — кріплення, виготовлені за затвердженими в установленому порядку індивідуальними проектами.

Установлювати кріплення стінок котлованів або траншей необхідно у напрямку зверху вниз — у міру розробки ґрунту поступово на глибину до 0,5 м, а розбирати — у напрямку знизу вгору — у міру зворотного засипання ґрунту.

Під час установлення кріплень стінок котлованів або траншей верхня частина кріплень повинна виступати над бровкою виїмки понад 15 см.

Ґрунт, що виймають із котловану або траншеї, слід розміщувати на відстані понад 0,5 м від бровок виїмки.

Не дозволяється розробляти ґрунт у котлованах і траншеях "підкопом".

Валуни та каміння, а також відшарування ґрунту, виявлені на схилах, необхідно видалити.

Дозволяється розробляти роторними і траншейними екскаваторами у зв'язаних ґрунтах (суглинках, глинах) траншеї з вертикальними стінками без кріплення на глибину до 3 м. Місця, що потребують перебування в них працівників, необхідно облаштовувати кріпленнями траншей або схилів.

Проводити роботи в котлованах і траншеях із схилами, що зазнали зволоження, дозволяється тільки після ретельного огляду керівником і виконавцем робіт стану ґрунту цих схилів і обвалення нестійкого ґрунту у місцях, де виявлені "козирки" або тріщини (відшарування).

Перед допуском працівників у котлован або траншеї завглибшки понад 1,3 м необхідно перевірити надійність схилів або кріплень стін.

Спускатись у котловани і траншеї слід тільки по драбинах з поручнями або по приставних драбинах, що відповідають вимогам Правил безпечної роботи з інструментом та пристроями і пункту цих Правил.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Взимку з настанням відлиги котловани і траншеї, що розробляються, слід оглядати і за результатами огляду вживати заходів щодо забезпечення надійності їхніх схилів або кріплень.

У разі виймання ґрунту з виїмок за допомогою бадді слід влаштувати захисні навіси-козирки — для захисту працівників, які виконують роботу у виїмці.

Під час розроблювання виїмок у ґрунті екскаватором з прямою лопатою висоту вибою слід визначати з таким розрахунком, щоб у процесі роботи:--е утворювались "козирки" з ґрунту.

Під час розроблювання, транспортування, розвантажування, планування і ущільнення ґрунту двома або більшою кількістю самохідних або причіпних машин (скреперів, грейдерів, котків, бульдозерів тощо), що рухаються одна за одною, відстань між ними повинна бути понад 10 м.

Однобічно засипати котловани біля свіжо змурованих підпірних стін і фундаментів дозволяється тільки після вжиття заходів щодо забезпечення стійкості конструкції.

Роботи, пов'язані з електропрогріванням ґрунту, необхідно проводити лише у виняткових випадках (у разі аварій, надзвичайних ситуацій тощо) відповідно до вимог ГОСТ 12.1. 013 і ГОСТ 12.1. 030.

Під час проведення цих робіт ділянку ґрунту, що підлягає прогріванню, слід обгородити, встановити на огороженні застережні знаки безпеки, а вночі — освітлювати.

Відстань між огороженням і контуром ділянки, що прогривається, повинна бути понад 3 м.

Не дозволяється перебування людей на ділянці ґрунту, що прогривається і перебуває під напругою.

Прокладати лінію тимчасового електропостачання до ділянок ґрунту, що підлягають прогріванню, необхідно ізольованим проводом, і після кожного переміщення електрообладнання і перекладання електропроводки слід візуально перевіряти їхню справність.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У разі відігрівання ґрунту пропарюванням або димовими газами необхідно вжити заходів щодо запобігання опікам і отруєнню працівників шкідливими газами.

Стоянка і рух будівельних машин і автотранспорту, розміщення лебідок, обладнання, матеріалів тощо у межах призми обвалювання ґрунту біля виїмок з кріпленнями стінок в дозволяється тільки після проведення попередньої перевірки розрахунком відповідності міцності кріплення, вказаній у ППР, з урахуванням значення динамічного навантаження.

За відсутності кріплення стінок виїмок стоянка, рух і розміщення вищезазначених машин і механізмів, а також розміщення матеріалів у межах призми обвалювання ґрунту заборонені.

Переміщення, установлення і робота машин поблизу котлованів, траншей з неукріпленими схилами дозволяється тільки за межами призми обвалювання ґрунту на відстані, встановленій ППР, або на відстані по горизонталі від основи схилу виїмки до ближніх опор машини згідно з таблиці.

Глиби на виїмки, м	Ґрунт			
	піщан ий	супіщан ий	суглинисті й	глинисті ий
	Відстань, м			
1	1,5	1,25	1,0	1,0
2	3,0	2,40	2,0	1,5
3	4,0	3,60	3,25	1,75
4	5,0	4,40	4,0	3,0
5	6,0	5,30	4,75	4,5

Працівники, які виконують роботи із застосуванням землерийних машин, повинні розрізняти звукові сигнали, що подає водій (машиніст).

Під час роботи екскаватора слід дотримуватись таких вимог:

- екскаватор слід закріплювати тільки інвентарними упорами;

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- необхідно перебувати на відстані понад 5 м від зони дії екскаватора;
- очищати ківш екскаватора дозволяється тільки тоді, коли він опущений.
 - Магістральні трубопроводи є складовою частиною світової системи транспортування газоподібних продуктів. Розглянемо більш детально ці системи .
 - З родовищ газ надходить через газосборний пункт по промислового колектору на установку підготовки газу, де виробляється осушка газу, очищення від механічних домішок, вуглекислого газу та сірководню. Далі газ надходить на головний компресорну станцію, а потім – в магістральний газопровід (рис. 1).
 - Для ефективної роботи трубопроводу необхідно підтримку тиску газу по всій довжині траси – для цього встановлюються компресорні станції (КС) з інтервалом 80 – 120 км.
 - Об'єкти КС проектуєть в блочно–комплектному виконанні. У більшості випадків КС обладнуються відцентровими нагнітачами з приводом від газотурбінних установок або електродвигунів. В даний час газотурбінним приводом оснащено більше 80% всіх КС, а електроприводом – близько 20%.
 - До лінійних спорудам відносять власне магістраль ний трубопровід, лінійні запірні пристрої, вузли очищення газопроводу, переходи через штучні та природні перешкоди, станції протикорозійного захисту, дренажні пристрої, а також відносяться лінії технологічного зв'язку, відводи від магістрального газопроводу для подачі частини газу, що транспортується споживачам і споруди лінійної експлуатаційної служби (ЛЕС) [3 – 4].
 - Відстань між лійними запірними пристроями (кранами) повинна бути не більше 30 км. Управління лійними кранами слід передбачати дистанційним з приміщення операторної компресорної станції, а також ручним за місцем. Ліійна арматура повинна оснащуватися автоматичними механізмами аварійного перекриття.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

• При паралельному прокладанні двох і більше магістральних газопроводів в одному технологічному коридорі передбачається з'єднання їх перемичками з запірною арматурою. Перемички слід розміщувати на відстані не менше 40 км і не більше 60 км один від одного у лінійних кранів, а також до і після компресорних станцій.

• Газорозподільні станції (ГРС) призначені для зниження (редукування) тиску газу до робочого тиску газорозподільної системи споживачів. ГРС також обладнуються вузлами обліку і установками очистки і одоризації газу (надання йому специфічного запаху для полегшення виявлення витoku газу з метою попередження вибухонебезпечних ситуацій та отруєння людей).

• Після ГРС газ надходить в газові мережі населених пунктів, які подають газ до місця споживання. Зниження і підтримка в необхідних межах тиску газу в газорозподільних мережах здійснюється на газорегуляторних пунктах (ГРП). До великим споживачам газу також відносяться теплові електростанції і газопереробні заводи (ГПЗ).

• Для згладжування нерівномірності споживання газу великими населеними пунктами споруджуються станції підземного зберігання газу (СПЗГ). Для закачування газу в підземне газосховище СПЗГ обладнується власної компресорної станцією.

• До допоміжних лінійним спорудам магістрального газопроводу належать лінії зв'язку, вздовжтрассові дороги, вертолітні майданчики, майданчики аварійного запасу труб, садиби лінійних ремонтерів і т.д.

• Залежно від конкретних умов експлуатації складу споруд магістрального газопроводу може змінюватися. Так, на газопроводах невеликої протяжності може не бути проміжних КС. Якщо у добувається газі відсутній сірководень або вуглекислий газ, то необхідність в установках з очищення газу від них відпадає. Станції підземного зберігання газу споруджуються не завжди.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

• Виходячи з величини робочого тиску, магістральні газопроводи підрозділяються на два класи :

• 1-й клас – при робочому тиску понад 2,5 МПа до 10 МПа включно;

• 2-й клас – при робочому тиску понад 1,2 МПа до 2,5 МПа включно.

• Протяжність магістральних газопроводів становить зазвичай від декількох десятків до декількох тисяч кілометрів, а діаметр – від 150 до 1420 мм включно. Велика частина газопроводів має діаметр від 720 до 1420 мм включно.

• У процесі експлуатації трубопроводи піддаються різним навантаженням – внутрішньому тиску, тиску ґрунту засипки і рухомих засобів, перепадів температур, осьовим розтягуючим або стискаючим напруженням. Ці фактори сприяють розвитку корозії на стінках трубопроводу – а це, як відомо, є основною причиною виникнення аварій.

• Трубопровід, покладений в ґрунт, піддається ґрунтової корозії, а що проходить над землею – атмосферної. Корозією металів називається руйнування або зміна його властивостей, викликане хімічними або електрохімічними процесами при взаємодії з навколишнім середовищем. За характером взаємодії металу з довкіллям розрізняють два основних види корозії: хімічну і електрохімічну [6 – 7].

• Хімічна корозія відноситься до випадків зміни властивостей металу в результаті хімічних реакцій без виникнення і протікання електричного струму. До цього виду корозії відносяться газова корозія та корозія в неелектроліту.

• Газова корозія відбувається в результаті взаємодії металу з сильно розігрітим газом при повній відсутності вологи (наприклад, корозія лопаток газових турбін, утворення окалини при термічній обробці металу і т.п.).

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

- Корозія в неелектроліту – руйнування металу в рідких або газоподібних неелектропровідних середовищах (корозія при взаємодії з нафтопродуктами, що містять сірку).
- Електрохімічна корозія – це окислення металів у електропровідних середовищах, що супроводжується утворенням і протіканням електричного струму. При цьому на різних ділянках поверхні металу виникають анодні і катодні ділянки. Корозійні руйнування утворюються тільки на анодних ділянках.
- До електрохімічним корозійних процесів відносяться:
 - корозія в електролітах (рідинах, які проводять електричний струм: річкова і морська вода, розчини солей, кислот і лугів);
 - електрокорозія – корозія металевих споруд під впливом блукаючий струмів;
 - контактна корозія – корозія металів у присутності води, викликана безпосереднім контактом двох і більше металів, що мають різний електрохімічний потенціал;
 - атмосферна корозія – руйнування металу в середовищі атмосферного повітря або будь-якого іншого вологого газу;
 - біокорозія – корозія, життєдіяльністю мікроорганізмів, які виділяють речовини, що прискорюють корозійні процеси.
- Процес корозії металу починається з його поверхні і поширюється вглиб. Розрізняють суцільну та місцеву корозію.
- При суцільній корозії вся поверхня металу покрита шаром продуктів корозії. Нерівномірність суцільній корозії прямо пропорційно залежить від агресивності корозійного середовища.
- Місцева корозія – руйнування металу на окремих ділянках поверхні. Розрізняють такі види місцевої корозії:
 - плямами (товщина шару продуктів корозії багато менше площі плями);
 - виразкова (глибина пошкодження значна і порівнянна з його площею);
 - точкова (виразкова) – глибина пошкодження багато більше його

						00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
							94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

діаметра. Точкова корозія може перейти в наскрізну за сприятливих умов корозійних процесів;

- підповерхнева – спучування у вигляді бульбашок і розшарування металу;
- межкристаллитная (поширюється по межах кристалів металу і призводить до втрати міцності і пластичності);
- структурно–виборча (руйнується небудь один елемент сплаву);
- корозійне розтріскування (відбувається в результаті поєднання корозійного і механічного впливу на метал).

Місцева корозія є причиною виникнення концентраторів напруг, тому вона більш небезпечна, ніж суцільна. На інтенсивність протікання процесів корозії впливають різні фактори (рис. 3 і 4):

- неоднорідний склад сталі (містяться в сталі легуючі добавки та домішки сприяють утворенню корозійних пар в агресивному середовищі);
- неоднорідність умов на поверхні металу (наявність подряпин, вм'ятин, зварних швів, окалини на поверхні металу призводить до утворення анодних і катодних ділянок і є вогнищами корозії);
- неоднорідність умов навколишнього середовища: різна вологість ґрунту в області прокладки трубопроводу і різна аерація (доступ кисню до ділянок трубопроводу);
- неоднорідність середовища, що транспортується (наявність води і розчинених солей може призвести до утворення ручейкової корозії на внутрішній поверхні трубопроводу).

Основні способи захисту трубопроводів від корозії

Способи, подовжують термін служби трубопроводу, умовно поділяють на чотири групи.

- Пасивний захист. Полягає в нанесенні на поверхню труби захисного ізоляційного покриття на основі бітуму, полімерних стрічок або напиляного полімеру. Ізоляційні покриття повинні володіти сплосністю, високою діелектричної здатністю, адгезією, механічною міцністю, водонепроникністю, еластичністю, біостійкістю, термостійкістю, довговічністю і недіфіцитністю.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

– Введення в метал компонентів, що підвищують корозійну стійкість. Метод застосовується на стадії виготовлення металу. Одночасно з металу видаляються домішки, що знижують корозійну стійкість.

– Вплив на навколишнє середовище. Метод заснований на введення інгібіторів корозії для дезактивації агресивного середовища.

– Активний захист. До цього методу відносяться катодна, протекторна і дренажна захист.

Найчастіше застосовується метод пасивного захисту – покриття внутрішньої і зовнішньої стінок труби ізоляційними матеріалами. В останні роки для підвищення міцності властивостей і зносостійкості ізоляційних матеріалів і покриттів застосовують їх армування наноструктурних наповнювачами

Створені з використанням нанотехнологій матеріали піднімуть на новий рівень якість труб з антикорозійним покриттям. Це підвищить їх конкурентоспроможність, збільшить термін експлуатації і змінить фізико-хімічні властивості покриттів. Ця обставина важливо у зв'язку з будівництвом газопроводів у складних кліматичних умовах територій з великими і різкими коливаннями температур.

Застосування вуглецевих нанотрубок і вуглецевих нановолокон як наповнювачів полімерів дозволяє поліпшити ряд показників:

- Підвищити електропровідність;
- Збільшити теплопровідність, теплостійкість, температуру займання;
- Надати антистатичні властивості;
- Поліпшити механічні характеристики (міцність при розтягуванні і на розрив; збільшити модуль пружності і граничне розтягування; підвищити зносостійкість);
- Збільшити адгезійну міцність і розширити температурний діапазон застосування (від – 60 до 250°C);
- Забезпечити стійкість до впливу агресивних робочих середовищ.

Таким чином, можна зробити висновок, що визначальним критерієм екологічної безпеки трубопровідних систем є їх конструктивна надійність – один з основних показників якості будь-якої конструкції (системи), що полягає в її здатності виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні властивості протягом необхідного проміжку часу життєвого циклу.

Відмова магістрального газопроводу, що виявляється в місцевій втраті герметичності стінки труби, трубних деталей або в загальній втраті міцності в результаті руйнування, призводить, як правило, до значного екологічного збитку з можливими непоправними наслідками для навколишнього природного середовища.

Одним із способів запобігання руйнування стінки трубопроводу є використання нових високоякісних матеріалів для виготовлення ізоляційних покриттів.

Додавання при виготовленні ізоляційних покриттів вуглецевих нановолокон – ефективний спосіб поліпшення фізико-механічних характеристик ізоляційних матеріалів на основі поліетилену – міцність і зносостійкість полімерного матеріалу на основі надмолекулярної поліетилену підвищується у кілька разів, коефіцієнт тертя знижується.

					00БП.144.009.005.ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

V. ЛІТЕРАТУРА

1. Прядко М.О., Павелко В.І., Рябчук О.М. Мет. вказ. до виконання кваліфікаційного проекту “Система тепlopостачання житлово-промислового району міста” рівня підготовки бакалавра, напряму 6.050601 “Теплоенергетика” для студентів денної та заочної форм навчання. Частина 1. – К.: НУХТ, 2011. – 57 с.
2. Прядко М.О., Філоненко В.М. Метод. вказівки до викон. кваліфікаційного проекту “Система тепlopостачання житлово-промислового району міста” рівня підготовки бакалавра для студентів напряму 6.050601 “Теплоенергетика” ден. та заоч. форм навч. Частина 2. – К.: НУХТ, 2011. – 110 с.
3. Філоненко В.Н. Нагнітачі та теплові двигуни. – Мет. Вказ. до вивчення дисципліни для студентів спеціальності “Теплоенергетики” ден. та заочн. форм навчання.– К.: НУХТ. – 2004.– 50с.
4. Філоненко В.Н., Масліков М.М. Джерела енергопостання промислових підприємств. – Мет. Вказ. до вивчення дисципліни для студентів спеціальності “Промислова теплоенергетики” ден. та заочн. форм навчання.– К.: НУХТ. – 2002.– 34с.
5. Правила будови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів. – К.: - 1998.
6. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацаркін та ін. – К.: Основа, 2006. – 448 с.

					00БП.144.009.005.ПЗ			
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Біла В.С.			<i>Проект системи тепlopостачання житлово- промислового району №2 в місті Луцьк</i>	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів		Петренко В.П.					98	100
Н. Контр.								
Затвердив								

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 144 Теплоенергетика

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Теплоенергетика

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕХТ

проф. Василенко С.М.

“08” квітня 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Біла Владислава Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект системи тепlopостачання житлово-промислового району № 2 в місті Луцьк

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

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “08” 04.2020 року №260-кє

2. Строк подання здобувачем роботи 05.06.2020 року

3. Вихідні дані до роботи технологічне навантаження 12,0 МВт; температура теплоносія 95 С; розрахункова температура -18 С; температура зовнішнього повітря -0,2 С; температура для системи вентиляції -10 °С; тривалість роботи промислового підприємства – 7000 год; тривалість опалювального періоду – 187 діб; температури мережної води 140/70 С.

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

1. Розрахунок теплових навантажень житлово-промислового району міста

2. Розрахунок теплової схеми котельні з водогрійними котлами

3. Охорона праці

4. Творче завдання

5. Перелік графічного матеріалу

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

2. Теплова схема котельні.

3. Компановка обладнання.

