

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Навчально науковий інститут атомної та теплової енергетики

Кафедра теплової та альтернативної енергетики

«На правах рукопису»

УДК 620.9:697.32

«До захисту допущено»

Завідувачка кафедри

Ольга ЧЕРНОУСЕНКО

(підпис)

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

“ ”

2023 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

на тему: «Реконструкція котельні Славутської міської лікарні з впровадженням когенерації»

Виконав(ла): студент(ка) II курсу, групи ТУ-з21мп

Максимчук Валентина Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник: доц., к.т.н. Володимир СЕРЕДА

(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Консультанти: з охорони праці доц., к.т.н., доц. Сергій КАШТАНОВ

(назва розділу)

(науковий ступінь, вчене звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

з економіки: доц. к.т.н. Наталія БОЙЧУК

(підпис)

з автоматизації: доц. к.т.н. Тетяна Нікуленкова

(підпис)

Рецензент

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів безвідповідних посилань.

Студентка

(підпис)

Керівник дисертації

(підпис)

Київ – 2023 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут Атомної та теплової енергетики

Кафедра Теплової та альтернативної енергетики

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»,

ОПП «Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій»

«До захисту допущено»

Завідувачка кафедри

Ольга ЧЕРНОУСЕНКО

(підпис)

(ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

“ ____ ” _____ 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ**

Максимчук Валентина Олександрівна

(ПРИЗВИЩЕ, ІМ'Я, ПО БАТЬКОВІ)

1. Тема дипломного проекту

(роботи)

Реконструкція котельні Славутської міської

лікарні з впровадженням когенерації

Затверджена наказом по університету С№ ____ від «__» _____ 2023р.

2. Термін здачі студентом закінченого дипломного проекту «__» _____ 2023р.

3. Вихідні дані до дипломного проекту _____ Загальне теплове навантаження

на котельню – 765 кВт; температурний графік мережевої води на опалення

і вентиляцію 90-70°C; температура води на гаряче водопостачання – 55...65 °C;

тривалість опалювального періоду – 191 доба;

розрахункова зовнішня температура на опалення – мінус 21°C;

проектна/паспортна потужність лікарні – 105 ліжок.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

Вступ, опис існуючого становища, обґрунтування необхідності реконструкції та

основні технічні рішення, розрахунок теплових потреб, розрахунки, які підтверджують

обґрунтованість основних технічних рішень, охорона санітарного стану прилеглих

територій, розрахунок інженерних систем приміщення котельні, електроопалення,

охорона праці, автоматизація технологічного процесу, техніко-економічний розрахунок.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Теплова схема котельні – 1 аркуш А1, СПДБ.
2. Компоновка обладнання котельні – 2 аркуші А1, СПДБ.
3. Димоходи котельні – 1 аркуш А1, СПДБ.
4. Аксонометричні схеми систем В1, В2, К1, К3 – 1 аркуш А2, СПДБ.
5. Газопроводи котельні і вузол обліку витрати газу – 2 аркуші А1, СПДБ.
6. Функціональна схема автоматизації – 1 аркуш А1, СПДБ.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
З питань охорони праці	Каштанов С. Ф., доцент		
З економічних питань	Бойчук Н.Я., доцент		
З питань автоматизації ТП	Нікуленкова Т.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 27.10.2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Опис існуючого становища, обґрунтування необхідності реконструкції	11.09.2023	
2	Розрахунок теплових потреб	18.09.2023	
3	Розрахунок теплової схеми котельні	25.09.2023	
4	Вибір обладнання котельні	01.10.2023	
5	Розрахунок газопроводів	08.10.2023	
6	Розрахунок інженерних систем приміщення котельні	15.10.2023	
7	Електроопалення	22.10.2023	
8	Техніко-економічний розрахунок	29.10.2023	
9	Система автоматизації	07.11.2023	
10	Охорона праці	13.11.2023	
11	Теплова схема і компоновка обладнання котельні	20.11.2023	
12	Газопроводи котельні	03.12.2023	
13	Оформлення графічної частини	20.12.2023	

Студент

(підпис)

Максимчук В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівники проекту (роботи)

(підпис)

Середа В.В.

(прізвище та ініціали)

ВІДОМІСТЬ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітки
1			Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	МД 23.144.02140 ПЗ	Пояснювальна записка	109	
3	A1	МД 23.144.02140 001 ОВ	Теплова схема котельні	1	
4	A1	МД 23.144.02140 002 ОВ	Компоновка обладнання котельні	2	
5	A1	МД 23.144.02140 003 ОВ	Димоходи котельні	1	
6	A1	МД 23.144.02140 004 ОВ	АксонOMETричні схеми систем В1, В2, К1, К3	1	
7	A1	МД 23.144.02140 005 ОВ	Газопроводи котельні і вузол обліку витрати газу	2	
8	A1	МД 23.144.02140 006 ОВ	Функціональна схема автоматизації	1	

					МД 23.144.02140			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість магістерської дисертації			
Студент	Максимчук							
Керівник	Середа							
Т. контр.	Боженко							
Н.контр.	Соломаха							
Зав. каф.	Черноусенко							
						Літера	Аркуш	Листів
						ДП	1	1
						НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» ННІАТЕ кафедра ТАЕ		

Пояснювальна записка до магістерської дисертації

на тему: «Реконструкція котельні
Славутської міської лікарні з впровадженням когенерації»

Київ -2023 року

АНОТАЦІЯ

Магістерська дисертація на здобуття ступеня магістра за освітньо-професійною

програмою підготовки на тему: «Реконструкція котельні Славутської міської лікарні з впровадженням когенерації» 111 с., 23 мал., 11 табл., 6 дод., 31 джерело, 8 креслеників формату А1.

Об'єкт розробки – водогрійна котельня лікарні.

Мета роботи – забезпечення ефективного теплопостачання Центральної лікарні м. Славута, Хмельницької області

Для досягнення поставленої мети планується провести комплекс заходів щодо модернізації системи теплопостачання лікарні з акцентом на підвищення енергоефективності та зменшення енерговитрат. Перелік кроків включає в себе розрахунок витрати теплоти на гаряче водопостачання, перерахунок теплових потоків для різних режимів котельні, розрахунок теплової схеми, вибір сучасних котлів, заміну мережевої групи та трубопроводів, розрахунок газового господарства, дизайн димової труби, інженерних систем котельні, розробку автоматизації та техніко-економічний аналіз. Основна увага приділяється впровадженню сучасних, енергоефективних котлів та когенераційних установок для оптимального використання енергії в лікарні. В цілому, проект передбачає повну трансформацію системи теплопостачання для підвищення її загальної ефективності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: котельня, реконструкція, опалення, теплові втрати, котел, теплопостачання, насос.

Summary

Master's Thesis on the Implementation of Cogeneration in the Reconstruction of the Slavuta City Hospital Boiler House

Abstract: The master's dissertation aims to obtain a master's degree in the educational-professional program on the topic: "Reconstruction of the Slavuta City Hospital Boiler House with the Implementation of Cogeneration." The document spans 111 pages, including 23 illustrations, 11 tables, 6 appendices, 31 references, and 8 A1-sized drawings.

Development Object: The focus is on the water heating boiler house of the hospital.

Objective of the Study: The primary objective is to ensure efficient heat supply to the Central Hospital of Slavuta, Khmelnytskyi Oblast.

To achieve this goal, a comprehensive set of measures is planned to modernize the hospital's heating system, with an emphasis on increasing energy efficiency and reducing energy consumption. The steps include calculating the heat expenditure for hot water supply, recalculating thermal flows for different boiler house modes, designing the heat scheme, selecting modern boilers, replacing network groups and pipelines, gas economy calculations, chimney design, boiler room engineering systems, automation development, and economic analysis. The main focus is on implementing modern, energy-efficient boilers and cogeneration units for optimal energy use in the hospital. Overall, the project envisions a complete transformation of the heating system to enhance its overall efficiency.

Keywords: boiler house, reconstruction, heating, thermal losses, boiler, heat supply, pump.

ЗМІСТ

Вступ.....	9
1 Опис існуючого становища.....	12
2 Обґрунтування необхідності реконструкції. Основні технічні рішення.....	14
2.1 Обґрунтування необхідності реконструкції	14
2.2 Основні технічні рішення.....	17
3 Розрахунки, які підтверджують обґрунтованість основних технічних рішень	19
3.1 Теплові навантаження для проектованої котельні	19
3.2 Розрахунок теплової схеми	22
3.3 Вибір обладнання	37
3.4 Розрахунок річної потреби в газовому паливі	53
3.5 Розрахунок газопроводів	55
4 Охорона санітарного стану прилеглих територій	61
4.1 Розрахунок висоти димової труби.....	61
4.2 Розрахунок викидів під час спалювання природного газу	66
5 Розрахунок інженерних систем приміщення котельні.....	69
5.1 Система опалення та вентиляції	69
5.2 Система водопостачання та каналізації	70
6 Електроопалення	71
7 Охорона праці та безпека в назвичайних ситуаціях.....	72
7.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації технологічного обладнання газової котельні	73
7.2 Заходи по забезпеченню гігієни праці і виробничої санітарії	76
7.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	80

					МД 23.144.02140			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент	Максимчук				Реконструкція котельні Славутської міської лікарні з впровадженням когенерації Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Листів
Керівник	Середа					ДП	5	115
Т. контр.	Боженко					НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» ННІАТЕ кафедра ТАЕ		
Н.контр.	Соломаха							
Зав. каф.	Черноусенко							

8	Автоматизація технологічного процесу	88
8.1	Опис системи	88
8.2	Теплотехнічний контроль.....	89
8.3	Автоматика безпеки й технологічний захист.....	90
8.4	Облік витрати теплової енергії	92
8.5	Облік витрати газу.....	92
9.1	Розрахунок капітальних затрат	94
9.2	Розрахунок експлуатаційних затрат	97
9.3	Розрахунок прибутків	99
9.4	Порівняння варіантів	100
	Висновок	104
	Перелік посилань.....	106
	Додаток А Характеристики циркуляційного насосу ГПМ	108
	Додаток Б Характеристики котлового насосу.....	109
	Додаток В Характеристики мережевого насосу	110
	Додаток Г Характеристики підживлювального насосу	111
	Додаток Д Характеристики насосу системи гарячого водопостачання	112
	Додаток Е Характеристики ємкого водонагрівника.....	113
	Додаток Є Перевірка магістерської дисертації на академічний плагіат... ..	115

					МД 23.144.02140	Арк
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Умовні позначення:

Q – тепловий потік, кількість теплоти;

k – коефіцієнт теплопередачі;

F – площа поверхні;

t – температура;

L – довжина;

V – об'єм;

G – витрата;

m – кратність повітрообміну;

c – теплоємність;

f – площа поперечного перерізу;

d – діаметр.

Індекси:

- Нижні:

о – опалення;

макс – максимальний;

сер – середній;

вн – внутрішній;

p – розрахункова;

річн – річна;

п – повітря;

гв – гаряча вода;

хв – холодна вода;

зовн – зовнішній;

сист – система;

вит – витікання;

м.п – мережевий підігрівник;

					МД 23.144.02140	Арк
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в.к – водогрійний котел.

рец – рециркуляція;

м – мережа;

мн – мережний насос;

в – вода;

тр – трубопроводи.

- Верхні:

л – літній період;

ж – житлові;

тах – максимальний;

в – відпуск;

ном – номінальна;

в.п – власні потреби;

р – робоче.

Скорочення:

ХВП – хімводопідготовка;

ТОА – теплообмінний апарат.

					МД 23.144.02140	Арк
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Кризовий стан у сфері комунальної теплоенергетики українських міст обумовлений передусім моральним та фізичним старінням теплового обладнання. За даними Держкомстату України, в галузі на підприємствах різних форм власності експлуатується понад 26 тис. котелень, і загальний їх технічний стан визнається критичним. Приблизно 22% котлів, які зараз в експлуатації, вже працюють понад 20 років. Також значна частка (38%) котлів є малоефективними, з коефіцієнтами корисної дії 65-75% для газових та 70% для вугільних. Технічний стан теплових мереж та пунктів також не відповідає експлуатаційним вимогам, причому 32% теплових мереж та понад 29% теплових пунктів знаходяться в аварійному або застарілому стані. Річні втрати теплової енергії складають 10%.

За останні роки значно зросли обсяги газовикористання в комунальній енергетиці, становлячи 42% від загальних газовитрат України. Застосування застарілої котельної збільшує собівартість опалення, що перевищує ціни на тепло для споживачів. В Україні втрачається в середньому 30-40% енергоресурсів, що виробляються, в результаті чого обслуговування одного квадратного метра житла вимагає в 3-7 разів більше енергії, ніж в країнах Західної Європи.

Проблеми в муніципальній енергетиці також обумовлені недосконалістю системи енергоспоживання, включаючи відсутність або недостатню кількість індивідуальних засобів обліку та систем регулювання. Також низькі теплоізоляційні властивості будівель призводять до великих енерговитрат.

Основне завдання інженера теплоенергетика полягає у вирішенні цих проблем через впровадження нових технологій та сучасного обладнання. Пріоритетним напрямком слід вважати покращення тепlopостачання

					МД 23.144.02140	Арк
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

державних об'єктів, оскільки їхній стан наразі відзначається одним із найгірших.

Тема дипломного проекту: "Реконструкція котельні Славутської міської лікарні з впровадженням когенерації".

Мета проекту полягає в забезпеченні ефективного теплопостачання Центральної лікарні м. Славута, Хмельницької області, в рамках енергозберігаючого проекту "Підвищення енергетичної ефективності закладів бюджетної сфери області.

Надбудова існуючих котелень когенераційними установками".

Для досягнення цієї мети планується провести наступні кроки:

1. Розрахунок витрати теплоти на гаряче водопостачання (ГВП).
2. Перерахунок теплових потоків на опалення та вентиляцію для різних режимів роботи котельні.
3. Розрахунок теплової схеми котельні.
4. Підбір сучасних котлів Vitoplex 100 SX від фірми Viessmann.
5. Заміна мережевої групи, системи водоочистки, трубопроводів котельні та теплових мереж.
6. Розрахунок газового господарства.
7. Розрахунок димової труби.
8. Розрахунок інженерних систем приміщення котельні.
9. Розробка схеми автоматизації котельні.
10. Техніко-економічний розрахунок.

					МД 23.144.02140	Арк
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний акцент робиться на заміні застарілого обладнання котельні на сучасні, енергоефективні котли, а також на впровадженні когенераційних установок для ефективного використання енергії. Проект передбачає повну модернізацію системи тепlopостачання з метою зменшення енерговитрат та підвищення ефективності енергозабезпечення лікарні.

					МД 23.144.02140	Арк
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОПИС ІСНУЮЧОГО СТАНОВИЩА

Місто Славута є колишнім районним центром Хмельницької області та розташовано в північно-західній частині області. Природні та кліматичні умови цього району відповідають вимогам, визначеним ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія і геофізика .

На основі цих вимог можна визначити наступні параметри:

- Тривалість опалювального періоду складає 191 добу.
- Кількість днів із температурою нижче $+10^{\circ}\text{C}$ становить 210 діб.
- Тривалість періоду із середньою температурою менше 0°C складає 112 діб.
- Температура найхолоднішої п'ятиденки забезпечена на рівні мінус 21°C з покриттям 0,92.
- Абсолютна мінімальна температура становить мінус 36°C .
- Середня температура найбільш холодного періоду складає мінус 9°C .

Славутська центральна районна лікарня є клінічною лікарнею, яка обслуговує хворих мешканців колишнього Славутського району Хмельницької області. Лікарня має проектну/паспортну потужність 105 ліжок, а на її території розміщені основні лікувальні та допоміжні приміщення. План розташування приміщень можна знайти на рисунку 1.1.

Щодо енергоспоживання, лікарня використовує наступні види енергоносіїв:

- Електричну енергію у формі трифазного струму 50 Гц, напруга якого складає 10/0,4 кВ, і яку лікарня отримує від розподільчих мереж АТ Хмельницькобленерго

					МД 23.144.02140	Арк
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Теплову енергію у формі мережевої води з температурою від 90 до 70°C для опалення. Теплоносій лікарня отримує від власної котельні. Система гарячого водопостачання лікарні не ефективна, тому гаряча вода готується на місці.
- Питну воду лікарня отримує з власної артезіанської свердловини. Стічні води відводяться в каналізаційні мережі місцевого водопровідно-каналізаційного підприємства.

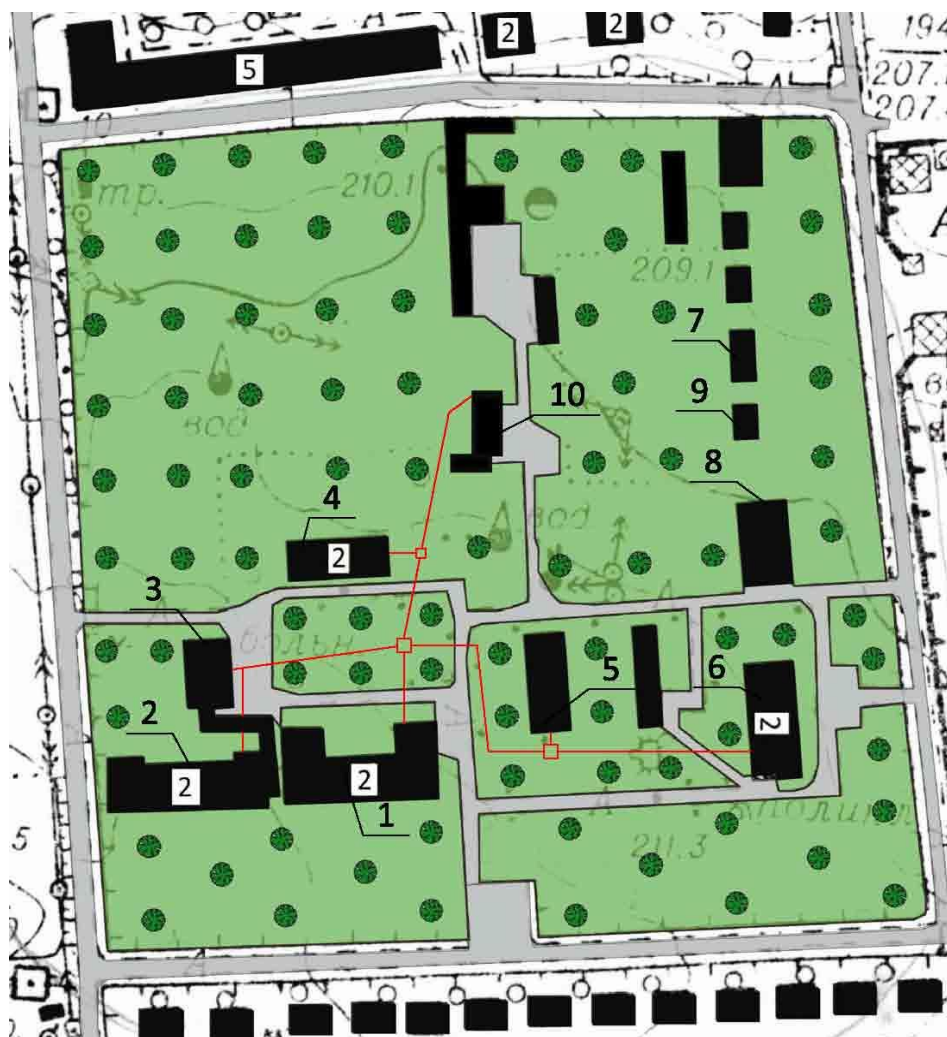


Рисунок 1.1 – План розташування приміщень:

1 – лікувальний корпус №1; 2 – лікувальний корпус №2; 3 – харчоблок; 4 – інфекційне відділення; 5 – пральня; 6 – поліклініка; 7 – бібліотека; 8 – стоматполіклініка; 9 – бухгалтерія; 10 – котельня

					МД 23.144.02140	Арк
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ. ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ

2.1 Обґрунтування необхідності реконструкції

Теплопостачання центральної міської лікарні у місті Славута здійснюється за допомогою газової котельні, обладнання якої є морально і фізично застарілим і потребує негайної заміни. Котли НИИСТУ-5, які зараз експлуатуються, знаходяться в критичному стані і потребують термінового оновлення.

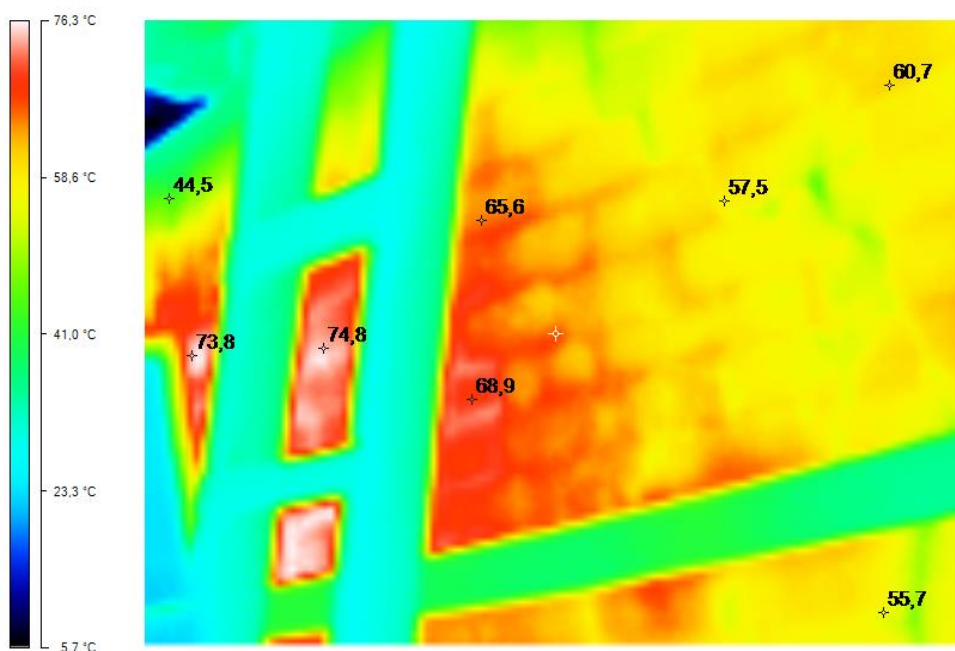


Рисунок 2.1 – Стан мурування правої бічної поверхні робочого котла №1

					МД 23.144.02140	Арк
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

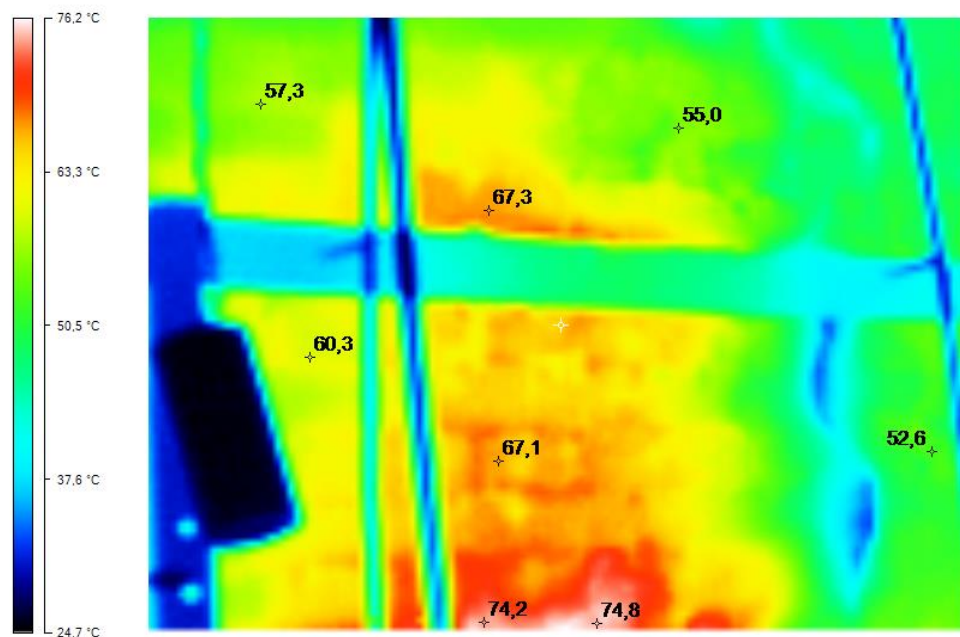


Рисунок 2.2 – Стан мурування лівої бічної поверхні робочого котла №1

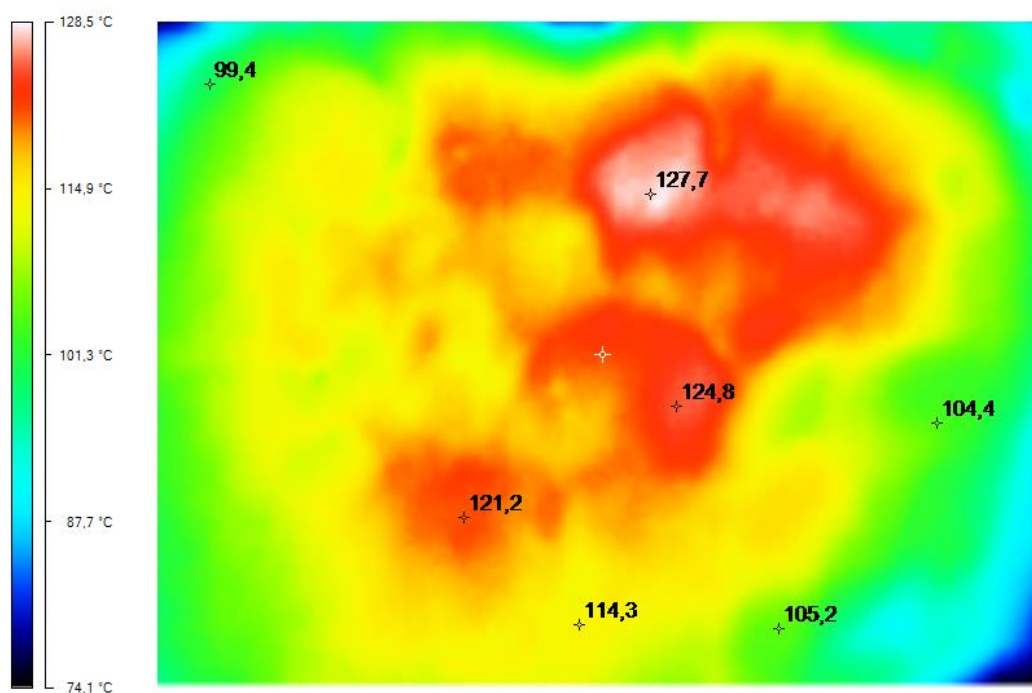


Рисунок 2.3 – Стан мурування лівої бічної поверхні робочого котла №2

					МД 23.144.02140	Арк
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

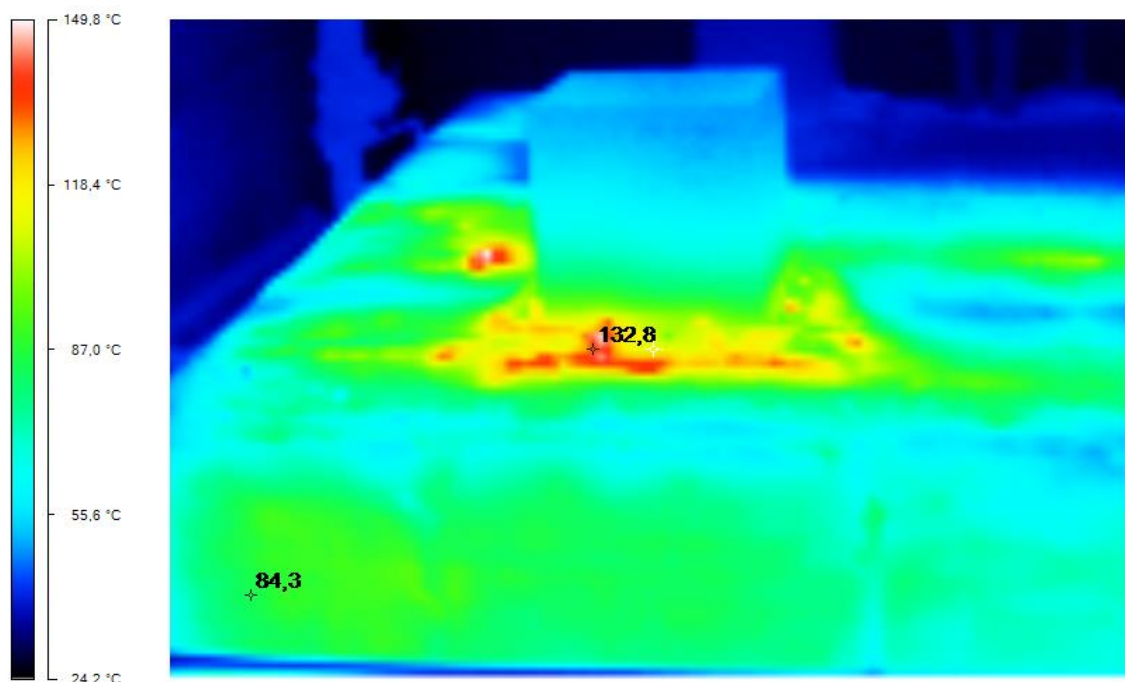


Рисунок 2.4 – Стан мурування поверхні робочого котла №2

В області мурування та теплової ізоляції котла НИИСТУ-5 відзначаються місцеві порушення, при яких температура сягає до 132,8 °С. Середні температурні показники у верхній частині котла коливаються від 70 до 80 °С, що значно перевищує допустимі норми (45 °С). Крім того, система холодного водопостачання котельні не функціонує.



Рисунок 2.5 – Установка ХВО котельні

Мережеву групу необхідно замінити.

					МД 23.144.02140	Арк
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.6 – Мережева група котельні

Теплові мережі в даний час постраждали від корозії та перебувають у кризовому стані, що вимагає їхньої негайної заміни. Загальний технічний стан котельні вкрай непосильний, і для відновлення нормальної експлуатації необхідна повна реконструкція з повною заміною усього обладнання.

2.2 Основні технічні рішення

На основі проведених розрахунків у дипломному проекті, які обґрунтовують необхідність реконструкції системи теплопостачання лікарні, прийнято наступні технічні рішення:

1. Встановлення двох котлів Vitoplex 100 SX від фірми Viessmann з пальниками EK05.70 від Klockner, які мають такі переваги:
 - а) Нормативний коефіцієнт корисної дії (ККД) складає 94%.
 - б) Модульований пальник з наддувом, що керується цифрово - забезпечує значну економію енергії.
 - в) Погодозалежне регулювання Vitotronic 333 - забезпечує оптимальну роботу системи в залежності від погодних умов.
 - г) Робота з постійною температурою подавальної і поворотної магістралі.

					МД 23.144.02140	Арк
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

д) Економічна і екологічна ефективність роботи завдяки залежній від погоди генерації теплоти.

1. Встановлення газопоршневої машини Vitobloc GG 50 з електричною потужністю 50 кВт для задоволення потреб у електроенергії.
2. Переведення більш віддалених невеликих об'єктів (бібліотека, стоматполіклініка, бухгалтерія) на опалення електродними котлами з метою значного зменшення втрат при транспортуванні теплоносія.
3. Впровадження двоступеневого нагріву води для системи гарячого водопостачання.
4. Встановлення енергозберігаючих насосів Wilo з частотним регулюванням.
5. Заміна існуючої системи холодного водопостачання (ХВО) на сучасну з автоматичним регулюванням Aquafilter AF-25-V-960.
6. Впровадження установки хімічної деаерації води.
7. Заміна існуючих теплових мереж на теплові мережі з попередньо ізольованими трубами.
8. Заміна нагрівальних приладів та розведення трубопроводів в існуючій системі опалення і гарячого водопостачання.
9. Розробка системи газопостачання котельні, включаючи газопроводи, газорегулятори та засоби контролю та обліку газу.
10. Монтаж внутрішніх систем водопостачання, каналізації, опалення, вентиляції, електропостачання, зв'язку та сигналізації в котельні.
11. Встановлення теплоізольованих димовідводних каналів для кожного котла.
12. Реалізація системи автоматизації котельні та заходів щодо охорони праці, включаючи технічні рішення для забезпечення безпечної експлуатації устаткування, дотримання гігієни праці, виробничої санітарії та пожежної безпеки.

					МД 23.144.02140	Арк
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РОЗРАХУНКИ, ЯКІ ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ОБҐРУНТОВАНІСТЬ ОСНОВНИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

3.1 Теплові навантаження для проектованої котельні

3.1.1 Вихідні дані

Населений пункт – м. Славута.

Основні властивості і обчислені теплові потоки для ключових лікувальних та допоміжних приміщень наведено в таблиці 3.1.

**Таблиця 3.1 – Загальні характеристики будівель та споруд,
споживання теплової енергії**

Будівля	Площа, <i>м²</i>	Об'єм, <i>м³</i>	Внутрішн я температ ура	На опалення, <i>ккал/год</i>	На вентиляцію, <i>ккал/год</i>	Разом, <i>ккал/год</i>
Лікувальний корпус №1	1150	7590	20	131073	61631	192704
Лікувальний корпус №2	1150	7590	20	131073	61631	192704
Харчовий блок	240	792	20	13297	16078	29375
Інфекційне відділення	313	1032,9	20	19819	8687	28506
Пральня	320	1056	16	17371	21120	38491
Поліклініка	890	5874	20	101439	42587	144026
Бібліотека	148	488,4	18	9583	1187	10770
Стоматологічна поліклініка	270	891	20	17097	0	17097
Бухгалтерія	60	198	18	3885	481	4366
Всього	<i>ккал/год</i>			444638	213400	658038
	<i>кВт</i>			517	248	765

Теплові витрати системи централізованої теплофікації

$$Q_{CO}^{Центр} = 192704 + 192704 + 29375 + 28506 + 38491 + 144026 = 625806 \text{ ккал / год} = 728 \text{ кВт.}$$

Витрати теплоти системою децентралізованої теплофікації

$$Q_{CO}^{Децентр} = 107074 + 17097 + 4366 = 322326 \text{ ккал / год} = 38 \text{ кВт.}$$

					МД 23.144.02140	Арк
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для розрахунку системи опалення враховано наступні параметри:

1. Тривалість опалювального періоду: 191 доба.
2. Температура найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92: мінус 21 °С.
3. Середня температура опалювального періоду: мінус 0,5 °С.
4. Температура холодної води $t_1 = 10$ °С;
5. Температура гарячої води $t_{гв} = 65$ °С;
6. Температура води в подавальному трубопроводі $T_1 = 90$ °С;
7. Температура води в поворотному трубопроводі $T_2 = 70$ °С.

3.1.2 Розрахунок витрати теплоти на гаряче водопостачання

Кількість гарячої води визначається на основі норми витрати води на одну людину за годину (вираженої у літрах на годину на особу) та кількості користувачів. Ці норми витрати води встановлені згідно з ДБН В.2.5-64-2012 "Внутрішній водопровід і каналізація будівель".

Максимально годинна витрата гарячої води визначається за формулою

$$G_{гв} = k \cdot q_{гв} \cdot \quad (3.1)$$

Витрата гарячої води на поліклініку:

норми витрати води $q_{гв} = 1,2$ л/(год·чол);

кількість споживачів $k = 60$ чол.

$$G_{гв}^{пол} = 60 \cdot 1,2 = 72 \frac{\text{л}}{\text{год}}.$$

Витрата гарячої води на інфекційне відділення:

норми витрати води $q_{гв} = 9,5$ л/(год·ліжка);

кількість ліжок $k = 9$ шт.

$$G_{гв}^{инф} = 9 \cdot 9,5 = 85,5 \frac{\text{л}}{\text{год}}.$$

Витрата гарячої води на інші корпуси:

					МД 23.144.02140	Арк
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

норми витрати води $q_{ГВ} = 5,4$ л/(год· ліжок);

кількість ліжок $k = 95$ шт.

$$G_{ГВ}^{Inшi} = 5,4 \cdot 95 = 513 \frac{\text{л}}{\text{год}}.$$

Витрата гарячої води на прання білизни:

норми витрати води $q_{ГВ} = 15$ л/(год· 1 кг білизни);

кількість ліжок $k = 33$ кг білизни.

$$G_{ГВ}^{Прання} = 15 \cdot 33 = 495 \frac{\text{л}}{\text{год}}.$$

Витрата гарячої води на приготування їжі:

норми витрати води $q_{ГВ} = 12,7$ л/(год 1 умовну страву);

кількість ліжок $k = 82$ умовні страви.

$$G_{ГВ}^{Гом} = 12,7 \cdot 82 = 1041,4 \frac{\text{л}}{\text{год}}.$$

Загальна витрата води визначиться за формулою

$$G_{ГВ} = G_{ГВ}^{Пол} + G_{ГВ}^{Inф} + G_{ГВ}^{Inшi} + G_{ГВ}^{Прання} + G_{ГВ}^{Гом}. \quad (3.2)$$

$$G_{ГВ} = 72 + 88,5 + 513 + 495 + 1041,4 = 2206,9 \frac{\text{л}}{\text{год}}.$$

Середньо годинна витрата води визначиться за формулою:

$$G_{ГВ}^{ср} = G_{ГВ} \cdot 0,5, \quad (3.3)$$

$$G_{ГВ}^{ср} = 2206,9 \cdot 0,5 = 1103,45 \frac{\text{л}}{\text{год}}.$$

Витрата теплоти на ГВП за максимально годинним графіком

$$Q_{ГВ} = G_{ГВ} \cdot \frac{c_B(t_{ГВ} - t_1)}{3600}, \quad (3.4)$$

де $c_B = 4,187$ кДж/(кг·К) – теплоємність води, [16].

$$Q_{ГВ} = 2206,9 \cdot \frac{4,187(65 - 10)}{3600} = 141,2 \text{ кВт}.$$

					МД 23.144.02140	Арк
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як $\frac{Q_{ГВ}}{Q_{ОВ}} = \frac{141,2}{738} = 0,191 < 0,2$, то підігрівачі гарячого

водопостачання приєднуються по паралельній схемі, [16].

3.2 Розрахунок теплової схеми

3.2.1 Теплова схема котельної

Теплова схема котельної зображена на рисунку 3.1.

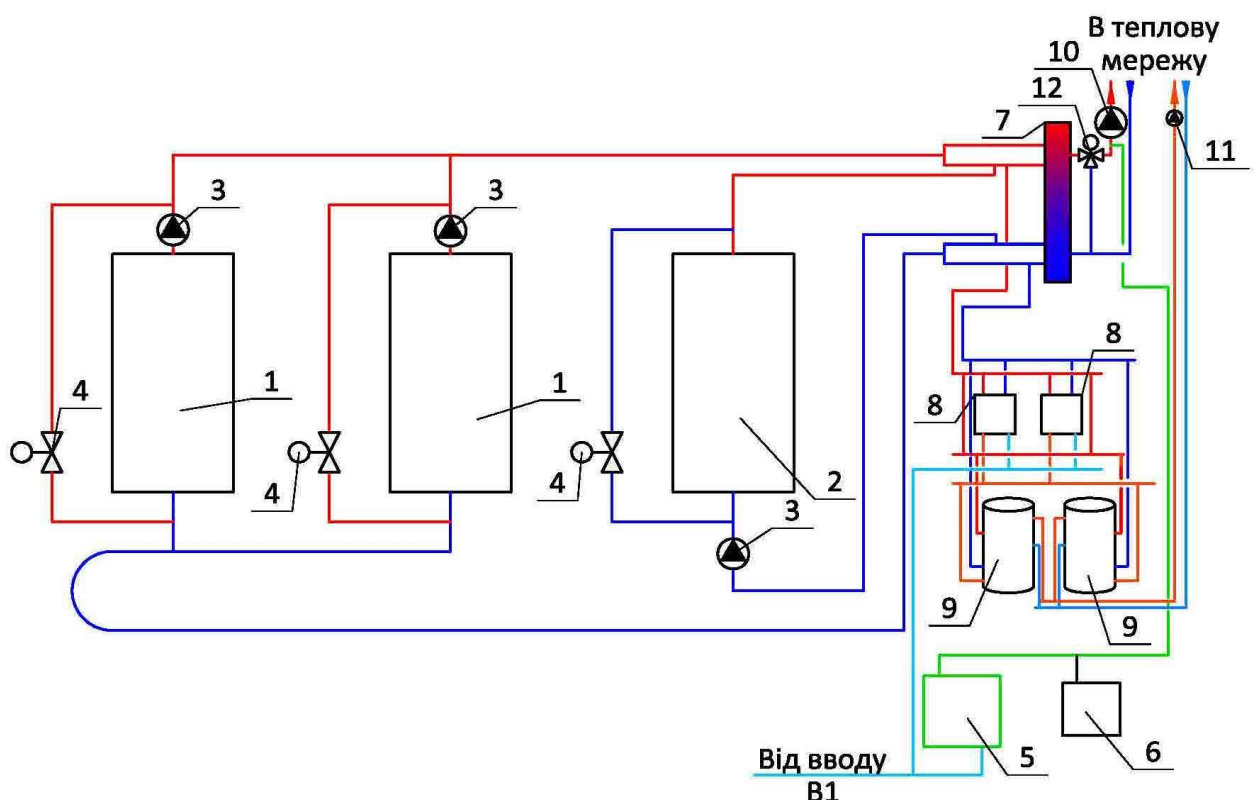


Рисунок 3.1 Принципова теплова схема водогрійної опалювальній котельні з відпуском теплоти при закритій системі теплопостачання:

1. Водогрійний котел Vitoplex 100 SX: Відповідає за генерацію тепла для опалення та гарячого водопостачання.
2. Газопоршнева машина Vitobloc GG 50: Використовується для забезпечення потреб в електроенергії.

					МД 23.144.02140	Арк
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Котловий насос: Відповідає за циркуляцію теплоносія у системі опалення.
4. Засувка з електроприводом: Регулює потік теплоносія із котла до системи.
5. Установка ХВО з баком запасу очищеної води: Забезпечує постачання холодної води для системи.
6. Установка хімічної деаерації: Використовується для видалення зайвого повітря та газів із системи.
7. Гідромуфта: Використовується для відведення повітря з верхньої частини системи.
8. Швидкісний теплообмінник: Відповідає за передачу тепла в систему опалення.
9. Ємний водонагрівник: Забезпечує нагрів води для гарячого водопостачання.
10. Мережевий насос системи опалення: Забезпечує циркуляцію теплоносія.
11. Мережевий насос системи гарячого водопостачання: Відповідає за циркуляцію гарячої води.
12. Триходовий клапан: Регулює режими обігріву та гарячого водопостачання.
13. Підживлюючий насос: Забезпечує додатковий напор для опалювання та гарячого водопостачання.

3.2.2 Опис схеми

Водогрійні котельні зазвичай використовуються для опалення і вентиляції за допомогою гарячої води при температурі 90/70°C, а також для гарячого водопостачання при температурі 55–65°C. Теплова схема водогрійної опалювальної котельні показана на рисунку 3.1. У цій системі

					МД 23.144.02140	Арк
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вода з поворотної лінії теплової мережі підводиться до гідромуфти 7 під невеликим тиском (0,2–0,4 МПа). Вода з гідромуфти подається в колектор поворотної лінії, звідки частина її потрапляє в газопоршневую машину 2, а інша частина подається в поворотні трубопроводи котлів.

У котлах 1 і газопоршневій машині 2 вода нагрівається до температури 90°C. Нагріта вода подається в подавальний колектор, звідки вона потрапляє в гідромуфту. З гідромуфти вода, за допомогою мережевого насоса 10, направляється в теплову мережу.

Гідромуфта використовується для згладжування взаємного впливу котлового і опалювального контурів зі змінними параметрами. Такий підхід дозволяє покращити ефективність системи і зменшити взаємний вплив різних контурів.

Наявність гідромуфти в системі допомагає вирішити декілька проблем і забезпечує наступні переваги:

1. Регулювання температури котлового контуру:

- В котловому контурі температура подавального та поворотного трубопроводів складає відповідно 90 і 70°C. Це виключає можливість роботи котлів в конденсатному режимі, що є ефективним, особливо для опалювальних систем.

2. Адаптація до потреб опалювального контуру:

- В опалювальному контурі температура теплоносія може змінюватися залежно від потреб споживачів тепла. При зменшенні теплового навантаження в гідромуфті реалізується підмішування поворотного теплоносія до подавального, що дозволяє ефективно адаптувати систему до змін споживання тепла.

Для забезпечення об'єкту гарячою водою використана паралельна двоступенева схема підігріву води, де перша ступінь включає швидкісний

					МД 23.144.02140	Арк
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

теплообмінник, а друга - ємний водонагрівник. У першій ступені підігрівається вода від 10 до 38 °С, в той час як друга ступінь забезпечує підігрів від 38 до 65 °С та створює запас води, забезпечуючи її циркуляцію.

Трубна обв'язка котлів, які працюють за каскадною схемою, має гарантувати рівні витрати теплоносія через котли з однаковою потужністю. Це досягається шляхом забезпечення однакового гідравлічного опору усіх паралельних контурів. Такий підхід забезпечує однакові умови роботи для кожного котла, зокрема рівномірне охолодження їх поворотною водою з системи опалення та рівномірне зняття тепла з кожного котла.

Це рівномірне охолодження дозволяє уникнути ситуацій, коли один котел у каскадній схемі перегрівається, тоді як інший переохолоджується до температури, при якій може початися конденсація водяних парів з продуктів згоряння.

Забезпечення рівномірного зняття тепла гарантує стабільну роботу пальників усіх котлів, уникаючи так званого "тактування" пальників при частих стартах і зупинках, які можуть виникнути внаслідок низьких витрат теплоносія порівняно з потужністю котла. Для забезпечення рівних витрат теплоносія часто використовується схема Тихельманна, що є простим та ефективним рішенням для прокладання трубопроводів. Цей підхід широко використовується у горизонтальних системах опалення та при підключенні декількох теплогенеруючих елементів в одну систему при обв'язці котлів, які працюють за каскадною схемою.

Для доповнення витоку води в теплових мережах використовується вода для підживлення, яка підготовлюється наступним чином. Сирою водою з вводу В1 подається в установку ХВО, що включає солерозчинник та іонообмінний бак. Пройшовши систему хімічної очистки, вода стає хімічно очищеною та направляється в бак для запасу очищеної води. У випадку зниження тиску в мережевій воді, активується підживлювальний насос, який

					МД 23.144.02140	Арк
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подає хімічно очищену воду з бака запасу в подавальну лінію мережевої води перед насосом.

Для деаерації підживлювальної води використовується установка хімічної деаерації, складається з двох насосів-дозаторів і датчика рН. Перший насос-дозатор використовується для введення сульфіту натрію для хімічної деаерації води, в то час як інший насос-дозатор відповідає за додавання лугу для підтримання рН води на рівні 8,3...8,5.

Такий підхід до підготовки води забезпечує ефективне управління та збереження якості води, що використовується для підживлення теплових мереж, і водночас гарантує стабільність роботи системи.

3.2.3 Вихідні данні до розрахунку теплової схеми котельні

Таблиця 3.2 – Споживання теплової енергії

Споживач	Витрати теплоти, $\frac{\text{ккал}}{\text{год}}$ $\frac{\text{кВт}}{\text{год}}$			
	опалення	вентиляція	ГВП	загальна
1	2	3	4	5
Лікувальний корпус №1	<u>131073</u> 152	<u>61630,8</u> 72	<u>14108</u> 16	<u>206812</u> 241
Лікувальний корпус №2	<u>131073</u> 152	<u>61630,8</u> 72	<u>14108</u> 16	<u>206812</u> 241
Харчоблок	<u>13297</u> 15	<u>16077,6</u> 19	<u>57277</u> 67	<u>86652</u> 101
Інфекційне відділення	<u>19819</u> 23	<u>8686,689</u> 10	<u>4703</u> 5	<u>33208</u> 39
Пральня	<u>17371</u> 20	<u>21120</u> 25	<u>27225</u> 32	<u>65716</u> 76
Поліклініка	<u>101439</u> 118	<u>42587</u> 50	<u>3960</u> 5	<u>147986</u> 172
Всього	<u>414074</u> 482	<u>211732</u> 246	<u>121380</u> 141	<u>747186</u> 869
Всього витрат теплоти на ГВП за середньогодинним графіком			<u>60690</u> 71	
Власні потреби котельні та втрати в мережах				<u>74719</u> 87
Разом для системи централізованої теплофікації (за максимальногодинним графіком)				<u>821904</u> 956

					МД 23.144.02140	Арк
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розрахункова температура для проектування опалення $t_o^p = -21\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- розрахункова температура для проектування вентиляції $t_b^p = -9\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.2.4 Розрахунок теплових потоків для різних режимів (на прикладі 0°C)

3.2.4.1 Розрахунковий відпуск теплоти на опалення Лікувального корпусу №1

$$Q_o = Q_o^{\max} \cdot \frac{t_{BH} - t_{розр}}{t_{BH} - t_o^p}, \quad (3.5)$$

де t_{BH} - внутрішня температура приміщення (табл. 4.1), $t_{BH} = 20^{\circ}\text{C}$,
 $t_{розр} = 0^{\circ}\text{C}$.

$$Q_o = 152 \cdot \frac{20 - 0}{20 - (-21)} = 74,4 \text{ кВт.}$$

3.2.4.2 Розрахунковий відпуск теплоти на вентиляцію Лікувального корпусу №1

$$Q_b = Q_b^{\max} \cdot \frac{t_{BH} - t_{розр}}{t_{BH} - t_b^p}, \quad (3.6)$$

$$Q_b = 72 \cdot \frac{20 - 0}{20 - (-9)} = 49,4 \text{ кВт.}$$

3.2.4.3 Розрахунковий відпуск теплоти на опалення та вентиляцію Лікувального корпусу №1

$$Q_{OB} = Q_b + Q_o. \quad (3.7)$$

$$Q_{OB} = 74,4 + 49,4 = 124 \text{ кВт.}$$

					МД 23.144.02140	Арк
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.4.4 Власні потреби котельні та втрати в мережах

$$Q_{вп} = Q_{ов} \cdot 0,1 \quad (3.8)$$

$$Q_{вп} = 124 \cdot 0,1 = 12,4 \text{ кВт.}$$

Результати розрахунків інших споруд при інших режимах представимо у вигляді таблиць.

Таблиця 3.3 – Розрахункові теплові потоки при

$$t_{розр} = -20^{\circ}C$$

Споживач	Витрати теплоти, $\frac{\text{ккал}}{\text{год}}$ кВт			
	опалення	вентиляція	ГВП	загальна
1	2	3	4	5
Лікувальний корпус №1	<u>127876</u> 149	<u>61630,8</u> 72	<u>14108</u> 16	<u>203615</u> 237
Лікувальний корпус №2	<u>127876</u> 149	<u>61630,8</u> 72	<u>14108</u> 16	<u>203615</u> 237
Харчоблок	<u>12973</u> 15	<u>16077,6</u> 19	<u>57277</u> 67	<u>86328</u> 100
Інфекційне відділення	<u>19336</u> 22	<u>8686,689</u> 10	<u>4703</u> 5	<u>32725</u> 38
Пральня	<u>16902</u> 20	<u>21120</u> 25	<u>27225</u> 32	<u>65247</u> 76
Поліклініка	<u>98965</u> 115	<u>42587</u> 50	<u>3960</u> 5	<u>145512</u> 169
Всього	<u>403929</u> 470	<u>211732</u> 246	<u>121380</u> 141	<u>737040</u> 857
Всього витрат теплоти на ГВП за середньогодинним графіком			<u>60690</u> 71	
Власні потреби котельні та втрати в мережах				<u>73704</u> 86
Разом для системи централізованої теплофікації (за максимальногодинним графіком)				<u>810744</u> 943

Таблиця 3.4 – Розрахункові теплові потоки при

$$t_{розр} = -15^{\circ}C$$

Споживач	Витрати теплоти, $\frac{\text{ккал}}{\text{год}}$ кВт			
	опалення	вентиляція	ГВП	загальна
1	2	3	4	5
Лікувальний корпус	<u>111892</u>	<u>61630,8</u>	<u>14108</u>	<u>187630</u>

					МД 23.144.02140	Арк
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№1	130	72	16	218
Лікувальний корпус №2	<u>111892</u> 130	<u>61630,8</u> 72	<u>14108</u> 16	<u>187630</u> 218
Харчоблок	<u>11351</u> 13	<u>16077,6</u> 19	<u>57277</u> 67	<u>84706</u> 99
Інфекційне відділення	<u>16919</u> 20	<u>8686,689</u> 10	<u>4703</u> 5	<u>30308</u> 35

Пральня	<u>14554</u> 17	<u>21120</u> 25	<u>27225</u> 32	<u>62899</u> 73
Поліклініка	<u>86595</u> 101	<u>42587</u> 50	<u>3960</u> 5	<u>133141</u> 155
Всього	<u>353203</u> 411	<u>211732</u> 246	<u>121380</u> 141	<u>686315</u> 798
Всього витрат теплоти на ГВП за середньогодинним графіком			<u>60690</u> 71	
Власні потреби котельні та втрати в мережах				<u>68631</u> <u>80</u>
Разом для системи централізованої теплофікації (за максимальногодинним графіком)				<u>754946</u> 878

Таблиця 3.5 – Розрахункові теплові потоки при

$$t_{розр} = -10^{\circ}C$$

Споживач	Витрати теплоти, $\frac{ккал}{год}$ $\frac{кВт}{кВт}$			
	опалення	вентиляція	ГВП	загальна
1	2	3	4	5
Лікувальний корпус №1	<u>95907</u> 112	<u>61630,8</u> 72	<u>14108</u> 16	<u>171646</u> 200
Лікувальний корпус №2	<u>95907</u> 112	<u>61630,8</u> 72	<u>14108</u> 16	<u>171646</u> 200
Харчоблок	<u>9730</u> 11	<u>16077,6</u> 19	<u>57277</u> 67	<u>83084</u> 97
Інфекційне відділення	<u>14502</u> 17	<u>8686,689</u> 10	<u>4703</u> 5	<u>27891</u> 32
Пральня	<u>12207</u> 14	<u>21120</u> 25	<u>27225</u> 32	<u>60552</u> 70
Поліклініка	<u>74224</u> 86	<u>42587</u> 50	<u>3960</u> 5	<u>120770</u> 140
Всього	<u>302477</u> 352	<u>211732</u> 246	<u>121380</u> 141	<u>635589</u> 739
Всього витрат теплоти на ГВП за середньогодинним графіком			<u>60690</u> 71	
Власні потреби котельні та втрати в мережах				<u>63559</u> <u>74</u>
Разом для системи централізованої теплофікації (за максимальногодинним графіком)				<u>699148</u> 813

					МД 23.144.02140	Арк
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6 – Розрахункові теплові потоки при $t_{розр} = -5^{\circ}C$

Споживач	Витрати теплоти, $\frac{\text{ккал / год}}{\text{кВт}}$			
	опалення	вентиляція	ГВП	загальна
1	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Лікувальний корпус №1	<u>79923</u> 93	<u>53130</u> 62	<u>14108</u> 16	<u>147160</u> <u>171</u>
Лікувальний корпус №2	<u>79923</u> 93	<u>53130</u> 62	<u>14108</u> 16	<u>147160</u> <u>171</u>
Харчоблок	<u>8108</u> 9	<u>13860</u> 16	<u>57277</u> 67	<u>79245</u> <u>92</u>
Інфекційне відділення	<u>12085</u> 14	<u>7488,525</u> 9	<u>4703</u> 5	<u>24276</u> <u>28</u>
Пральня	<u>9859</u> 11	<u>17741</u> 21	<u>27225</u> 32	<u>54825</u> <u>64</u>
Поліклініка	<u>61853</u> 72	<u>36713</u> 43	<u>3960</u> 5	<u>102526</u> <u>119</u>
Всього	<u>251751</u> 293	<u>182062</u> 212	<u>121380</u> 141	<u>555192</u> <u>646</u>
Всього витрат теплоти на ГВП за середньогодинним графіком			<u>60690</u> 71	
Власні потреби котельні та втрати в мережах				<u>55519</u> <u>65</u>
Разом для системи централізованої теплофікації (за максимальногодинним графіком)				<u>610712</u> <u>710</u>

Таблиця 3.7 – Розрахункові теплові потоки при $t_{розр} = 0^{\circ}C$

Споживач	Витрати теплоти, $\frac{\text{ккал / год}}{\text{кВт}}$			
	опалення	вентиляція	ГВП	загальна
1	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Лікувальний корпус №1	<u>63938</u> 74,4	<u>42504</u> 49,4	<u>14108</u> 16	<u>120550</u> <u>140</u>
Лікувальний корпус №2	<u>63938</u> 74	<u>42504</u> 49	<u>14108</u> 16	<u>120550</u> <u>140</u>
Харчоблок	<u>6486</u> 8	<u>11088</u> 13	<u>57277</u> 67	<u>74851</u> <u>87</u>
Інфекційне відділення	<u>9668</u> 11	<u>5990,82</u> 7	<u>4703</u> 5	<u>20361</u> <u>24</u>
Пральня	<u>7512</u> 9	<u>13517</u> 16	<u>27225</u> 32	<u>48254</u> <u>56</u>
1	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Поліклініка	<u>49483</u> 58	<u>29370</u> 34	<u>3960</u> 5	<u>82813</u> <u>96</u>
Всього	<u>201025</u> 234	<u>144974</u> 169	<u>121380</u> 141	<u>467378</u> <u>544</u>
Всього витрат теплоти на ГВП за середньогодинним			<u>60690</u>	

					МД 23.144.02140	Арк
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

графіком	71	
Власні потреби котельні та втрати в мережах		<u>46738</u> 54
Разом для системи централізованої теплофікації (за максимальногодинним графіком)		<u>514116</u> 598

Таблиця 3.8 – Розрахункові теплові потоки при $t_{розр} = 5^{\circ}C$

Споживач	Витрати теплоти, $\frac{ккал}{год}$ $кВт$			
	опалення	вентиляція	ГВП	загальна
1	2	3	4	5
Лікувальний корпус №1	<u>47954</u> 56	<u>31878</u> 37	<u>14108</u> 16	<u>93939</u> 109
Лікувальний корпус №2	<u>47954</u> 56	<u>31878</u> 37	<u>14108</u> 16	<u>93939</u> 109
Харчоблок	<u>4865</u> 6	<u>8316</u> 10	<u>57277</u> 67	<u>70458</u> 82
Інфекційне відділення	<u>7251</u> 8	<u>4493,115</u> 5	<u>4703</u> 5	<u>16447</u> 19
Пральня	<u>5164</u> 6	<u>9293</u> 11	<u>27225</u> 32	<u>41682</u> 48
Поліклініка	<u>37112</u> 43	<u>22028</u> 26	<u>3960</u> 5	<u>63099</u> 73
Всього	<u>150299</u> 175	<u>107885</u> 125	<u>121380</u> 141	<u>379564</u> 441
Всього витрат теплоти на ГВП за середньогодинним графіком			<u>60690</u> 71	
Власні потреби котельні та втрати в мережах				<u>37956</u> 44
Разом для системи централізованої теплофікації (за максимальногодинним графіком)				<u>417521</u> 486

Таблиця 3.9 – Розрахункові теплові потоки при $t_{розр} = 10^{\circ}C$

Споживач	Витрати теплоти, $\frac{ккал}{год}$ $кВт$			
	опалення	вентиляція	ГВП	загальна
1	2	3	4	5
Лікувальний корпус №1	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>14108</u> 16	<u>14108</u> 16
Лікувальний корпус №2	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>14108</u> 16	<u>14108</u> 16
Харчоблок	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>57277</u> 67	<u>57277</u> 67
Інфекційне	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>4703</u>	<u>4703</u>

					МД 23.144.02140	Арк
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відділення	0	0	5	5
Пральня	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>27225</u> 32	<u>27225</u> 32
Поліклініка	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>3960</u> 5	<u>3960</u> 5
Всього	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>121380</u> 141	<u>121380</u> 141
Всього витрат теплоти на ГВП за середньогодинним графіком			<u>60690</u> 71	
Власні потреби котельні та втрати в мережах				<u>12138</u> 14
Разом для системи централізованої теплофікації (за максимальногодинним графіком)				<u>133517</u> 155

3.2.4.5 Середня витрата теплоти на опалення

$$Q_O^{сер} = Q_O^{max} \cdot \frac{t_{BH} - t_{розр}^{OB}}{t_{BH} - t_O^P}, \quad (3.9)$$

де $t_{розр}^{OB} = -0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період для Рівненської області, [15].

$$Q_O^{сер} = 482 \cdot \frac{18 - (-0,5)}{18 - (-21)} = 228,6 \text{ кВт.}$$

3.2.4.6 Середня витрата теплоти на вентиляцію

$$Q_B^{сер} = Q_B^{max} \cdot \frac{t_{BH} - t_{розр}^{OB}}{t_{BH} - t_B^P}, \quad (3.10)$$

$$Q_B^{сер} = 246 \cdot \frac{18 - (-0,5)}{18 - (-9)} = 168,6 \text{ кВт.}$$

3.2.4.7 Річна витрата теплоти на опалення

$$Q_O^{рік} = Q_O^{сер} \cdot N \cdot n_o \cdot 3600 \cdot 10^{-3}, \quad (3.11)$$

Де N - тривалість опалювального періоду, $N = 191$ доба, n_o - тривалість роботи системи опалення, $n_o = 24 \frac{\text{год}}{\text{добу}}$.

$$Q_O^{рік} = 228,6 \cdot 191 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 10^{-3} = 3772448,64 \frac{\text{МДж}}{\text{рік}}.$$

3.2.4.8 Річна витрата теплоти на вентиляцію

					МД 23.144.02140	Арк
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_B^{pik} = Q_B^{cep} \cdot N \cdot n_B \cdot 3600 \cdot 10^{-3}, \quad (3.12)$$

$n_{\text{ААІ}}$ - тривалість роботи системи вентиляції, $n_B = 16 \frac{\text{год}}{\text{добу}}$ [16].

$$Q_B^{pik} = 168,6 \cdot 191 \cdot 16 \cdot 3600 \cdot 10^{-3} = 1854870 \frac{\text{МДж}}{\text{рік}}.$$

3.2.4.9 Річна витрата теплоти на ГВП

$$Q_{ГВ}^{pik} = Q_{ГВ}^{cep} \cdot 350 \cdot n_o \cdot 3600 \cdot 10^{-3}, \quad (3.13)$$

$$Q_{ГВ}^{pik} = 70,6 \cdot 350 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 10^{-3} = 2134944 \frac{\text{МДж}}{\text{рік}}.$$

3.2.4.9 Річна витрата теплоти

$$Q^{pik} = Q_O^{pik} + Q_B^{pik} + Q_{ГВ}^{pik}. \quad (3.14)$$

$$Q^{pik} = 3772448,64 + 1854870 + 2134944 = 7762262,64 \frac{\text{МДж}}{\text{рік}}.$$

3.2.5 Розрахунок витрат теплоносія

3.2.5.1 Розрахункова витрата мережевої води для потреб на опалення і вентиляцію

$$G_{OB} = \frac{Q_{OB}}{c_B(T_1 - T_2)}, \quad (3.15)$$

де T_1 - температура подавальної мережевої води, $T_1=90^\circ\text{C}$, T_2 - температура поворотної мережевої води, $T_2=70^\circ\text{C}$.

$$G_{OB} = \frac{815 \cdot 3,6}{4,187(90 - 70)} = 35,0 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

3.2.5.2 Розрахункова витрата мережевої води через газопоршневую машину

$$G_{ГПМ} = \frac{Q_{ГПМ} \cdot 3,6}{c_B(T_1 - T_2)}, \quad (3.16)$$

$$G_{ГПМ} = \frac{82 \cdot 3,6}{4,187(90 - 70)} = 3,5 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

					МД 23.144.02140	Арк
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.5.3 Розрахункова витрата мережевої води через ведений котел

$$G_{K2} = \frac{Q_{K2} \cdot 3,6}{c_B (T_1 - T_2)}, \quad (3.17)$$

$$G_{K2} = \frac{450 \cdot 3,6}{4,187(90 - 70)} = 19,3 \frac{M^3}{год}.$$

3.2.5.4 Розрахункова витрата мережевої води через ведучий котел

$$G_{K1} = \frac{(Q_{OB} - Q_{ГПМ} - Q_{K2}) \cdot 3,6}{c_B (T_1 - T_2)}, \quad (3.18)$$

$$G_{K1} = \frac{(956 - 82 - 450) \cdot 3,6}{4,187(90 - 70)} = 18,2 \frac{M^3}{год}.$$

3.2.5.5 Потужність першої ступені ГВП

$$Q_{ГВП1} = \frac{G_{ГВ}^{CF}}{1000} (t_{31} - t_1) 1,163, \quad (3.19)$$

де t_{31} - температура гарячої води після першої ступені t_{31} ГВП 38 °С,

$$Q_{ГВП1} = \frac{1103,45}{1000} (38 - 10) 1,163 = 35,3 \text{ кВт}.$$

3.2.5.6 Розрахункова витрата мережевої води через першу ступінь ГВП

$$G_{ГВП1} = \frac{Q_{ГВП1} \cdot 3,6}{c_B (T_1 - T_2)}, \quad (3.20)$$

$$G_{ГВП1} = \frac{35,3 \cdot 3,6}{4,187(90 - 70)} = 1,52 \frac{M^3}{год}.$$

3.2.5.5 Потужність другої ступені ГВП

$$Q_{ГВП2} = \frac{G_{ГВ}^{CF}}{1000} (t_{ГВ} - t_{31}) 1,163, \quad (3.21)$$

$$Q_{ГВП2} = \frac{1103,45}{1000} (65 - 38) 1,163 = 35,1 \text{ кВт}.$$

3.2.5.6 Розрахункова витрата мережевої води через другу ступінь ГВП

					МД 23.144.02140	Арк
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{ГВП2} = \frac{Q_{ГВП2} \cdot 3,6}{c_B (T_1 - T_2)}, \quad (3.22)$$

$$G_{ГВП2} = \frac{35,1 \cdot 3,6}{4,187(90 - 70)} = 1,51 \frac{м^3}{год}.$$

3.2.5.7 Витрата мережевої води на власні потреби котельні та втрати в мережах

$$G_{ВП} = \frac{Q_{ВП} \cdot 3,6}{c_B (T_1 - T_2)}, \quad (3.23)$$

$$G_{ВП} = \frac{87 \cdot 3,6}{4,187(90 - 70)} = 3,7 \frac{м^3}{год}.$$

Результати розрахунків інших режимів представимо у вигляді таблиць.

Таблиця 3.10 – Витрата мережевої води через газопоршневу машину

Параметр	температура зовнішнього повітря, °С							
	-21	-20	-15	-10	-5	0	5	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Теплова потужність $Q_{ГПМ}$, $кВт$	82							
Електрична потужність $Q_{ГПМ}^{ЕП}$, $кВт$	50							
Температура поворотної мережевої води, T_2 , °С	70							
Температура подавальної мережевої води, T_1 , °С	90,0							
Витрата мережевої води $G_{ГПМ}$, т/год	3,5							

Таблиця 3.11 – Витрата мережевої води через ведений котел

					МД 23.144.02140	Арк
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Параметр	температура зовнішнього повітря, °С							
	-21	-20	-15	-10	-5	0	5	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Теплова потужність Q_{K2} , кВт	450						404	73
Температура поворотної мережевої води, T_2 , °С	70							
Температура подавальної мережевої води, T_1 , °С	90,0							
Витрата мережевої води G_{K2} , т/год	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	17,4	3,15

Таблиця 3.12 – Витрата мережевої води через ведучий котел

Параметр	температура зовнішнього повітря, °С							
	-21	-20	-15	-10	-5	0	5	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Теплова потужність Q_{K1} , кВт	424	411	346	281	178	66	0	0
Температура поворотної мережевої води, T_2 , °С	70							
Температура подавальної мережевої води, T_1 , °С	90,0							
Витрата мережевої води G_{K1} , т/год	18,2	17,7	14,9	12,1	7,7	2,8	0	0

Таблиця 3.13 – Витрата води в тепловій мережі

Параметр	температура зовнішнього повітря, °С
----------	-------------------------------------

					МД 23.144.02140	Арк
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	-21	-20	-15	-10	-5	0	5	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Теплова потужність $Q_{ОВ}, кВт$	815	802	737	672	569	457	344	0
Температура поворотної мережевої води, $T_2, ^\circ C$	70							
Температура подавальної мережевої води, $T_1, ^\circ C$	90,0							
Витрата мережевої води $G_{ОВ},$ т/год	35,0	34,5	31,7	28,9	24,5	19,6	14,8	0

Таблиця 3.14 – Неув'язка витрат мережевої води

Параметр	температура зовнішнього повітря, $^\circ C$							
	-21	-20	-15	-10	-5	0	5	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Наявна витрата $G_{ЗАГ} = G_{ГПМ} + G_{K1} + G_{K2},$ $кВт$	41,1	40,5	37,7	35,0	30,5	25,7	20,9	6,7
Потрібна витрата $G_{ЗАГ1} = G_{ЗАГ} + 2 \cdot (G_{ГПВ1} + G_{ГПВ2}),$ $кВт$	41,1	40,5	37,7	34,9	30,5	25,7	20,9	6,7
Неув'язка балансу по витраті $\Delta = \frac{ G_{ЗАГ1} - G_{ЗАГ} }{G_{ЗАГ1}} 100\%$	0	0	0	0	0	0	0	0

3.3 Вибір обладнання

3.3.1 Вибір котлоагрегатів

					МД 23.144.02140	Арк
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення потрібної теплової потужності системи будуть використані два водогрійні котли Vitoplex 100 SX від компанії Viessmann.

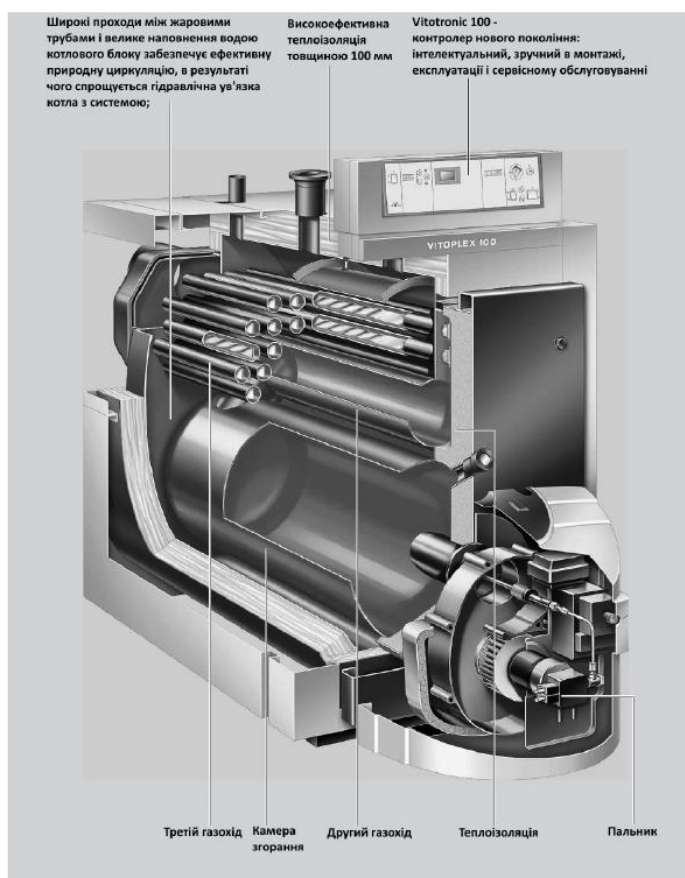


Рисунок 3.2 – Vitoplex 100 SX в розрізі

Таблиця 3.15 – Технічні характеристики котла Vitoplex 100 SX

Параметр	Од. виміру	Величина
Номінальне теплове навантаження	від до	440 486
Максимальна допустима температура	°C	120
Габаритні розміри		
Довжина	мм	2080
Ширина		1025
Висота		1895
Загальна маса	кг	1277
Характеристики відхідних газів		
Температура	°C	185
Витрата (для природного газу)	м³/год	745

					МД 23.144.02140	Арк
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Водогрійні котли Vitoplex 100 SX мають кілька переваг, які сприяють їх ефективності та надійності:

1. Економічний і екологічний режим:

- Програмована теплогенерація зі сталою або змінною температурою теплоносія забезпечує економічний та екологічно чистий режим. Нормативний ККД складає 94%.

2. Інтегрована пускова схема Therm – Control:

- Замінює підмішуючий насос, що спрощує монтаж і зменшує затрати часу.

3. Трихорова схема газоходів:

- Забезпечує мінімальні виділення оксидів азоту при низькій теплонапруженості камери згоряння.

4. Компактність конструкції:

- Полегшує транспортування та подачу котла до місця встановлення.

5. Збільшення тривалості ввімкненого стану пальника:

- Велике наповнення водою котлового блоку сприяє збільшенню тривалості ввімкненого стану пальника та зменшенню його впливу на навколишнє середовище.

6. Немає обмежень по витраті теплоносія:

- Широкі проходи між жаровими трубами і велике наповнення водою котлового блоку забезпечують ефективну природну циркуляцію теплоносія та гарантують теплотміну.

7. Економічність і надійність експлуатації:

- Цифровий контролер Vitotronic інтегрується для економічного та надійного управління опалювальною установкою з можливістю інформаційного обміну.

3.3.2 Вибір пальників

					МД 23.144.02140	Арк
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення надійної роботи котлоагрегату використовується пальник з потужністю 500 кВт і можливістю регулювання, яким є пальник ЕК05.70 від компанії ELCO Klockner. Цей модульований пальник здатний працювати в режимі з плавним двоступеневим регулюванням від 240 до 700 кВт. Тиск газу перед пальником становить 50 мбар. Пальник представляє собою двоступінчастий газовий пальник моноблочного типу з ковзним модульованим режимом роботи. В межах свого діапазону потужності він є придатним для обладнання всіх типів теплогенераторів. Загальний вигляд пальника можна побачити на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 – Загальний вигляд пальника ЕК 05.70

3.3.3 Газопоршнева машина

Блочна теплова електростанція (ТЕЦ) на базі газопоршневої машини, яка працює неперервно і не може бути від'єднана від теплової мережі, обрана для забезпечення гарячою водою з середньогодинним

					МД 23.144.02140	Арк
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

трафіком. Вибрана модель - Vitobloc GG 50 від фірми Viessmann має такі характеристики:

- Теплова потужність: 82 кВт.
- Електрична потужність: 50 кВт.
- Надлишковий тиск природного газу: 20-100 мбар.

Ця блочна ТЕЦ подає витрати тепла на гаряче водопостачання за середньогодинним трафіком. Тепло отримується з високотемпературної частини, яка формується внаслідок охолодження води двигуна та відхідних газів, а також з низькотемпературної частини, яка постає від охолоджувача паливної суміші, і подається в теплову мережу.

Розрахункові параметри обрані наступним чином:

- Мін/макс температура поворотного теплоносія: 70 °С.
- Стандартна витрата теплоносія: 3,4-3,6 .
- Стандартний підігрів: 20 °С.
- Гідравлічні втрати: 0,3 бар.
- Максимально допустимий робочий тиск: 6 бар.



					МД 23.144.02140	Арк
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 3.4 Блочна ТЕЦ Vitobloc GG 50

3.3.4 Підбір насосів

3.3.4.1 Вибір циркуляційного насосу ГПМ

Для вибору насосу важливо враховувати як витрату теплоносія, так і потрібний напір. У даному випадку вирішено обрати насос TOP-E 40/1-10 LON PN 6/10 від фірми WILO. Це циркуляційний насос з мокрим ротором для монтажу на трубопроводі, обладнаний вбудованим електронним пристроєм регулювання для підтримки постійного тиску. На насосі є можливість встановлення заданої величини тиску, а також індикація зміни потужності.

Насос має серійну теплову ізоляцію та однофазний мотор, який регулюється мікроперетворювачем частоти. Для підключення в електромережу використовується 1х230 В при 50 Гц. Двигун обладнаний повністю вбудованим захистом, а наявні індикація роботи та несправностей, узагальнена сигналізація несправностей насоса, безпотенційні контакти для зовнішнього вмикання/вимикання та можливість перемикавання на мінімальну кількість обертів.

Корпус насоса виготовлений з чавуну, робоче колесо з пластику, посиленого скловолокном. Вал виконаний з легованої сталі, а підшипники ковзання з графіту.

Основні характеристики насосу включають подачу $Q=3,5 \text{ м}^3/\text{год}$, напір $H=8 \text{ м}$ водяного стовпа, частоту обертання $n=2850 \text{ об/хв}$ та потрібну потужність $N=0,298 \text{ кВт}$. Додаткові характеристики наведені в додатку А.

					МД 23.144.02140	Арк
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.5 – Загальний вигляд насосу TOP-E 40/1-10 LON PN 6/10

3.3.4.2 Вибір котлового насосу

Для вибору котлового насосу враховано максимальну витрату мережевої води через котел, і обрано насос TOP-S 65/15 від фірми WILO. Це циркуляційний Inline насос, призначений для монтажу на трубопроводі та обладнаний серійною тепловою ізоляцією.

Насос володіє ручним 3-х швидкісним керуванням і може бути підключений до електромережі з напругою 1x230 В, 50 Гц (до $P_2 = 180$ Вт) або 3x400 В, 50 Гц. Мотор насоса має вбудований захист з реле, що вмикається, світловою індикацією несправностей, та узагальненою сигналізацією несправностей насоса.

Матеріали конструкції включають корпус з чавуну, робоче колесо з поліпропілену, армованого скловолокном, вал з нержавіючої сталі, та підшипники із графіту.

Основні характеристики насосу включають подачу $Q=19,2$ м³/год, напір $H=11$ м водяного стовпа, частоту обертання $n=2650$ об/хв та необхідну потужність $N=1,25$ кВт. Докладніші характеристики наведені в додатку Б.

					МД 23.144.02140	Арк
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.6 – Загальний вигляд насосу TOP-S 65/15
3.3.4.3 Вибір мережевого насосу

Для вибору мережевого насосу враховано максимальну витрату мережевої води, і обрано два насоси - один робочий та один резервний, модель IL 50/140-4/2 від фірми WILO. Це одноступеневий відцентровий насос із сухим ротором, призначений для монтажу на трубопроводі або на фундаменті.

Насос має безшумне та невібраційне блокове виконання з жорстко закріпленим стандартним фланцевим мотором (Norm-мотор), який незалежний від напрямку обертання. Він оснащений сильфонним ковзним торцевим ущільненням з однією ступенем вільності та робочим колесом із зниженими кавітаційними характеристиками.

Насос також має фланці з виводами для підключення вимірників тиску R 1/8.

Основні характеристики насосу включають подачу $Q=35,0 \text{ м}^3/\text{год}$, напір $H=24 \text{ м}$ водяного стовпа, частоту обертання $n=2900 \text{ об/хв}$ та необхідну потужність $N=3,04 \text{ кВт}$. Докладніші характеристики наведені в додатку В.

					МД 23.144.02140	Арк
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.7 – Загальний вигляд насосу IL 50/140-4/2

3.3.4.4 Вибір підживлювального насосу

Для вибору підживлювального насосу враховано максимальну втрату мережевої води, яка становить 5% від витрати мережевої води. Також враховано необхідність підтримання необхідного тиску в мережі, що буде забезпечуватися саме підживлювальним насосом. Обрано насос HWJ 203 50 L 1~ від фірми WILO.

Цей насос є автоматичною установкою водопостачання, яка базується на самовсмоктувальному, одноступінчастому горизонтальному відцентровому насосі, спроектованому для роботи в режимі всмоктування або подачі. Має пряме фланцеве з'єднання мотора для однофазного або трифазного струму. У випадку однофазного струму вбудований термічний захист мотора, окремий вимикач і кабель для підключення 2 м зі штекером із захисним контактом. Готовий до підключення з мембранним баком, манометром і реле тиску.

Основні характеристики насосу включають подачу $Q=1,75 \text{ м}^3/\text{год}$, напір $H=29 \text{ м}$ водяного стовпа, частоту обертання $n=2850 \text{ об/хв}$ та

					МД 23.144.02140	Арк
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідну потужність $N=0,75$ кВт. Докладніші характеристики наведені в додатку Г.



Рисунок 3.8 – Загальний вигляд насосу HWJ 203 50 L 1~

3.3.4.5 Вибір насосів системи гарячого водопостачання

Для забезпечення роботи системи гарячого водопостачання потрібно встановити шість насосів: чотири для мережевої води і два для водопровідної води. У зв'язку з тим, що подача цих насосів є спільною і становить від 1,52 до 2,2 м³/год, для встановлення обрано насос одного типу - Star-RS 30/6 ClassicStar від фірми WILO.

Це циркуляційний насос із мокрим ротором, який не вимагає технічного обслуговування, і обладнаний ручним триступінчастим регулюванням обертів. Корпус насоса виготовлений із сірого чавуну, робоче колесо з армованого скловолокном синтетичного матеріалу, вал з хромованої сталі із графітовими підшипниками. Цей насос може застосовуватися в системах з температурою води від -10 до +110 °С.

Основні характеристики насоса включають подачу $Q=2,2$ м³/год, напір $H=3$ м водяного стовпа, частоту обертання $n=2200$ об/хв та необхідну потужність $N=0,0931$ кВт. Докладніші характеристики наведені в додатку Д.

					МД 23.144.02140	Арк
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.9 – Загальний вигляд насосу Star-RS 30/6 ClassicStar

3.3.5 Вибір швидкісного теплообмінника системи ГВП

Для підігріву гарячої води використовується паралельна двоступенева схема, в якій першим ступенем є проточний теплообмінник. Враховуючи потрібну потужність 35,3 кВт і вимоги щодо нагріву питної води від 10 до 38°C, обрано теплообмінник Vitotrans 100 від фірми Viessmann.

Характеристики теплообмінника включають теплову потужність 36 кВт, допустиму робочу температуру 130°C, допустимий робочий тиск 30 бар та масу теплообмінника з ізоляцією 4,2 кг. Цей теплообмінник здатний ефективно здійснювати процес нагріву гарячої води відповідно до вказаних параметрів.

3.3.6 Вибір ємкого водонагрівника

Другим ступенем системи гарячого водопостачання є вертикальний ємкий водонагрівник, який догріває воду з температурою 38°C до температури 65°C і створює необхідний запас гарячої води. З урахуванням необхідної потужності теплообмінника водонагрівника, обрано модель Vitocell-V 100 об'ємом 160 л від фірми Viessmann.

					МД 23.144.02140	Арк
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристики водонагрівника включають теплову потужність 36 кВт, об'єм 160 л, масу нагрівника з ізоляцією 86 кг, об'єм змієвика гріючого контуру 5,5 л, площу теплообмінної поверхні 1 м². Цей водонагрівник володіє всіма необхідними характеристиками для ефективного підігріву та зберігання гарячої води в системі. Більш повні характеристики наведені в додатку Е.

3.3.7 Розрахунок гідромуфти

Гідромуфта призначена для використання в системах з великим водяним об'ємом. Основний принцип її роботи полягає в тому, що котловий і опалювальні контури зі змінними параметрами не впливають один на одного, а в крайньому випадку, їх взаємний вплив значно згладжений. У опалювальному контурі температура теплоносія змінюється в залежності від потреб споживачів тепла. При зменшенні теплового навантаження в гідромуфті здійснюється підмішування поворотного теплоносія до подавального.

Застосування гідромуфти дозволяє ефективно управляти температурою в опалювальному контурі, забезпечуючи оптимальне співвідношення між витратою теплоносія та потребами у теплі споживачів. Цей механізм також сприяє зменшенню взаємного впливу між котловим і опалювальним контурами, забезпечуючи стабільні умови роботи системи при змінних параметрах.

					МД 23.144.02140	Арк
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

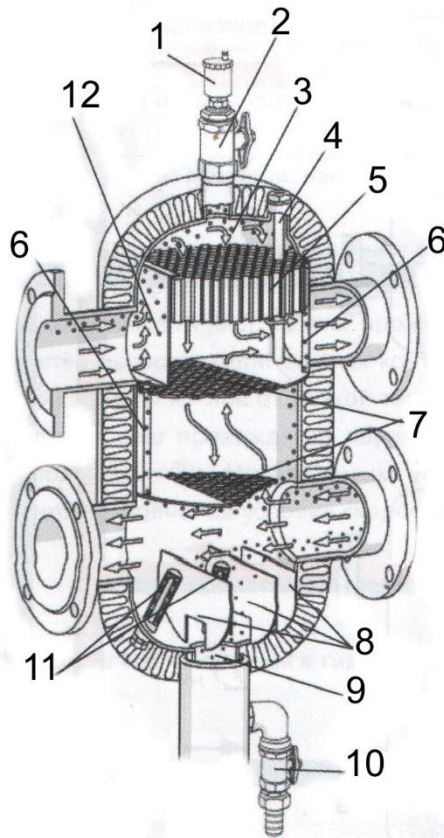


Рисунок 3.10 – Приклад конструкції гідромурфти:

В системі гідромурфти визначені наступні компоненти та їхні функції:

Автоматичний повітрявідвідник (1): Використовується для автоматинго видалення накопиченого повітря в системі, що допомагає уникнути проблем з повітрязабрудненням.

Спускний клапан (2): Забезпечує можливість спуску надлишкового тиску в системі, щоб уникнути небажаних перевантажень.

Поворотна камера (3): Використовується для змішування теплоносія з котлового і опалювального контурів в режимах, коли витрати теплоносія відмінні.

Гільза для датчика температури (4): Місце для установки датчика температури для контролю теплового стану системи.

Розподільник (5): Відповідає за розподіл теплоносія в системі.

Канал для видалення повітря (6): Служить для видалення накопиченого повітря з системи.

					МД 23.144.02140	Арк
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перфоровані плити (7): Елементи конструкції, що сприяють розподілу теплоносія та підвищенню ефективності теплообміну.

Перегородки (8): Використовуються для регулювання внутрішнього об'єму гідромуфти.

Збірник шламу (9): Призначений для збору та видалення шламу з системи.

Клапан для скиду шламу (10): Використовується для видалення накопиченого шламу.

Магнітне осердя (11): Забезпечує утримання частинок заліза або інших магнітних матеріалів, що можуть потрапити в систему, тим самим захищаючи обладнання від ушкоджень.

Відбійна плита (12): Використовується для зменшення можливих гідравлічних ударів у системі.

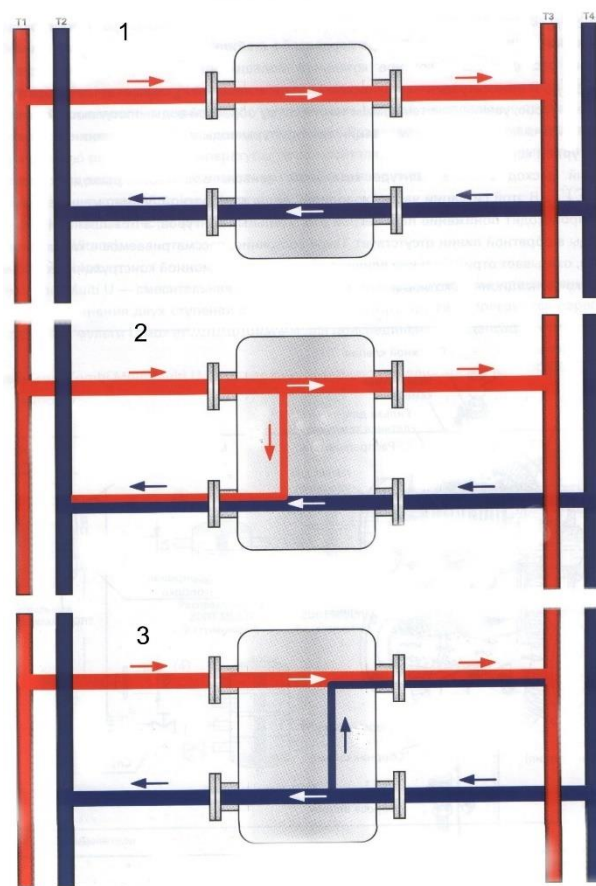


Рисунок 3.11 – Режими роботи гідромуфти

					МД 23.144.02140	Арк
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструктивні розміри гідромуфти визначаються за формулами:

$$D = \sqrt{\frac{4G_{OB}}{3600 \cdot \omega \pi}}, \quad (3.24)$$

де ω - швидкість теплоносія в гідромуфті, $\omega = 0,2 \dots 0,3$ м/с ;

G_{OB} - витрата теплоносія в опалювальному контурі.

$$D = \sqrt{\frac{4G_{OB}}{3600 \cdot 0,2 \cdot 3,14}} = 0,238 \text{ м} = 250 \text{ мм.}$$

$$L_1 = 1 \cdot D \dots 1,2 \cdot D. \quad (3.25)$$

$$L_1 = 1 \cdot 0,250 \dots 1,2 \cdot 0,250 = 0,250 \dots 0,300 = 0,275 \text{ м.}$$

$$L_2 = 3 \cdot D \dots 5 \cdot D. \quad (3.26)$$

$$L_2 = 3 \cdot 0,250 \dots 5 \cdot 0,250 = 0,750 \dots 1,250 = 1,0 \text{ м.}$$

$$L_3 = 1 \cdot D \dots 2 \cdot D. \quad (3.27)$$

$$L_3 = 1 \cdot 0,250 \dots 2 \cdot 0,250 = 0,250 \dots 0,500 = 0,350 \text{ м.}$$

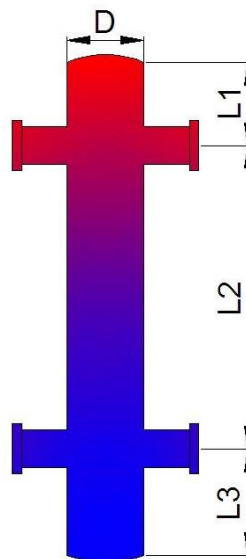


Рисунок 3.12 – Конструктивні розміри гідромуфти

3.3.8 Установка докотлової обробки води

3.3.8.1 Установка ХВО

					МД 23.144.02140	Арк
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У робочому проекті передбачено встановлення автоматичної установки водопідготовки Aquafilter AF-25-V-960 для забезпечення тривалої експлуатації котлів та обладнання системи теплопостачання. Ця установка має продуктивність 1.75 м3/год і складається з солерозчинника, іонообмінного фільтра та баку запасу об'ємом 200 л для "пом'якшеної" води.

Для обліку кількості підживлюючої води і визначення часу для промивки фільтра встановлюється лічильник. Підживлення системи теплофікації відбувається за допомогою автоматичного регулятора живлення "MALGORANI" DA ½ F.F, який підтримує тиск "за собою" на рівні 3 бар, має пропускну здатність клапана 10 л/хв при перепаді тиску 0,2 бара, що забезпечує ефективне підживлення системи.

З метою захисту котлів від "теплого удару" під час значного обсягу підживлення холодною водою, підживлення виконується в подавальний розподільчий колектор, який спрямовує воду на "всос" мережевого насоса системи теплофікації.

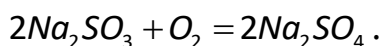
Для підживлення системи використовується насос "пом'якшеної" води Wilo-HWJ-202, який забирає воду з баку "пом'якшеної" води та подає її у систему теплофікації. Якість підживлюючої води повинна відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.26-96.

3.3.8.2 Установка хімічної деаерації води

Хімічна деаерація води у низько-температурних водогрійних котельнях є альтернативою складній термічній деаерації. Цей процес включає в себе дозування реагентів, зокрема сульфіту натрію, в підживлювальну воду для прямого хімічного "зв'язування" кисню. Норма дозування сульфіту натрію становить 8 мг сульфіту на 1 мг розчиненого кисню в 1 літрі води або 8 г сульфіту на 1 кубічний метр води при вмісті кисню 1 мг/л. За високого вмісту кисню, дозування сульфіту натрію збільшується пропорційно.

Процес зв'язування кисню відбувається за реакцією:

					МД 23.144.02140	Арк
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Ця реакція більш інтенсивно протікає при підігріванні води до температури 70°C та рН значеннях 8,3–8,5. Сульфїт натрію з'єднується з атомами кисню та перетворюється в сульфат натрію, що є легкокорозійною і корозійно безпечною речовиною.

Для більш повного зв'язування кисню сульфїт натрію дозується з надлишком 10–15%. Корекція рівня рН забезпечується додаванням лугу до води. Це нейтралізує активну вуглекислоту, що виключає вуглекислотну корозію обладнання та елементів системи теплофікації. Зазвичай для цього використовується їдкий натр, який зв'язує вільну агресивну вуглекислоту за рівнянням:

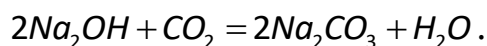


Схема установки хімічної деаерації зображена на рисунку 3.13.

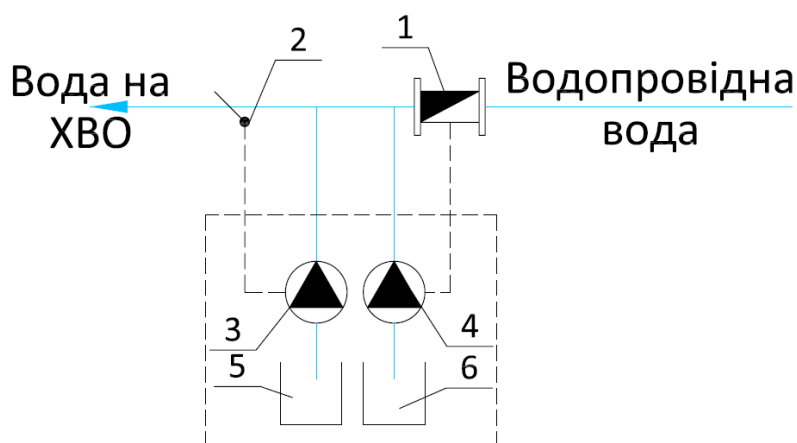


Рисунок 3.13 – Схема установки хімічної деаерації;

1 – лічильник з імпульсним виходом; 2 – датчик рН; 3 – DLX-CC насос-дозатор сульфїту натрію для хімічної деаерації води; 4 – DLX-CC насос дозатор лугу для стабілізаційної обробки води; 5 – водний розчин сульфїту натрію; 6 – водний розчин лугу

3.4 Розрахунок річної потреби в газовому паливі

					МД 23.144.02140	Арк
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4.1 Розрахунок річної потреби в газовому паливі

газопоршневої машини

В якості палива приймається природний газ теплотвірна здатність
 $Q_p^H = 33700 \text{ кДж/н.куб.м.}$

При визначенні річних витрат палива ккд котла приймається – 0,94.

Згідно технічного паспорту Vitobloc GG 50 середня витрата природного газу складає $14,3 \text{ м}_H^3 / \text{год}$. Річна витрата газу буде складати:

$$B_{\text{РІК}} = B_{\text{ГОД}} \cdot 24 \cdot 350 = 120120 \text{ м}_H^3 / \text{рік.} \quad (3.28)$$

$$B_{\text{РІК}} = 14,3 \cdot 24 \cdot 350 = 120120 \text{ м}_H^3 / \text{рік.}$$

Річна витрата умовного палива буде складати:

$$B_{\text{РІК}}^{\text{у.п.}} = \frac{B_{\text{РІК}} \cdot Q_p^H}{Q_{\text{у.п.}}}, \quad (3.29)$$

$$B_{\text{РІК}}^{\text{у.п.}} = \frac{120120 \cdot 33700}{29300} = 138158 \text{ кг / рік.}$$

3.4.2 Розрахунок річної потреби в газовому паливі котлоагрегатів

Загальне теплове навантаження на котли складає:

$$\text{опалення та вентиляція} - 5627318,64 \frac{\text{МДж}}{\text{рік}}.$$

Витрати натурального палива за рік для потреб опалення:

$$B_{\text{РІК}} = \frac{10^3 \cdot Q_{\text{РІК}}}{Q_p^H \cdot \text{к.к.д}}, \quad (3.30)$$

$$B_{\text{РІК}} = \frac{10^3 \cdot 5627318,64}{33700 \cdot 0,94} = 177641 \text{ м}_H^3 / \text{рік.}$$

Витрата умовного палива за рік для потреб опалення:

					МД 23.144.02140	Арк
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_{PIK}^{y.p.} = \frac{10^3 \cdot Q_{PIK}}{Q_{y.p.} \cdot K.K.\partial}, \quad (3.31)$$

$$B_{PIK}^{y.p.} = \frac{10^3 \cdot 5627318,64}{29300 \cdot 0,94} = 204318 \text{ кг / рік.}$$

Питома витрата умовного палива:

$$b_{пит}^{y.p.} = \frac{Q_{PIK}}{B_{PIK}^{y.p.}}, \quad (3.32)$$

$$b_{пит}^{y.p.} = \frac{204318}{5627318,64} = 0,0363 \text{ кг у.п / МДж.}$$

3.4.3 Загальна витрата натурального палива

Загальна витрата натурального палива на котельню буде складати:

$$B_{PIK}^{3AG} = B_{PIK} + B_{PIK}^{ГПМ}, \quad (3.33)$$

$$B_{PIK} = 120120 + 177641 = 297761 \text{ м}^3_{\text{н}} / \text{рік.}$$

Загальна витрата умовного палива на котельню буде складати:

$$B_{y.p.}^{3AG} = B_{PIK}^{y.p.} + B_{y.p.}^{ГПМ}, \quad (3.34)$$

$$B_{PIK}^{y.p.} = 138158 + 177641 = 315799 \text{ кг / рік.}$$

3.5 Розрахунок газопроводів

3.5.1 Існуючий стан

Газопостачання буде реалізоване з використанням наявного газопроводу високого тиску діаметром 57х3 мм, який прокладено неподалік від котельні.

3.5.2 Зовнішній газопровід

Для зниження тиску газу з високого рівня, що становить 0,3 МПа, до необхідного розрахункового рівня в 50 мбар, в проекті передбачено встановлення на зовнішній стіні котельні шкафної установки ШП-2. Ця

					МД 23.144.02140	Арк
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

установка оснащена регулятором тиску РД-32 із захисними та скидними клапанами. Котли працюють на газоподібному паливі середнього тиску та обладнані пальниками типу ЕК 05.70 від компанії Klockner. Тиск газу перед пальниками становить 0,051 кгс/см² (50 мбар).

3.5.3 Газифікація котлів та ГПМ

Проект передбачає встановлення двох котлів "Vitoplex 100 SX1" у приміщенні котельні, кожен з яких має теплову потужність 450 кВт і обладнаний газовими пальниками від ELCO, а також газопоршневою машиною Vitobloc GG 50. Пальник комплектується блоком автоматики, який відповідає за запалювання та безперервний контроль полум'я, а вхідна газова арматура включає фільтр, електромагнітні клапани і регулятор тиску.

Котельня повністю автоматизована, і догляд за приладами автоматики забезпечує оператор, що постійно перебуває в операторській. На вводі газопроводу в приміщення котельні буде встановлений імпульсний електромагнітний клапан Ду 50 EVRMNC7A від Elektrogas, який реагує на сигнали газосигналізатора СГБ-1-2Б при досягненні сигнальної концентрації газу в повітрі (CH₄ та CO).

В приміщенні котельної буде влаштований вузол обліку газу, що включатиме газовий фільтр Ду 50 мм, лічильник газу GMS-G65-50-1.0-2 НЧ Ду50 з коректором по температурі та тиску "Універсал-02", запірну арматуру для відключення окремих елементів групи, систему продувальних трубопроводів, а також контрольно-вимірювальні прилади для можливості контролю роботи елементів групи, такі як показуючі манометри та термометри.

З метою передачі даних про витрату газу до газопостачаючого підприємства буде встановлено адаптер з головкою та кабелем підключення до комп'ютера.

					МД 23.144.02140	Арк
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Таблиця 3.16 – Характеристика лічильника газу GMS-G65-
50-1.0-У2-НЧ**

№ п/п	Назва показника	Од. виміру	Чисельне значення	Примітка
1	Максимальна витрата газу	м ³ /год	64	при 0,1 МПа
2	Мінімальна витрата газу	м ³ /год	1,6	
3	Поріг чутливості		1:100	
4	Максимальний робочий тиск	МПа	0,6	
5	Кількість імпульсів на 1 м ³		10	
6	Діаметр умовного проходу	мм	50	
7	Температура експлуатації	°С	+5..+50	
8	Габаритні розміри	мм	180x245x365	
9	Вага	кг	11,0	

Поагрегатний облік газу не передбачається згідно п. 6.110 ДБН В.2.5-20-2001 „Газопостачання”.

3.5.4 Сигналізація

Для неперервного контролю концентрації паливних газів у повітрі в межах від 2 до 20% нижче нижньої концентрації вибухонебезпеки (НКГР) та мікроконцентрацій чадного газу в приміщенні котельні заплановано встановити газосигналізатор "СГБ-1-2Б". Цей газосигналізатор буде розташований на відстані 0,5 м від нижнього перекриття і підключений до внутрішньої електромережі з напругою 220 В.

Газосигналізатор буде з'єднаний проводом ПВС-3х1,5 з імпульсним електромагнітним клапаном Ду 50 EVRMNC7A від Elektrogas, який буде встановлений на вводі газопроводу в котельню. Коли газосигналізатор виявить сигнальні концентрації газу в повітрі, він подаватиме сигнал до електромагнітного клапана для припинення подачі газу, а також активує світловий та звуковий сигнали.

					МД 23.144.02140	Арк
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При спрацюванні сигналізації обслуговуючий персонал котельні повинен негайно припинити подачу газу, відкрити вікна та двері для провітрювання приміщення. Під час цього заборонено включати або виключати електроприлади та використовувати відкритий вогонь. Всі електромонтажні роботи повинні виконуватися відповідно до вимог правил улаштування електроустановок (ПВЕ) та правил техніки безпеки електроустановок (ПТБЕ).

3.5.5 Газопроводи

Внутрішні газопроводи будуть виготовлені із сталевих електрозварних труб відповідно до ГОСТ 10704-91, групи "В", з маркою сталі ВСт3(сп) згідно з ГОСТ 380-88. Газопроводи будуть прокладені відкрито та кріпитимуться до стін і на підвісках. З'єднання труб будуть здійснені методом зварювання. Фланцеві та різьбові з'єднання будуть розташовані в місцях встановлення арматури.

Відключаючі пристрої внутрішньої розводки будуть встановлені на висоті 1,5 м від рівня підлоги, а герметичність затворів запірної арматури газопроводів відповідатиме I класу за ГОСТ 9544.

Продувка газопроводу буде здійснюватися по продувальним лініям, які виводяться вище парапету котельні на 1,0 м. Перед котлом буде встановлений пристрій для відбору газу.

Газопроводи в місцях проходів через зовнішні стіни будуть прокладені в футлярах, а кінці футлярів повинні виступати за стіну не менше ніж на 3 см. Простір між газопроводом і футляром буде заповнений просмоленним клоччям.

Після монтажу і випробування труби будуть очищені від бруду та іржі та пофарбовані олійною фарбою жовтого кольору двічі, використовуючи ґрунтовку ГФ-020.

					МД 23.144.02140	Арк
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Монтаж трубопроводів, випробування та приймання в експлуатацію виконуватимуться відповідно до ДБН В.2.5-20-2001 "Газопостачання", СНиП II-35-76 "Котельні установки", ДНАОП 0.00-1.08-94 "Правила будови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів".

3.5.2 Гідравлічний розрахунок газопроводів

Годинна витрата природного газу на котельню, тиск газу перед пальником котла та тиск газу перед газопоршневою машиною (ГПМ) становлять ключові параметри для гідравлічного розрахунку системи газопостачання. Схема газопостачання, включена на рисунок 3.14, служить візуальним представленням структури системи.

Головною метою гідравлічного розрахунку є визначення тиску газу на вході в котельню так, щоб забезпечити необхідний тиск перед пальниками, а також визначення діаметрів газопроводів. Цей розрахунок проводиться методом послідовних наближень, що дозволяє отримувати більш точні результати у кожному ітераційному кроці.

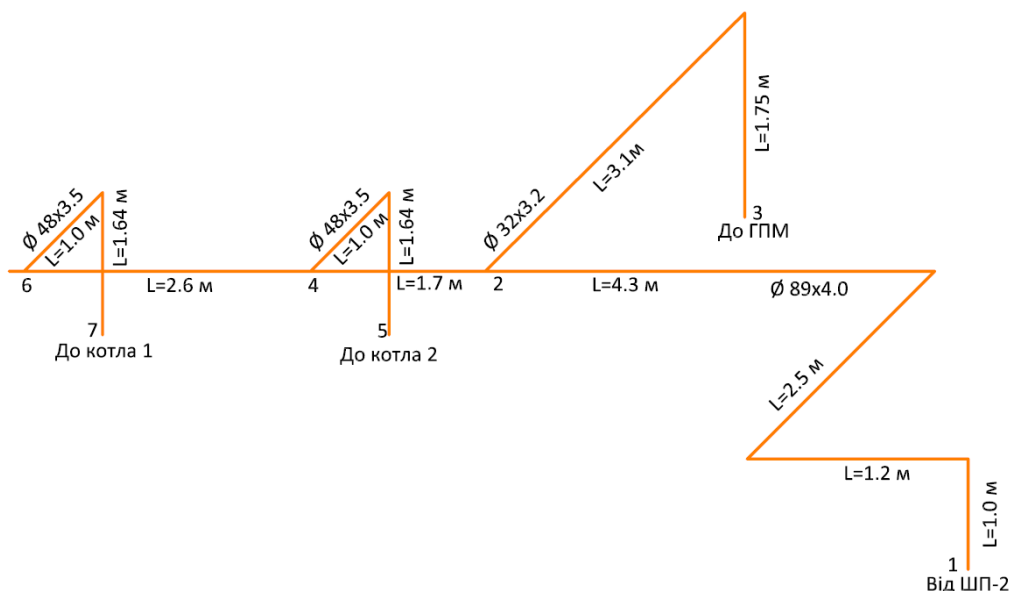


Рисунок 3.14 – Схема газопостачання

					МД 23.144.02140	Арк
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мінімальний тиск газу перед газообладнанням парових котлів становить 50 мбар. Гідравлічний розрахунок газопроводів середнього тиску в умовах турбулентного режиму руху газу визначається за конкретною формулою:

$$\frac{P_1^2 - P_2^2}{l} = 1,4 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{n}{d} + 1922 \cdot \frac{\nu d}{Q} \right)^{0,25} \cdot \frac{Q^2}{d^5} \cdot \rho \quad (3.35)$$

де P_1 - тиск газу на вході в ділянку МПа; P_2 - тиск газу на виході з ділянки МПа; Q - витрата газу через ділянку $m^3 / год$; d – діаметр газопроводу m .

Гідравлічний розрахунок внутрішнього газопроводу середнього тиску зведений в таблиці 3.17.

Таблиця 3.17 – Гідравлічний розрахунок газопроводів

Розрахункова ділянка	Довжина, м		Витрата газу, $m^3 / год$	Ду, мм	Різниця квадратів тиску $P_1^2 - P_2^2$, кгс/см ²	Тиск, мбар		Швидкість, м/с
	фактична	розрахункова				Початок	Кінець	
1-2	9,0	9,90	117	65	0,00000262	55,00	53,78	9,6
2-3	4,9	5,34	14,3	25	0,00000596	53,78	52,29	8,0
2-4	1,7	1,87	102,3	65	0,00000202	52,29	52,11	8,4
4-5	2,6	2,90	51,2	40	0,00000637	52,11	51,24	11,2
4-6	2,6	2,86	51,2	65	0,00000053	51,24	51,17	4,2
6-7	2,6	2,90	51,2	40	0,00000637	51,17	50,30	11,2

Тиск перед пальниками котлів і ГПМ забезпечено. Тиск на виході з регулятора РД-32 становить 55 мбар.

					МД 23.144.02140	Арк
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 Охорона санітарного стану прилеглих територій

4.1 Розрахунок висоти димової труби

Призначення димової труби котельні полягає в створенні природної тяги, відведенні та ефективному розсіюванні газоподібних продуктів згоряння палива в атмосферу, а також зниженні концентрації викидів до допустимих меж, установлених санітарними нормами. Оскільки в котельні, яку ми проектуємо, кожен котел обладнаний власною димовою трубою, то ми розраховуємо висоту труби для окремого котла.

Визначення висоти димової труби здійснюється з урахуванням санітарно-гігієнічних вимог, де висота труби взаємодіє з концентрацією пилу над поверхнею землі.

4.1.1. Вихідні дані для розрахунку

витрата димових газів на один котел; $V = 580 \text{ м}^3 / \text{год} = 0,161 \text{ м}^3 / \text{с}$.

температура димових газів на виході з котла $t = 185^\circ \text{C}$.

4.1.2 середня температура димових газів в димовій трубі:

середня температура димових газів в димовій трубі:

$$t_2^{cp} = \frac{t_2' + t_2''}{2} = \frac{t_2' + (t_2' - \Delta t H)}{2}, \quad (4.1)$$

де t_2' - температура димових газів на вході в димову трубу, $^\circ\text{C}$;

Δt - зниження температури на кожний метр труби, $^\circ\text{C}/\text{м}$, для залізних теплоізолюваних труб $\Delta t = 1^\circ\text{C}/\text{м}$.

H – висота димової труби, м.

					МД 23.144.02140	Арк
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Врахуємо зниження температури димових газів в газоходах котла. Довжина газоходу 2 м. Відповідно, температура димових газів на вході в димову трубу:

$$t'_2 = t_k - 2\Delta t, \quad (4.2)$$

$$t'_2 = 185 - 2 \cdot 1 = 183 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Згідно з санітарно-гігієнічними нормами, висота димової труби повинна перевищувати висоту даху найвищої будівлі в радіусі ста метрів від котельні, додавану до цього значення ще п'ять метрів.

Максимальна висота даху найвищого будинку дитячого санаторію, який розташований в радіусі ста метрів від котельні, становить 7 метрів. Таким чином, висота димової труби має бути більше ніж $7 + 5 = 12$ метрів.

Ось як ми визначаємо висоту димової труби на рівні 12 метрів. Тепер можемо розрахувати середню температуру димових газів:

$$t_2^{cp} = \frac{183 + (183 - 1 \cdot 12)}{2} = 177 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$V_{\partial.2} = 0,161 \cdot \frac{273 + 177}{273 + 185} = 0,158 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}.$$

4.1.3 Діаметр вихідного перерізу димової труби:

$$d_o = 1,13 \sqrt{\frac{V_{\partial.2}}{\omega'_2}}, \quad (4.3)$$

де ω'_2 - швидкість руху димових газів, м/с.

При природній тязі приймаємо $\omega_2 = 3 \text{ м/с}$, [22].

$$d_o = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{0,158}{3}} = 0,25 \text{ м}.$$

Приймаємо $d_o = 250 \text{ мм}$, труба димова з нержавіючої сталі теплоізольована Ду 250/310.

Перерахуємо швидкість руху димових газів:

					МД 23.144.02140	Арк
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\omega_z = \frac{1,27V_{\partial.z.}}{d_o^2}, \quad (4.4)$$

$$\omega_z = \frac{1,27 \cdot 0,158}{0,25^2} = 3,21 \frac{м}{с}.$$

4.1.4 Висота димової труби при природній тязі:

$$H = \frac{1,2\Delta h + h_m + \Delta h_m}{(\rho_{пов} - \rho_z)g}, \quad (4.5)$$

де 1,2 – коефіцієнт запасу по тязі; Δh - перепад повних тисків газового тракту котлоагрегату без врахування самотяги і опору труби, Па; h_m - втрати напору, пов'язані з подоланням місцевих опорів на виході з труби, Па; Δh_m - втрати тиску на тертя в димовій трубі, Па; $\rho_{пов}$ - густина атмосферного повітря, кг/м³; ρ_z - густина димових газів в трубі, кг/м³; g – прискорення вільного падіння, м/с².

4.1.4.1 Густини атмосферного повітря і димових газів:

$$\rho_{пов} = \rho_{пов}^o \frac{273}{273 + t_{пов}} \frac{B}{760}; \quad (4.6)$$

$$\rho_z = \rho_z^o \frac{273}{273 + t_z^{cp}} \frac{B}{760}, \quad (4.7)$$

де $\rho_{пов}^o$, ρ_z^o - густини відповідно атмосферного повітря і димових газів при нормальних умовах (температура 0 °С, тиск 760 мм.рт.ст.);

$t_{пов} = -0,5$ °С –середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період для Рівненської області, [15];

t_z^{cp} - середня температура газів в трубі, °С;

B – барометричний тиск, мм.рт.ст.

Відповідно до [19]:

$$\rho_{пов}^o = 1,293 \text{ кг/м}^3;$$

					МД 23.144.02140	Арк
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho_z^o = 1,295 \text{ кг/м}^3.$$

$$\rho_{пов} = 1,293 \cdot \frac{273}{273 - 0,5} \cdot \frac{750}{760} = 1,277 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$$

$$\rho_z = 1,295 \cdot \frac{273}{273 + 177} \cdot \frac{750}{760} = 0,775 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

4.1.4.2 Втрати тиску на місцеві опори на виході з труби:

$$h_m = 1,1 \frac{\rho_z \omega_z^2}{2}, \quad (4.8)$$

де 1,1 – опір тиску на виході з димової труби.

$$h_m = 1,1 \cdot \frac{0,775 \cdot 3,21^2}{2} = 4,39 \text{ Па}.$$

4.1.4.3 Втрати тиску на тертя в циліндричній частині димової труби:

$$\Delta h_m = \lambda \frac{H}{d_o} \rho_z \frac{\omega_z^2}{2}, \quad (4.9)$$

де $\lambda = 0,03$ - коефіцієнт опору тертя труби.

$$\Delta h_m = 0,03 \cdot \frac{12}{0,25} \cdot 0,775 \cdot \frac{3,21^2}{2} = 5,75 \text{ Па}.$$

4.1.4.4 Втрати тиску в газоході

$$\Delta h = Rl + Z. \quad (4.10)$$

Втрати тиску по довжині газоходу:

$$R = n\lambda \frac{\rho_z \omega_z^2}{2} \frac{1}{d_o}, \quad (4.11)$$

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{k_e}{d_o} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25}, \quad (4.12)$$

$$\text{Re} = \frac{\omega_z d_o}{\nu}, \quad (4.13)$$

					МД 23.144.02140	Арк
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $n = 1$ – коефіцієнт шорсткості;

$\nu = 29,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ при середній температурі димових газів 177°C ,
[19].

$$\text{Re} = \frac{3,21 \cdot 0,25}{29,1 \cdot 10^{-6}} = 27577,$$

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1}{25} + \frac{68}{27577} \right)^{0,25} = 0,0312,$$

$$R = 1 \cdot 0,0312 \cdot \frac{0,775 \cdot 3,21^2}{2} \cdot \frac{1}{0,25} = 0,5 \frac{\text{Па}}{\text{м}}.$$

Втрати тиску на місцеві опори:

$$Z = \sum \xi_i \frac{\rho_z \omega_z^2}{2} \quad (4.14)$$

де $\sum \xi_i$ - місцеві опори на вході, виході і повороті газоходу.

$$Z = 3 \cdot \frac{0,775 \cdot 3,21^2}{2} = 11,98 \text{ Па}.$$

Втрати тиску в газоході:

$$\Delta h = 0,5 \cdot 12 + 11,98 = 17,98 \text{ Па}.$$

Висота димової труби:

$$H = \frac{1,2 \Delta h + h_m + \Delta h_m}{(\rho_{\text{пов}} - \rho_z)g};$$

$$H = \frac{1,2 \cdot 17,98 + 4,39 + 5,75}{(1,278 - 0,775) \cdot 9,81} = 6,43 \text{ м}.$$

Так, висоти дванадцять метрів виявляються достатніми для створення природної тяги та подолання опорів газоходу і димової труби. Крім того, температура димових газів на виході з труби дорівнює $t_z'' = 177^\circ\text{C}$, що усуває можливість утворення конденсату з водяної пари, що міститься у продуктах згорання газоподібного палива.

					МД 23.144.02140	Арк
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Розрахунок викидів під час спалювання природного газу

4.2.1 Валовий викид оксидів азоту

Показник емісії оксидів азоту

$$k_{NO_x} = (k_{NO_x})_0 f_i (1 - \eta_z)(1 - \eta_z \beta), \quad (4.15)$$

де $(k_{NO_x})_0$ - показник емісії оксидів азоту без урахування заходів скорочення викиду, $(k_{NO_x})_0 = 100$ г/МДж;

$f_i = (Q_{\delta}/Q_i)^z$ - ступінь зменшення викиду NO_x під час роботи на низькому навантаженні,

де Q_{δ} - фактична теплова потужність котельної установки, МВт;

Q_i - номінальна теплова потужність котельної установки, МВт;

z - емпіричний коефіцієнт, який залежить від виду енергетичної установки, її потужності, типу палива тощо, $z = 1,25$.

η_z - ефективність первинних (режимно-технологічних) заходів скорочення викиду, $\eta_z = 0,35$;

η_z - ефективність вторинних заходів (азотоочисчуючої установки), $\eta_z = 0$;

β - коефіцієнт роботи азотоочисчуючої установки, $\beta = 0$.

$$k_{NO_x} = 100 \cdot (0,87/0,98)^{1,25} (1 - 0,35) = 56,01 \text{ г/МДж.}$$

Тоді валовий викид:

$$E_{NO_x} = 10^{-6} k_{NO_x} Q_H^p B, \quad (4.16)$$

де Q_H^p - нижча теплота згорання палива, B - витрата палива,

$$Q_H^p = Q_H / \rho = 33,7 / 0,723 = 46,61 \text{ МДж/кг};$$

$$B = B \cdot \rho = 117 \cdot 0,723 = 84,6 \text{ кг/год}.$$

$$E_{NO_x} = 10^{-6} 56,01 \cdot 46,61 \cdot 84,6 = 0,22 \text{ г}.$$

					МД 23.144.02140	Арк
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2.2 Валові викиди оксидів вуглецю

Валовий викид оксидів вуглецю:

$$E_{CO} = 10^{-6} k_{CO} Q_H^P B, \quad (4.17)$$

де $E_{CO} = 17 \text{ г/МВт}$.

$$E_{CO} = 10^{-6} 17 \cdot 46,61 \cdot 84,6 = 0,07 \text{ г}.$$

Показник емісії вуглекислого газу під час спалювання органічного палива визначається за формулою:

$$k_{CO_2} = \frac{44}{12} \cdot \frac{C^r}{100} \cdot \frac{10^6}{Q_f^r} \cdot \varepsilon_c, \quad (4.18)$$

де ε_c - ступінь окислення вуглецю під час спалювання природного газу, $\varepsilon_c = 0,995$.

$$k_{CO_2} = \frac{44}{12} \cdot \frac{73,67}{100} \cdot \frac{10^6}{46,61} \cdot 0,995 = 57620 \text{ г/МДж}.$$

Тоді валовий викид

$$E_{CO_2} = 10^{-6} k_{CO_2} Q_H^P B, \quad (4.19)$$

$$E_{CO_2} = 10^{-6} 57620 \cdot 46,61 \cdot 84,6 = 227,2 \text{ г}.$$

4.2.3 Валовий викид діоксиду азоту

$$E_{NO_2} = 10^{-6} k_{NO_2} Q_H^P B, \quad (4.20)$$

де $k_{NO_2} = 0,1 \text{ г/МВт}$.

$$E_{NO_2} = 10^{-6} 0,1 \cdot 46,61 \cdot 84,6 = 0,0004 \text{ г}.$$

4.2.4 Валовий викид метану

$$E_{CH_4} = 10^{-6} k_{CH_4} Q_H^P B, \quad (4.21)$$

де $k_{CH_4} = 1,0 \text{ г/МВт}$.

$$E_{CH_4} = 10^{-6} 1,0 \cdot 46,61 \cdot 84,6 = 0,004 \text{ г}.$$

					МД 23.144.02140	Арк
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Одним із заходів щодо запобігання шкідливому впливу викидів із котельні є забезпечення концентрацій токсичних елементів, що вимагаються санітарними нормами, в атмосфері є вибір оптимальної висоти димової труби. Існуюча металева труба заввишки 12 м забезпечує необхідну тягу та розсіювання шкідливих речовин.

					МД 23.144.02140	Арк
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Розрахунок інженерних систем приміщення котельні

5.1 Система опалення та вентиляції

Системи опалення та вентиляції котельні спрямовані на створення комфортних і безпечних умов для робочого персоналу. Для підтримки температури в котельні використовуються надлишки тепла, що надходять від ізольованих поверхонь технологічних трубопроводів та газоходів. У побутових приміщеннях та операторській встановлюють радіатори для опалення. Тепловтрати з цих приміщень можна розрахувати за допомогою формули:

$$Q_o = q_o A(1 - K_1), \quad (5.1)$$

де q_o - збільшений показник максимального теплового потоку на 1 м² приміщення. $q_o = 194$ Вт/ м² [2]; A – площа приміщень; $K_1 = 0,25$ [2].

- Операторська

$$Q_o = 194 \cdot 6,66(1 - 0,25) = 969 \text{ Вт.}$$

Приймаємо радіатор типу C11x600x800.

- Тамбур

$$Q_o = 194 \cdot 3,88(1 - 0,25) = 565 \text{ Вт.}$$

Приймаємо радіатор типу C11x600x600.

- Побутові приміщення

$$Q_o = 194 \cdot 16,22(1 - 0,25) = 2360 \text{ Вт.}$$

Приймаємо радіатор типу C11x600x1800.

Система вентиляції котельні виконує дві функції:

Створює комфортні умови;

Система вентиляції забезпечує необхідну кількість повітря для повного згоряння палива в камері згоряння. Для цього використовується

					МД 23.144.02140	Арк
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

природна спонукання, яке забезпечується двома сталевими дефлекторами діаметром 630 мм. Витрати витяжної вентиляції розраховані для трьохкратного повітрообміну в котельні і складають 985 м3/год. Приплив повітря для компенсації об'єму витяжки та для забезпечення горіння природного газу подається в верхню зону приміщення котельні через фрамуги вікон.

5.2 Система водопостачання та каналізації

Для забезпечення водопостачання необхідно провести прокладання водопровідної мережі діаметром Ø100 мм від існуючого водопроводу до будівлі котельні. На цьому водопроводі передбачається встановлення лічильника холодної води. Для обліку води, яка використовується для підживлення системи теплофікації, встановлюються лічильники холодної води різних діаметрів на різних ділянках системи.

У котельній залі передбачається влаштування внутрішнього протипожежного водопроводу діаметром Ду 50 мм, виготовленого із сталевих електрозварних труб, а також господарсько-питного водопроводу із поліпропіленової труби діаметром Ду 32 мм. В цілях контролю якості води, встановлені водопідготовчі лічильники на різних етапах водопостачання для обліку витрати води на установку водопідготовки, на взривлення фільтрів та на витрати води в деаератор.

Також, передбачено будівництво зовнішньої каналізаційної мережі діаметром Ду 150 мм від котельні до існуючої дворової каналізації для відведення технологічних та побутових стоків. Для охолодження гарячих стічних вод планується спорудження охолоджуючого колодязя біля котельні. Якість води повинна відповідати вимогам ГОСТ 286-74 "Вода. Питиевая. Общие требования".

					МД 23.144.02140	Арк
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 Електроопалення

Для покриття витрат теплоти системою децентралізованої теплофікації, які становлять 38 кВт, планується використання електродних котлів. Ці котли будуть встановлені безпосередньо на теплових вводах в будівлю. Електродні котли підключатимуться в систему опалення через теплообмінник, не вимагатимуть регулярного обслуговування та не потребуватимуть змін в існуючих системах опалення.



Рисунок 6.1 – Загальний вигляд електродного котла з блоком автоматики

Таблиця 6.1 – Загальні характеристики будівель та споруд, споживання теплової енергії децентралізованої теплофікації

Будівля	Площа, м ²	Об'єм, м ³	Внутрішня температура приміщень, °С	На опалення, ккал/год	На вентиляцію, ккал/год	Разом
Бібліотека	148	488,4	18	9583	1187	10770
Стоматологічна клініка	270	891	20	17097	0	17097
Бухгалтерія	60	198	18	3885	481	4366
Всього	ккал/год			30565	1668	32233
	кВт			35,5	1,94	37,4

Для задоволення теплових потреб бібліотеки потрібен електродний котел з потужністю 15 кВт. Для стоматологічної поліклініки рекомендується електродний котел з потужністю 20 кВт. Для бухгалтерії вистачить електродного котла потужністю 5 кВт.

					МД 23.144.02140	Арк
						71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 Охорона праці та безпека в назвичайних ситуаціях

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Будь-який об'єкт теплоенергетики – це об'єкт підвищеної небезпеки, на якому існують підвищені рівні ризиків щодо можливості виникнення аварій та отримання працюючими травм та професійних захворювань.

Безумовно, що це потребує запровадження на таких об'єкт високоефективної системи управління в сфері охорони здоров'я та безпеки праці з метою створення комфортних та безпечних для життя та здоров'я працюючих умов праці.

Така система управління в сфері охорони праці (СУОП) дозволяє забезпечити контроль за додержанням існуючих нормативно-правових актів у цій сфері, а також забезпечити необхідні організаційно-технічні, соціально-економічні, лікувально-профілактичні та санітарно-гігієнічні заходи щодо створення комфортних та безпечних для життя та здоров'я працівників умов праці.

Для забезпечення безпечної експлуатації котельні передбачено комплекс заходів з техніки безпеки та промислової санітарії, включаючи організаційні заходи. Серед них важливі аспекти, такі як підготовка персоналу для обслуговування котельні, його регулярна перепідготовка та перевірка з врахуванням вимог безпеки праці. Організаційні заходи також включають установку плакатів і інструкцій, що містять правила безпеки та інформацію про екстрені виходи, а також впровадження системи попередження та сигналізації для швидкого реагування на надзвичайні ситуації та оформлення робочих місць відповідно до вимог безпеки праці:

- ДНАОП 0.00-1.20-98 "Правила безпеки систем газопостачання України";

					МД 23.144.02140	Арк
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ДНАОП 0.00-1.08-94 „Правила будови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів”;
- ДНАОП 0.00-1.26-96 „Правила будови і безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше 0,07 МПа, водогрійних котлів та водопідігрівачів з температурою нагріву води до 115 °С”.

Побутове обслуговування експлуатаційного персоналу котельні передбачено у спеціальних приміщеннях, призначених для побутових потреб персоналу. Згідно з чинним законодавством щодо охорони праці, експлуатаційна організація повинна розробити, погодити та затвердити в установленому законом порядку інструкцію з техніки безпеки для експлуатації котельні.

З метою дотримання існуючих положень нормативно-правових актів в сфері охорони здоров'я, безпеки праці та цивільного захисту, в даному розділі магістерської дисертації запропоновані технічні рішення та організаційні заходи, що спрямовані на виконання діючих вимог з безпеки експлуатації технологічного обладнання газової котельні, а також забезпечення існуючих вимог з гігієни праці, виробничої санітарії та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

7.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації технологічного обладнання газової котельні

7.1.1 Компонування устаткування

У процесі реконструкції газової опалювальної котельні було прийнято наступні технічні рішення:

1. Розміщення котельні у відокремленому будинку, з окремо відведеними приміщеннями для котельного залу, який відгороджений

					МД 23.144.02140	Арк
						73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

газонепроникними неспаленими стінами розміром 10,6×6,2 м і висотою 5,0 м.

2. Встановлення двох водогрійних котлів Vitoplex 100 від фірми Viessmann розмірами 1990 мм × 1025 мм × 1895 мм та газопоршневої машини Vitobloc GG 50 розміром 2400 мм × 900 мм × 1800 мм. Котельня також обладнана допоміжним устаткуванням.
3. Наявність сходів, площадок для обслуговування котлоагрегатів та зон для обслуговування допоміжного устаткування в межах котельні.

Ці технічні рішення спрямовані на покращення функціональності, зручності обслуговування та загальної безпеки котельні під час експлуатації.

Ширина проходів:

- між котлами – 1,57 м;
- між котлами і стіною котельні з фронту – 2,640 м;
- між котлами і стіною котельні з тилу – 1,0 м;
- між допоміжним устаткуванням 0,5-0,8 м.

У приміщенні котельні підлоги виконані рівними, з застосуванням бетонної заливки, що забезпечує їхню водонепроникність. Для уникнення можливого протікання води в підлозі котельні передбачено систему стоків, спрямованих в каналізацію.

На вході газу в котельню встановлено запірний пристрій, який автоматично відключає подачу газу в разі загазованості приміщення, виникнення пожежі чи відключення електропостачання. Сигнал про загазованість приміщення та спрацьовування захисних механізмів передається до охорони санаторію, де завжди присутній персонал.

Для продувки газопроводів котельні та обслуговування газу під час ремонтів і заміни обладнання передбачено продувні газопроводи (свічі). Ці

					МД 23.144.02140	Арк
						74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

свічі виведені на зовнішню сторону будівлі в безпечні місця, розташовані 1 м вище покрівлі, та загнуті на 180° для захисту від атмосферних опадів.

Димові труби і газоходи котлів виконані двошаровими з теплоізоляцією між металевими оболонками. Внутрішня і зовнішня оболонки виготовлені з нержавіючої сталі. Висота димових труб обрана в результаті розрахунків. Всі трубопроводи і обладнання котельні, які мають температуру поверхні більше 45 °С, обладнані теплоізоляцією. У котельні передбачено встановлення запірних арматур для відключення частин системи трубопроводів або обладнання. Конкретно:

- На подаючій лінії передбачена запірна арматура та зворотний клапан.
- Кожен насос обладнано запірними пристроями на стороні всмоктування та на стороні нагнітання.
- Для відключення теплоустановки ГВП також встановлені запірні пристрої та зворотний клапан.
- На кожному котлі встановлений один запобіжний клапан важільного типу, обладнаний відвідними трубками, які захищають від впливу робочого тіла при спрацьовуванні клапанів.
- Електроконтактні манометри, датчики температури та вимірювальні блоки лічильників тепла розміщені на вільних місцях з урахуванням необхідних зон обслуговування.
- Для розміщення електроапаратури та приладів щитового монтажу передбачений щит шафовий із задніми дверима.
- Вихідна вода котельні подається із господарсько-питного водопроводу.

7.1.2 Електробезпека

У газовій опалювальній котельні живлення устаткування здійснюється від чотирьохпровідної трифазної електричної мережі напругою 220/380 В з глухозаземленою нейтраллю. Напруга подається на головний розподільний щит за допомогою кабелю, розташованому в підлозі

					МД 23.144.02140	Арк
						75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в захисному трубопроводі, який веде до трансформатора на території лікарні.

Напруга мережі робочого та аварійного освітлення складає 380/220 В, а для ремонтного освітлення використовується напруга 12 В.

Для запобігання можливим електротравмам від дотику до струмоведучих частин ЕУ використовуються наступні рішення згідно з проектом:

- Силові магістралі і розподільні мережі виконані з мідними жилами та проводами, прокладеними в металевих трубах і рукавах.
- Електричні проводки прокладені в лотках на стінах і в підлозі в захисних трубах.
- Передбачена сигналізація при порушенні електропостачання в котельні, і сигнал про порушення нормального режиму роботи котельні передається в приміщення з цілодобовим перебуванням чергового персоналу.
- Для аварійних і тимчасових робіт використовується знижена напруга 12 В для переносного електричного освітлення.
- В самій котельні реалізовані робоче та аварійне електроосвітлення в нормальному виконанні.

Для попередження електротравм при аварійних режимах роботи електроустаткування застосована система захисного заземлення TN-C. Це дозволяє перетворити пробій фази на корпус в однофазне коротке замикання з метою отримання максимальної величини струму КЗ, що забезпечує надійне спрацьовування пристроїв максимального струмового захисту і автоматичне відключення пошкодженої електроустановки від живильної мережі.

7.2 Заходи по забезпеченню гігієни праці і виробничої санітарії

					МД 23.144.02140	Арк
						76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Котельня розрахована на автоматичну експлуатацію без присутності обслуговуючого персоналу. Системи автоматики котельні дозволяють контролювати та регулювати технологічні процеси з щитової, не вимагаючи присутності персоналу. Для забезпечення нормального функціонування котельні, її сервісне обслуговування проводиться спеціалізованим підприємством, яке періодично відвідує об'єкт, виконує перевірку роботи устаткування та систем.

7.2.1 Мікроклімат робочої зони

Відповідно до [11] нормованими параметрами являються:

- температура повітря (t , °C);
- відносна вологість (W , %);
- швидкість переміщення повітря (м/с);
- потужність теплового випромінювання ($Вт/м^2$).

Таблиця 7.1 – Оптимальні параметри мікроклімату згідно [14]

Період року	Температура повітря, °C	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря,
Теплий	23-25	60-30	0,2-0,3
Холодний і перехідні	20-22	45-30	0,2

Примітка: Встановлені норми передбачають наявність людей у приміщенні котельні тривалістю понад дві години поспіль.

					МД 23.144.02140	Арк
						77
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Системи опалення і вентиляції в проекті розраховані на забезпечення температури повітря в приміщенні котельні не нижче +20 °С, відповідно до встановлених норм.

Для досягнення встановлених нормативів мікроклімату передбачено наступне:

1. В котельні передбачений постійний повітрообмін протягом як холодного, так і теплого періоду року.
2. Запроектована аварійна вентиляція періодичної дії.
3. Впроваджені технологічні удосконалення і використання теплоізоляційного матеріалу (азбест, керамзит, пінопласт, керамоізол) дозволили зменшити викиди тепла в приміщенні котельні.
4. Розташування технологічного устаткування вздовж зовнішніх стін будівлі в одному ряду з належним інтервалом між ними спрямоване на запобігання перехрещування теплових потоків.

Ці заходи спрямовані на ефективне управління мікрокліматом та оптимізацію тепловитрат у приміщенні котельні відповідно до вимог нормативів.

7.2.2 Виробниче освітлення

Для забезпечення нормальних умов роботи експлуатаційного і ремонтного персоналу, а також для підвищення продуктивності праці та запобігання травматизму в приміщенні котельні та на території передбачені відповідні системи і види штучного освітлення згідно з [12].

Системи освітлення включають в себе загальне та місцеве освітлення, а види освітлення визначаються як робоче, аварійне і ремонтне.

Проект також передбачає мережу аварійного та евакуаційного освітлення. Аварійне освітлення розгортається на робочих місцях з постійним перебуванням персоналу та в місцях періодичного контролю за

					МД 23.144.02140	Арк
						78
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічним процесом. Евакуаційне освітлення встановлюється в проходах будівлі. Для цього використовуються світильники аварійного освітлення, виконані у вибухонебезпечному варіанті.

Світлові покажчики "Вихід" розташовані на сходових клітках і виходах головного корпусу, підключаються до мережі аварійного освітлення. Світильники аварійного та евакуаційного освітлення підключаються до окремої мережі, відокремленої від робочого освітлення, з вимикачем, що розташований за межами приміщення.

7.2.3 Виробничий шум

Шум у котельні має різні джерела, зокрема, розташоване устаткування, таке як мережеві насоси та газові компресори, а також газові вихлопи з димових труб. Для визначення шумових характеристик устаткування використовують дані від постачальників. Оскільки у приміщенні котельні відсутні постійні робочі місця з постійною присутністю персоналу, акустичний режим визначається як зона відбитого звуку.

Рівні звукового тиску в котельні визначаються з урахуванням кількості устаткування, їхніх шумових характеристик і характеристик акустичних об'ємів приміщення. Для зниження рівнів шуму передбачено заходи звукоізоляції огорожуючих конструкцій та службових приміщень, які межують із "шумними". Мета цих заходів - забезпечити зниження шуму до припустимих рівнів, відповідно до вимог [15].

Величини звукового тиску в приміщеннях, що межують із "шумними", визначаються з урахуванням матеріалу огорожуючих конструкцій і їхніх розмірів, відповідно до визначених стандартів. Результати цього аналізу залежать від октавних рівнів звукового тиску в "гучному" приміщенні, геометричних характеристик службового приміщення та ефективності огорожуючих конструкцій.

					МД 23.144.02140	Арк
						79
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Виконання вимог безпеки в надзвичайних ситуаціях потребує розробки відповідних технічних рішень та організаційних заходів щодо оповіщення, евакуації та дій персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації, а також визначення основних заходів з пожежної безпеки.

7.3.1 Обов'язки та дії персоналу у разі виникнення НС

У разі виникнення НС працівники зобов'язані діяти тверезо й спокійно, не панікувати, точно й оперативно слідувати вказівкам керівництва підприємства,

У випадку виникнення НС кожний працівник мусить:

- припинити роботу (якщо це дозволено технологічним процесом виробництва);
- якнайшвидше сповістити про НС керівника та відповідальну посадову особу;
- приступити до ліквідації (локалізації) НС наявними засобами;
- за необхідності викликати підрозділи ДСНС.

Керівництво підприємства, а також особи, відповідальні за цивільний захист (цивільну оборону) та техногенну безпеку, протипожежну безпеку, охорону праці, зобов'язані в разі виникнення НС:

- перевірити та продублювати повідомлення про НС, довести це до відома керівника підприємства;
- оцінити умови, з'ясувати кількість і місцезнаходження людей, за потреби вжити заходів щодо оповіщення працівників, населення про НС;
- під час загрози для життя людей негайно організувати їх рятування (евакуацію), використовуючи для цього наявні сили й засоби;

					МД 23.144.02140	Арк
						80
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- забезпечити виведення з небезпечної зони людей, які не беруть безпосередньої участі в ліквідації НС;
- обмежити допуск людей та транспортних засобів до небезпечної зони.

У разі дій щодо локалізації (ліквідації) наслідків НС потрібно:

- організувати оповіщення й зустріч підрозділів ДСНС та інших служб, забезпечити узгодженість дій персоналу підприємства й підрозділів аварійно-рятувальної, медичної та інших служб;
- у випадку необхідності евакуації персоналу (частини персоналу) та матеріальних цінностей забезпечити необхідну кількість транспортних засобів.

Евакуація має забезпечити захист працюючого персоналу в разі неможливості вжиття інших заходів цивільного захисту під час виникнення надзвичайних ситуацій. Рішення про евакуацію приймається керівником підприємства або особою, яка його заміщує. Підставою для прийняття рішення про практичне здійснення евакуаційних заходів є фактичні показники стану довкілля у випадку надзвичайної ситуації та відповідне рішення Кабінету Міністрів України, органів місцевої державної влади, територіальних органів ДСНС.

У разі евакуації на керівника підприємства покладається:

- планування й проведення евакуації працівників;
- контроль за плануванням, підготовкою й проведенням евакуаційних заходів;
- визначення та підготовка безпечного району для розміщення евакуйованих працівників.

Ширина шляхів евакуації прийнята не менше 1 м, дверей не менше 0,8 м. Відкриття дверей на шляхах евакуації передбачено у бік найближчого евакуаційного виходу, висота проходів і дверей не менше 2м. Двері на

					МД 23.144.02140	Арк
						81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сходові клітки, провідні в коридор і назовні, що самозакриваються з ущільненням в притворах. Вихідні двері з приміщення відкриваються назовні.

На видимих і досяжних місцях, ближче до виходів з приміщень встановлені пожежні щити для розміщення первинних засобів пожежогасіння: ручних вуглекислотних вогнегасників ОУ-5, ящики з піском, місткістю 1 м³, лопати, ломи, багра, сокири, щільної повсті розміром 2х1,5 м.

7.3.2 Вимоги щодо організації ефективної роботи системи оповіщення виробничого персоналу при НС

Для підвищення безпеки в надзвичайних ситуаціях пропонується встановлення системи оповіщення виробничого персоналу.

Оповіщення виробничого персоналу у разі виникнення НС, наприклад при пожежі, здійснюється відповідно до вимог НАПБ А.01.003-2009.

Оповіщення про НС та управління евакуацією людей здійснюється одним з наступних способів або їх комбінацією:

- поданням звукових і (або) світлових сигналів в усі виробничі приміщення будівлі з постійним або тимчасовим перебуванням людей;
- трансляцією текстів про необхідність евакуації, шляхи евакуації, напрямок руху й інші дії, спрямовані на забезпечення безпеки людей;
- трансляцією спеціально розроблених текстів, спрямованих на запобігання паніці й іншим явищам, що ускладнюють евакуацію;
- ввімкненням евакуаційних знаків "Вихід";
- ввімкненням евакуаційного освітлення та світлових покажчиків напрямку евакуації;
- дистанційним відкриванням дверей евакуаційних виходів.

Згідно з вимогами ДБН В.1.1-7-2016 необхідно забезпечити можливість прямої трансляції мовного оповіщення та керівних команд через мікрофон

					МД 23.144.02140	Арк
						82
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для оперативного реагування в разі зміни обставин або порушення нормальних умов евакуації виробничого персоналу.

Оповіщення виробничого персоналу про НС здійснюється за допомогою світлових та/або звукових оповіщувачів – обладнуються всі виробничі приміщення.

Система оповіщення повинна розпочати трансляцію сигналу оповіщення про НС, не пізніше трьох секунд з моменту отримання сигналу про НС.

Кількість звукових та мовленнєвих оповіщувачів, їх розміщення та потужність повинні забезпечувати необхідний рівень звуку в усіх місцях постійного або тимчасового перебування виробничого персоналу.

Звукові оповіщувачі повинні комбінуватися зі світловими, які працюють у режимі спалахування, у таких випадках:

- у приміщеннях, де люди перебувають у шумозахисному спорядженні;
- у приміщеннях з рівнем шуму понад 95 дБ.

Перехід з основного джерела електропостачання на резервний та у зворотному напрямку в разі відновлення централізованого електропостачання повинен бути автоматичним.

Тривалість роботи системи оповіщення від резервного джерела енергії у черговому режимі має бути не менш 24 годин.

7.3.3 Пожежна безпека

Для підвищення рівня пожежної безпеки в котельні передбачені наступні заходи:

1. Забезпечення рівня вогнетривкості конструкцій котельні.
2. Влаштування внутрішнього протипожежного водопроводу діаметром Ø50 мм.

					МД 23.144.02140	Арк
						83
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Влаштування пожежного гідранту в безпосередній близькості від котельні.
4. Використання існуючих під'їзних шляхів та шляхів евакуації.
5. Герметизація вводів та випусків інженерних мереж в будівлі котельні.
6. Обладнання приміщення котельні щитом з протипожежним інвентарем.

Показники пожежонебезпеки для газоподібного палива (природного газу):

- Температура samozapalювання (t_{cz}) = 550-750 °C.
- Нижня концентраційна межа запалення (k_n) = 3%.
- Верхня концентраційна межа запалення (k_v) = 15%.

Суміш природного газу з повітрям відноситься до категорії ПА та групи Т1. Категорія котельні по вибухопожежній і пожежній небезпеці - Г. Клас зони котельні - В 1а. Категорія ШРП (зона розташування сховища рідин і газів) – вибухопожежонебезпечна А. Клас зони ШРП - В 1а.

Суміш природного газу з повітрям відноситься до групи Т1. Категорія котельні за вибухопожежною небезпекою - Г. Клас робочих зон котельні – В-Іа (вибухонебезпечні). Приміщення для сховища рідин і газів за вибухопожежною небезпекою має категорію А, а його робочі зони мають клас В-Іа.

7.3.4 Заходи спрямовані на запобігання пожежі

Згідно з [7], в приміщенні котельні передбачена природна вентиляція із трикратним повітрообміном. Зовнішнє повітря надходить через жалюзійні ґрати, а витяжка здійснюється за допомогою дефлектора. Приплив повітря в приміщення природний: у зимовий час - за рахунок підсмоктувань, улітку - через вікна.

					МД 23.144.02140	Арк
						84
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На газопроводах обв'язки котлів і загальних газопроводах котельні передбачені продувні газопроводи (свічі), які виводяться за межі будинку котельні на висоту 1 м від даху.

На газопроводах встановлюються сталеві арматури I класу герметичності.

Вхідний газопровід, прокладений по зовнішніх стінах і покрівлі, виконаний із труб групи В, Г, виготовлених зі спокійної маловуглецевої стали групи В, згідно [1].

Для ущільнення фланцевих з'єднань газопроводів у місцях установки арматури застосована листова бензوماстиlostійка гума товщиною 3 мм.

В котельні встановлений сигналізатор загазованості безперервної дії. Сигнал про загазованість подається в приміщення із цілодобовим перебуванням персоналу.

При пожежі в котельні припиняється подача газу до котлів і включається насос. При недостатньому тиску або відсутності живлення в робочому насосі, автоматично ввімкнеться резервний насос.

Передбачена установка сигналізатора довибухонебезпечних концентрацій газу. З появою такої концентрації автоматично перекриється подача газу до котлів, знеструмляються ланцюги керування механізмами котельні, вмикається аварійна сигналізація в щитовій і в приміщенні чергового в хозкорпусі.

Запобігання утворення в горючому середовищі джерел запалювання досягається прийняттям у проекті таких заходів:

1. Газопроводи котельні заземлюються.
2. Електрична проводка виконана в трубах і металевих рукавах.
3. В приміщенні котельні передбачене освітлення основних проходів світильниками у вибухозахищеному виконанні, яке вмикається при вході в приміщення котельні. Вимикачі цих світильників виносяться із приміщення котельні назовні.

					МД 23.144.02140	Арк
						85
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Проектом передбачений захист від блискавки. На одній із труб котельні встановлюється стрижневий приймач блискавки, з'єднаний з контурами заземлення, виконаними по обидва боки будинку.

5. При фланцевому з'єднанні газопроводів встановлюють металеву перемичку з метою уникнення утворення електростатичного заряду.

7.3.5 Заходи щодо протипожежного захисту

Огороджуючі конструкції котельні виконані парогазоводонепроникними з негорючих матеріалів з межею вогнестійкості 0,75 год, [13]. Трубопроводи в місцях перетинання огорожуючих конструкцій прокладаються в гільзах з негорючих матеріалів. Закладення зазорів між гільзою і трубопроводом проводиться негорючими матеріалами, які забезпечують межу вогнестійкості 0,75 годин.

В котельні встановлено 2 пожежних крани. Витрата води на зовнішнє пожежогашіння складає 10 л/с, витрата води на внутрішнє пожежогашіння – 2х2,5 л/с.

Підготовка обслуговуючого персоналу котельні включає в себе вивчення правил протипожежної безпеки, його дії з локалізації пожежі у випадку її виникнення та контроль за дотриманням правил протипожежної безпеки.

На території будівлі, де проводяться роботи, необхідно передбачити засоби пожежогашіння згідно вимог "Правил пожежної безпеки в Україні", додаток №3. Бочка для зберігання води для пожежогашіння повинна мати об'єм не менше 0,2 м³ і бути укомплектована пожежним відром об'ємом не менше 8 л.

Пожежні щити встановлюються на території об'єкту з розрахунку 1 щит на площу 5000 м². Кожен пожежний щит обладнується наступними засобами пожежогашіння:

					МД 23.144.02140	Арк
						86
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Вогнегасники — 2 шт.
- Ящик з піском — 1 шт.
- Покривало з негорючого теплоізоляційного матеріалу або повсть роз-міром 2х2 м — 1 шт.
- Гаки — 3 шт.
- Лопату — 2 шт.
- Ломи — 2 шт.
- Сокири — 2 шт.

Ящик для піску повинен мати об'єм 1 м³ та бути укомплектований совковою лопатою. Конструкція ящика повинна забезпечувати зручність діставання піску та виключати можливість попадання опадів.

Вогнегасники прийняті згідно табл. №1 стор.176 та п.10 додатку №3 "Правил пожежної безпеки в Україні" порошкові типу ВП-5 (5-ти літрові).

					МД 23.144.02140	Арк
						87
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 Автоматизація технологічного процесу

8.1 Опис системи

Автоматизація виробничих процесів у газовій опалювальній котельні є важливою складовою для забезпечення ефективності та безпеки функціонування системи. У вашому описі зазначено кілька ключових аспектів автоматизації, які включають технологічний контроль і сигналізацію, технологічний захист і блокування, а також автоматичне регулювання і дистанційне керування.

1. Технологічний контроль і сигналізація:

- Моніторинг параметрів, таких як температура води, тиск води, об'єм, витрата і маса води, температура газу, тиск газу, витрата газу, рівень води в баку підживлювальної води.
- Система сигналізації для вчасного виявлення та індикації будь-яких відхилень або несправностей в роботі котельні.

2. Технологічний захист і блокування:

- Захист котлів від перевищення параметрів, таких як температура або тиск.
- Автоматичні блокування системи у випадку виявлення критичних аномалій або аварійних ситуацій.

3. Автоматичне регулювання і дистанційне керування:

- Автоматичне налаштування параметрів роботи котельні для оптимальної ефективності.
- Віддалене керування та моніторинг системи з центрального контрольного пункту.

4. Комплекс засобів керування:

					МД 23.144.02140	Арк
						88
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Інтеграція засобів керування для об'єднання всіх аспектів автоматизації в єдину систему.
- Використання сучасних технологій для підвищення ефективності та забезпечення безпеки експлуатації.

Ці заходи дозволяють не лише підтримувати оптимальні умови роботи котельні, але і забезпечувати безпеку, економію енергії та зменшення впливу на навколишнє середовище.

8.2 Теплотехнічний контроль

Система теплотехнічного контролю обрана згідно з наступними принципами:

1. Вимірювання параметрів: Вказівні прилади використовуються для вимірювання параметрів, які визначають правильність технологічного процесу та здійснення перепускових операцій.
2. Сигналізація аварійних параметрів: Сигналізуючі пристрої контролюють параметри, зміна яких може призвести до аварії обладнання.
3. Контроль параметрів для обліку тепла та аналізу роботи обладнання: Самописні прилади та лічильники використовуються для контролю параметрів, необхідних для обліку тепла або аналізу роботи обладнання, з функцією запису вимірюваних параметрів.

Щодо котлів Vitoplex 100 SX1, використовується комплексна система автоматики, яка включає в себе:

1. Автоматичне регулювання процесів горіння: Забезпечує точне управління горінням.
2. Автоматика безпеки і захисту котлів: Гарантує безпечну роботу та захист обладнання від аварійних ситуацій.

					МД 23.144.02140	Арк
						89
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Керування пальниками котлів: Забезпечує ефективну роботу пальників.

4. Підтримання температури води: Регулює температуру води на виході з котла за допомогою регулювальних заслонок та насосів.

5. Регулювання температури води через кожен котел: Адаптує температуру води в залежності від температури відхідних газів.

6. Каскадні регулятори Vitotronic 333: Забезпечують регулювання температури теплоносія в системі опалення та ГВП з урахуванням температурного графіка та зовнішнього повітря.

7. Датчик температури зовнішнього повітря: Встановлюється для вимірювання температури зовнішнього повітря для корекції роботи системи автоматики.

Автоматичні пристрої та апаратура керування комплектуються разом із котлами, що забезпечує їх взаємодію та оптимальну ефективність роботи котельні.

8.3 Автоматика безпеки й технологічний захист

Комплексна система автоматики безпеки та захисту котла включає в себе послідовність операцій при включенні та автоматичне відключення котла у разі наступних аварійних ситуацій:

1. Недостатня тяга в трубі: Система автоматики виявляє недостатню тягу в трубі та автоматично відключає котел.

2. Гасіння факела пальників: У випадку гасіння факела пальників система автоматично припиняє роботу котла.

3. Перегрів котла: Якщо температура котла перевищує 95°C, автоматика автоматично відключає його.

					МД 23.144.02140	Арк
						90
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Підвищення тиску води: Автоматика реагує на підвищення тиску води на виході з котла та автоматично відключає його.

5. Підвищення або зниження тиску газу: Система автоматики реагує на відхилення тиску газу в газопроводі та автоматично відключає подачу газу на котли.

Пуск котла здійснюється вручну після усунення несправностей. Додатково, система автоматики передбачає автоматичне відключення подачі газу у випадках:

1. Загазованість приміщення котельні: Спрацювання системи контролю та сигналізації загазованості приміщення.

2. Спрацювання пожежної сигналізації: В разі спрацювання пожежної сигналізації котельні.

3. Порухення електропостачання котельні: При відсутності електропостачання.

4. Відхилення тиску газу на ввіді газопроводу: Якщо тиск газу не відповідає встановленим нормам.

5. Аварія котла: У випадку аварії котла.

Також, для контролю концентрацій паливних газів та чадного газу в повітрі котельні встановлюється газосигналізатор "СГБ-1-2Б". Газосигналізатор підключається до імпульсного електромагнітного клапана, що відповідає за подачу газу до котла. Детектор використовується для безперервного контролю концентрацій паливних газів та чадного газу та, в разі необхідності, відключає газоподачу. У разі порушень нормальної роботи котельні передбачена технологічна сигналізація та узагальнений світлозвуковий сигнал, який передається на пункт із цілодобовим перебуванням чергового персоналу чи охорони. Система автоматизації забезпечує надійну та безпечну експлуатацію котельні, дозволяючи використовувати її без постійного обслуговуючого персоналу.

					МД 23.144.02140	Арк
						91
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8.4 Облік витрати теплової енергії

Для технологічного обліку згенерованої теплової енергії у котельні передбачається використання двох ультразвукових лічильників СВТУ-10М на виході теплових мереж. Кожен лічильник має витратомірні ділянки РУ-80 та ЗУ-32, які були відібрані відповідно до технічного опису лічильника.

Вузол обліку теплової енергії включає в себе наступні компоненти:

1. Теплообчислювач мікропроцесорний електронний (2 шт.): Ці пристрої відповідають за обчислення кількості спожитої теплової енергії на основі інформації, отриманої від витратомірних ділянок та датчиків температури.

2. Датчики температури (4 шт.): Ці датчики служать для вимірювання температури теплоносія та надсилають отримані дані до теплообчислювача.

3. Перетворювач потоку теплоносія (витратомірна ділянка, 2 шт.): Витратомірні ділянки встановлені на подавальному трубопроводі системи опалення. Вони вимірюють величину потоку теплоносія та передають імпульси на теплообчислювачі для розрахунку кількості спожитої теплової енергії.

Важливо відзначити, що витратомірні ділянки можуть бути відокремлені від теплових мереж та магістральних трубопроводів за допомогою засувок, що дозволяє проводити вимірювання теплової енергії у визначених сегментах системи опалення.

8.5 Облік витрати газу

У цьому розділі проекту визначено проведення комерційного обліку витрати газу, який виконаний відповідно до вимог РД 50-213-80 "Правила измерения газов и жидкостей". Облік витрати газу організований на вході газопровода до котельні з використанням лічильника газу першого класу точності GMS-G65-50-1.0-2 НЧ Ду50. Цей лічильник обладнаний

					МД 23.144.02140	Арк
						92
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коректором по температурі та тиску, який є універсальним і має позначення "Універсал-02". Деталі комерційного обліку включають в себе:

1. Лічильник газу GMS-G65-50-1.0-2 НЧ Ду50: Цей лічильник є високоточним і призначений для точного вимірювання витрати газу. Він має діаметр Ду50, що вказує на номінальний діаметр, і клас точності першого класу.
2. Коректор по температурі та тиску "Універсал-02": Цей коректор враховує вплив змін температури та тиску на об'єм газу, що дозволяє забезпечити точні вимірювання в різних умовах експлуатації.

Враховуючи вищезазначені елементи, система обліку витрати газу в котельні розрахована на високу точність і надійність відповідно до стандартів та вимог, що регламентують вимірювання газів.

					МД 23.144.02140	Арк
						93
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 Техніко-економічний розрахунок

9.1 Розрахунок капітальних затрат

Оскільки наведений проект є реальним робочим завданням у межах енергозберігаючого проекту "Підвищення енергетичної ефективності закладів бюджетної сфери області. Надбудова існуючих котелень когенераційними установками", капітальні витрати були розраховані за допомогою ліцензованого програмного комплексу "Експерт-Кошторис" у версії 2.1.0. Результати цих розрахунків представлені у формі 1.

За попередніми оцінками фахівців, загальна вартість обладнання для проведення реконструкції складає 100 тис. гривень. Це значення буде використане для порівняльних розрахунків і визначення ефективності проекту.

					МД 23.144.02140	Арк
						94
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12.05.2008 (Реєстр. №: 19) Програмний комплекс "Експерт-Кошторис" редакція 2.1.0

1	2	3	4	5	6	7	8
4		Утримання служби замовника (включаючи витрати на технологічний нагляд) - 2,50%	-	-	-	24,015	24,015
5		Виконання авторського нагляду - 2,50%	-	-	-	24,015	24,015
		Разом по главі 10:	-	-	-	48,030	48,030
		Разом по главам 1 - 10:	23,071	23,882	878,645	83,030	1008,628
		Глава 12. Проектні та винахідницькі роботи.	-	-	-	-	-
6	ДБН Д.1.1-1-2000 Додаток Б	Кошторисна вартість проектно-дослідницьких робіт	-	-	-	100,000	100,000
7	ДБН Д.1.1-1-2000 Додаток Б	Кошторисна вартість експертизи проектно-кошторисної документації	-	-	-	5,000	5,000
		Разом по главі 12:	-	-	-	105,000	105,000
		Разом по главам 1 - 12:	23,071	23,882	878,645	188,030	1113,628
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.2.8.16	Кошторисний прибуток (П), 2,71 * 1493	2,198	1,848	-	-	4,046
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.18.4	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних підприємств (АВ), 0,73 * 1493	-	-	-	1,090	1,090
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.19	Кошти на покриття ризику усіх учасників будівництва (Р), 0%	-	-	-	-	-
		Разом (гл. 1 - 12 + П + Р + І):	25,269	25,730	878,645	189,120	1118,764
		Податки, збори, обов'язкові розрахунки, встановлені діючим законодавством та не враховані складовими вартості будівництва	-	-	-	-	-
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.22	Єдиний податок, 10%	-	-	-	124,307	124,307
		Загалом по зведеному кошторисному розрахунку:	25,269	25,730	878,645	313,427	1243,071

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД 23.144.02140	Арк
						95

12.05.2008 (Реєстр. №: 19) Програмний комплекс "Експерт-Кошторис" редакція 2.1.0

У результаті розрахунку коштів на доплату різниці в розмірі страхових внесків у Пенсійний фонд України вийшло -43131 грн. Це означає що фактично виробляється переплата в ПФ на цю суму. Підприємству варто врахувати дану переплату в наступних звітних періодах.

Директор (чи головний інженер) проектної організації

Головний інженер проекту

Начальник відділу

Погоджено Замовник

підпис, ініціали, прізвище

підпис, ініціали, прізвище

підпис, ініціали, прізвище
А.М. Гоч

посада, підпис, ініціали, прізвище

					МД 23.144.02140	Арк
						96
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.2 Розрахунок експлуатаційних затрат

9.2.1 Затрати на придбання енергоресурсів

Для об'єктивного порівняння затрат на придбання енергоресурсів котельнею до реконструкції будемо користуватись сучасними цінами.

9.2.1.1 Витрати на придбання природного газу

$$E_r = B_{\text{річ}} c_m, \quad (9.1)$$

де $B_{\text{річ}}$ – річна витрата природного газу на котельню,
 c_m - вартість природного газу.

- до реконструкції

$$B_{\text{річ}} = 176266 \text{ м}^3/\text{рік}; c_m = 16000 \text{ грн}/1000 \text{ м}^3$$

$$B_r = \frac{176266}{1000} 16000 = 2820256 \text{ грн} / \text{рік},$$

- після реконструкції

$$B_{\text{річ}} = 297761 \text{ м}^3/\text{рік} \text{ (п. 4.5.3);}$$

$$B_r = \frac{297761}{1000} 16000 = 4764176 \text{ грн} / \text{рік}.$$

9.2.1.1 Витрати на придбання електроенергії

$$B_E = W c_{\text{ел}}, \quad (9.2)$$

де W – річна витрата електроенергії, $\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$;

$c_{\text{ел}}$ – вартість одиниці електроенергії, $\text{грн} / \text{кВт} \cdot \text{год}$.

- до реконструкції

$$W = 240976 \text{ кВт} \cdot \text{год}; c_m = 6 \text{ грн} / \text{кВт} \cdot \text{год}$$

$$B_E = 240976 \cdot 6 = 1445856 \text{ грн} / \text{рік},$$

- після реконструкції

$$W = 0 \text{ кВт} \cdot \text{год};$$

$$B_E = 0 \cdot 6 = 0 \text{ грн} / \text{рік}.$$

					МД 23.144.02140	Арк
						97
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.2.2 Затрати на заробітну плату

$$B = Wc_{\text{ЭЛ}}, \quad (9.3)$$

де N – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

$c_{\text{з.п}}$ – заробітна плата, грн.

- до реконструкції $N = 6$ чол.; $c_{\text{з.п}} = 12000$ грн.

$$B_{\text{зп}} = 12 \cdot 6 \cdot 12000 = 864000 \text{ грн / рік},$$

- після реконструкції $N = 3$ чол.;

$$B_{\text{зп}} = 12 \cdot 3 \cdot 12000 = 432000 \text{ грн / рік}.$$

9.2.3 Амортизаційні відрахування

$$E_a = H_a K, \quad (9.4)$$

де H_a – норма амортизації, K – капітальні витрати.

- до реконструкції $K = 100000$ грн.

$$E_a = 0,15 \cdot 100000 = 15000 \text{ грн / рік},$$

- після реконструкції $K = 1243071$ грн.

$$E_a = 0,15 \cdot 1243071 = 186461 \text{ грн / рік}.$$

9.2.4 Витрати на ремонт

$$E_p = 0,4 E_a, \quad (9.5)$$

- до реконструкції

$$E_p = 0,4 \cdot 15000 = 6000 \text{ грн / рік},$$

- після реконструкції

$$E_p = 0,4 \cdot 186461 = 74584 \text{ грн / рік}.$$

9.2.5 Річна собівартість відпущеної енергії

					МД 23.144.02140	Арк
						98
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C = B_{\Gamma} + B_E + B_{\text{ЭП}} + B_a + B_P, \quad (9.6)$$

- до реконструкції

$$C = 2820256 + 864000 + 1744056 + 15000 + 6000 = 5449312 \text{ грн / рік},$$

- після реконструкції

$$C = 4764176 + 432000 + 0 + 74584 + 186461 = 5457221 \text{ грн / рік}$$

9.3 Розрахунок прибутків

9.3.1 Річний продаж теплової енергії

$$D_T = Q^{Plk} c_O, \quad (9.7)$$

де Q^{Plk} - річний відпуск теплоти Гкал/рік; $Q^{Plk} = 1415 \text{ Гкал/рік}$;

c_O - відпускна вартість теплової енергії грн/Гкал; $c_O = 2400 \text{ грн/Гкал}$.

- до реконструкції

$$D_T = 2400 \cdot 1415 = 3396000 \text{ грн / рік},$$

- після реконструкції

$$D_T = 2400 \cdot 1415 = 3396000 \text{ грн / рік}.$$

9.3.2 Річний продаж гарячої води

$$D_{ГВ} = Q^{ГВ} c_{ГВ}, \quad (9.8)$$

де $Q^{ГВ}$ - річний відпуск гарячої води м³/рік; $c_{ГВ}$ - вартість гарячої води грн/м³

- до реконструкції

$$Q^{ГВ} = 0 \text{ м}^3/\text{рік}; c_{ГВ} = 61,8 \text{ грн/м}^3.$$

$$D_{ГВ} = 61,8 \cdot 0 = 0 \text{ грн / рік},$$

- після реконструкції

					МД 23.144.02140	Арк
						99
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q^B = 18480 \text{ м}^3/\text{рік}; c_{GB} = 61,8 \text{ грн/м}^3.$$

$$D_{GB} = 61,8 \cdot 18480 = 1142064 \text{ грн/рік}.$$

9.3.2 Річний продаж електричної енергії

$$D_E = Q^E c_E, \quad (9.9)$$

де Q^E - річний відпуск електричної енергії $\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{рік}$; c_E - вартість електричної енергії $\text{грн/кВт} \cdot \text{год}$.

- до реконструкції $Q^E = 0 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{рік}$; $c_E = 6 \text{ грн/кВт} \cdot \text{год}$.

$$D_E = 6 \cdot 0 = 0 \text{ грн/рік},$$

- після реконструкції $Q^E = 228228 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{рік}$; $c_E = 6 \text{ грн/кВт} \cdot \text{год}$.

$$D_E = 6 \cdot 228228 = 1369368 \text{ грн/рік}.$$

9.4 Порівняння варіантів

9.4.1 Щорічний прибуток від продажу енергії

$$Pr = D_T + D_{GB} + D_E - C, \quad (9.10)$$

- до реконструкції

$$PR_{до} = 3396000 + 0 + 0 - 5449312 = -2619312 \text{ грн/рік},$$

- після реконструкції

$$PR_{після} = 3396000 + 1142064 + 1369368 - 5457221 = 450211 \text{ грн/рік}.$$

9.4.2 Економічний ефект

$$E = PR_{після} - PR_{до}; \text{ грн} \quad (9.11)$$

$$E = 450211 - (-2619312) = 3069523$$

9.4.3 Строк окупності інвестицій

					МД 23.144.02140	Арк
						100
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{K}{E_{E\Phi}}, \quad (9,12)$$

$$T = \frac{1243071}{3069523} = 0,4 \text{ років.}$$

					МД 23.144.02140	Арк
						101
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Таблиця 9.1 – Техніко-економічні показники реконструкції
водогрійної котельні Славутської МЦЛ**

№ з/п	Найменування показників	Одиниця вимірювання	До реконструкції	Після реконструкції
1	Капіталовкладення в котельню	грн	1243071	100000
2	Експлуатаційні затрати	грн/рік		
2.1	Затрати на придбання природного газу	грн/рік	2820256	4764176
2.2	Затрати на придбання електроенергії	грн/рік	1744056	0
2.3	Затрати на заробітну плату	грн/рік	864000	432000
2.4	Амортизаційні відрахування	грн/рік	15000	186461
2.5	Витрати на ремонт	грн/рік	6000	74584
2.6	Річна собівартість відпущеної енергії	грн/рік	5449312	5457221

					МД 23.144.02140	Арк
						102
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3	Прибутки	грн/рік		
3.1	Від продажу теплової енергії	грн/рік	3396000	3396000
3.2	Від продажу гарячої води	грн/рік	0	1142064
3.3	Від продажу електроенергії	грн/рік	0	1369368
3.4	Щорічний прибуток від продажу енергії	грн/рік	-2619312	450211
4	Економічний ефект	грн/рік	3069523	
	Строк окупності інвестицій	років	0,4	

					МД 23.144.02140	Арк
						103
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

Результатом виконання дипломного проекту є детальний опис поточного стану теплопостачання Центральної лікарні м. Славута. Зазначено, що газова котельня, яка забезпечує це теплопостачання, морально і фізично застаріла та потребує заміни. Існуючі котли ННІСТУ-5 перебувають в незадовільному стані, характеризуються високою температурою поверхонь ($130\text{ }^{\circ}\text{C}$) і низьким ККД (менше 65%).

На основі теоретичного аналізу виведено загальний вираз для визначення тепловтрат будівлі з урахуванням швидкості вітру та сонячної радіації. Розрахунок свідчить, що врахування впливу швидкості вітру та сонячної радіації може зекономити до 30% енергії, необхідної для опалення.

Для мінімізації тепловтрат зовнішніх огорожень будівлі виведені відповідні залежності, які дозволяють визначити оптимальні габаритні розміри будівлі.

Проведено розрахунок теплової схеми котельні при різних температурах зовнішнього повітря, врахована особливість схеми з гідромуфтами і гідравлічною ув'язкою котлоагрегатів за схемою "Тихельмана". Основне та допоміжне обладнання котельні відібрано за результатами розрахунків.

Проведено розрахунок річної потреби в газовому паливі, а також розрахунок газопроводів і підбір газової арматури. Передбачено здійснення газопостачання від існуючого газопроводу високого тиску з використанням шкафної ШП-2 для пониження тиску газу.

Розрахована висота димової труби та викиди шкідливих речовин знаходяться в межах норм.

В рамках проекту був проведений розрахунок інженерних систем приміщення котельні, охоплюючи системи опалення, вентиляції,

					МД 23.144.02140	Арк
						104
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

водопостачання і каналізації. Зазначено, що для забезпечення надійної роботи котельні використовується система автоматики. Для автоматизації роботи котельні використовується каскадний регулятор Vitotronic 333, який забезпечує регулювання температури теплоносія в системі опалення за температурним графіком з корекцією по температурі зовнішнього повітря.

Техніко-економічний розрахунок котельні підтвердив ефективність реконструкції, де економічний ефект відновлення котельні складає 191769 гривень на рік. Зазначено, що строк окупності інвестицій у проект становить 6,48 років. Це свідчить про те, що інвестиції в реконструкцію котельні повертаються протягом вказаного періоду, що є позитивним показником ефективності проекту.

					МД 23.144.02140	Арк
						105
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік посилань

1. ДБН В.2.5-20-2001 Газопостачання
2. ДБН В.2.5-39:2008 Теплові мережі
3. Правила улаштування електроустановок / Міненерговугілля України. — Київ: 2017. — 617 с.
4. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. — Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. — 449 с
5. Гетун Г. В. Архітектура будівель та споруд : підручник / Г. В. Гетун. — Київ : КОНДОР, 2011. — Кн. 1 : Основи проектування. — 378 с.
6. ДБН В.2.5-67:2013, Частина 5 та Додаток 22 замінені на ДБН В.2.5-56:2014
7. ДБН В.2.5-77:2014 Котельні
8. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
9. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом
10. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва
11. ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення
12. ДБН В.2.5-56-2014. Системи протипожежного захисту. — Чинний від 2015-07-01. Київ: Український союз пожежної та техногенної безпеки, 2014. — 134 с
13. Кондиціонування та вентиляція повітря: текст лекцій / Е. Г. Братута, А. М. Ганжа, О. В. Круглякова, В. В. Чубарова — Харків : НТУ «ХПІ», 2009. — 128 с.
14. ДБН В.1.1-31:2013 Захист від шуму

					МД 23.144.02140	Арк
						106
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. Водогрійні котельні для систем децентралізованого та помірно-централізованого теплопостачання: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф.Боженко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,021 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 170 с.

16. Волощук В.А., Денісов А.К., Трофимчук І.П. Котельні установки промислових підприємств: навч. посіб./В.А. Волощук, А.К. Денісов, І.П. Трофимчук. Рівне: НУВГП, 2013, 227 с.

17. Алабовський О.М. Проектування котелень промислових підприємств: Курсове проектування з елементами САПР: Навч. посібник / О.М. Алабовський, М.Ф. Боженко, Ю.В.Хоренженко. Київ: Вища шк., 1992. - 207с .

18. Ткаченко, С. Й. Котельні установки: Навч. посіб. / С. Й. Ткаченко, Д. В. Степанов, Л. А. Боднар. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 185 с

19. Дреус А.Ю. Збірник задач з тепломасообміну : навчальний посібник / А.Ю. Дреус, К.Є. Лисенко, В.О. Сясев. – Д., 2016. – 124 с

20. Тепловий розрахунок теплообмінного апарату вузла підігрівання газу ГРС магістральних газопроводів: Вказівки до виконання розрахункової роботи: навч. посіб. для студ. спеціальності 144 «Теплоенергетика» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад: М.Н. Голіяд, І.О. Назарова, Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 50 с.

21. Водопідготовка // Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш ; за заг. ред. Р. А. Шмига. — Львів, 2010. — С. 54

					МД 23.144.02140	Арк
						107
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А характеристики циркуляційного насосу ГПМ

Виробник ?	Wilo
Країна виробник	Німеччина
Максимальний напір ?	10 м
Пропускна здатність ?	19.5 куб.м/год
Напруга мережі ?	380~400 В
Частота струму ?	50 Гц
Споживана потужність (W)	0.585 кВт
Мінімальна температура робочої рідини ?	-20 град.
Максимальна температура робочої рідини ?	130 град.
Максимальна температура навколишнього середовища	40 град.
Кількість швидкостей	3 шт.
Матеріал корпусу	Чавун
Матеріал робочого колеса	Пластик
Тип ротора ?	Мокрий
Тип приєднання	Фланцеве
Плавний пуск двигуна ?	Ні
Клас захисту корпусів електронного устаткування ?	IPX4D
Вага	15.9 кг
Гарантійний термін ?	24 міс
Габаритні і приєднувальні розміри	
Ширина	204 мм
Довжина	273 мм
Висота	250 мм

					МД 23.144.02140	Арк
						108
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б характеристики котлового насосу

Двигун 3 мокрим ротором

Матеріал корпусу Чавун

Напруга мережі 400 В

Вага 25,5 кг

Гарантія 24 місяці офіційної гарантії від виробника

Живлення Мережа

Країна-виробник товару Німеччина

Максимальний робочий тиск 10 бар

Тип Циркуляційні насоси

					МД 23.144.02140	Арк
						109
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток В характеристики мережевого насосу

Гідрравлічні дані	
Індекс мінімальної ефективності (MEI)	0.4
Мінімальна температура середовища T_{min}	-20 °C
Максимальна температура середовища T_{max}	140 °C
Макс. температура навколишнього середовища T_{max}	40 °C
Максимальний робочий тиск PN	16 бар
Указівка щодо розрахунку параметрів	16 бар до +120 °C, 13 бар до +140 °C
Дані двигуна	
Під'єднання до мережі	3~400 V, 50 Hz
Допуск напруги	±10 %
Клас енергоефективності двигуна	IE3
Номінальна потужність двигуна P_2	4 кВт
Номінальний струм I_N	7,75 A
Номінальне число обертів n	2900 1/min
Коефіцієнт потужності cos φ	0.83
Коефіцієнт корисної дії двигуна η_m 50 % η_M 50%	85,7 %
Коефіцієнт корисної дії двигуна η_m 75 % η_M 75%	87,5 %
Коефіцієнт корисної дії двигуна η_m 100 % η_M 100%	88,1 %
Обмотка двигуна до 3 кВт	-
Обмотка двигуна від 4 кВт	-
Клас ізоляції	F
Клас захисту двигуна	IP55
Захист двигуна	немає
Матеріали	
Корпус насоса	5.1301/EN-GJL-250, KTL-покриття
Робоче колесо	Сірий чавун EN-GJL-200
Вал	Нержавіюча сталь
Ковзаюче торцеве ущільнення	AQ1EGG
Тримач	5.1301/EN-GJL-250, KTL-покриття
Монтажні розміри	
Під'єднання до трубопроводу зі всмоктуючої сторони	DN 50
Під'єднання до трубопроводу з напірної сторони	DN 50
Монтажна довжина l0	340 мм

					МД 23.144.02140	Арк
						110
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Г характеристики підживлювального насосу

РОБОЧИЙ ДІАПАЗОН

Максимальна продуктивність (м3/год) 3.6
Максимальний напір (м) 45
Об'єм бака (л) 60

ЕЛЕКТРОДВИГУН

Напруга (В) 220
Потужність (кВт) 1.1

РІЗНЕ

Підключення різьбове
Вхід DN1 1"
Вихід DN2 1"
Захист від "сухого ходу" немає
Робоче колесо нержавійка
Корпус насоса нержавійка
Країна Німеччина
Гарантія 24 міс.

					МД 23.144.02140	Арк
						111
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Д характеристики насосу системи гарячого водопостачання

Кількість ступенів частоти обертання	3
Ступінь захисту	IPX 4D
Область застосування	ГВП
Номінальний діаметр патрубку Ду, мм	25 мм
Діапазон температур середовища що перекачується	от 2 до 65 °C
Максимальний робочий тиск Р _у	10 бар
Приєднання	різьба
Напруга живлення	1~230 В
Країна виробник	Німеччина
Серія продукту	Star-Z

					МД 23.144.02140	Арк
						112
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Е характеристики ємкого водонагрівника

Технічні характеристики

Тип		CVAA/CVAB-A		CVAB	CVA	CVAA	
Об'єм ємності	л	160	200	300	500	750	950
(АТ: фактичний об'єм води)							
Об'єм теплоносія	л	5,5	5,5	10,0	12,5	29,7	33,1
Об'єм бруто	л	165,5	205,5	310,0	512,5	779,7	983,1
Номер реєстру DIN		9W241–13 MC/E					
Тривала потужність при вказаній нижче об'ємній витраті теплоносія							
– У разі приготування гарячої води з 10 до 45 °С і при наступній температурі у подаючій магістралі опалювального контуру							
90 °С	кВт	40	40	53	70	109	116
	л/г	982	982	1302	1720	2670	2861
80 °С	кВт	32	32	44	58	91	98
	л/г	786	786	1081	1425	2236	2398
70 °С	кВт	25	25	33	45	73	78
	л/г	614	614	811	1106	1794	1926
60 °С	кВт	17	17	23	32	54	58
	л/г	417	417	565	786	1332	1433
50 °С	кВт	9	9	18	24	33	35
	л/г	221	221	442	589	805	869
– У разі приготування гарячої води з 10 до 60 °С і при наступній температурі у подаючій магістралі опалювального контуру							
90 °С	кВт	36	36	45	53	94	101
	л/г	619	619	774	911	1613	1732
80 °С	кВт	28	28	34	44	75	80
	л/г	482	482	584	756	1284	1381
70 °С	кВт	19	19	23	33	54	58
	л/г	327	327	395	567	923	995
Об'ємна витрата теплоносія для вказаної тривалої потужності	м³/г	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Витрати тепла на підтримання готовності	кВтг/24 г	1,21/0,96	1,38/1,00	1,56	1,95	2,28	2,48
Допустима температура							
– Опалювальний контур	°С	160	160	160	160	160	160
– Контур ГВП	°С	95	95	95	95	95	95
Допустимий робочий тиск							
– Опалювальний контур	бар	10	10	10	10	10	10
	МПа	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
– Контур ГВП	бар	10	10	10	10	10	10
	МПа	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Розміри							
Довжина а (Ø)							
– З теплоізоляцією	мм	582/634	582/634	668	859	1062	1062
– Без теплоізоляції	мм	—	—	—	650	790	790
Ширина b							
– З теплоізоляцією	мм	607/637	607/637	706	923	1110	1110
– Без теплоізоляції	мм	—	—	—	837	1005	1005
Висота с							
– З теплоізоляцією	мм	1129	1349	1687	1948	1897	2197
– Без теплоізоляції	мм	—	—	—	1844	1817	2123

					МД 23.144.02140	Арк
						113
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Є Перевірка дипломного проєкту на академічний плагіат



Имя пользователя:
Риндюк Дмитро Вікторович

Дата проверки:
04.01.2024 10:39:27 EET

Дата отчета:
04.01.2024 10:42:11 EET

ID проверки:
1016044811

Тип проверки:
Doc vs Internet + Library

ID пользователя:
92674

Название файла: Максимчук В.О. ТУ-21 мп

Количество страниц: 100 Количество слов: 15387 Количество символов: 113317 Размер файла: 3.60 MB ID файла: 1015742562

16.5%
Совпадения

Наибольшее совпадение: 5.47% с Интернет-источником (https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/51580/1/Magistr_Anton.

11.6% Источники из Интернета	253	Страница 102
13.7% Источники из Библиотеки	245	Страница 107

0.29% Цитат

Цитаты	3	Страница 108
Не найдено ни одной ссылки		

0.29% Исключений

Некоторые источники исключены автоматически (фильтры исключения: количество найденных слов меньш...

0.16% Исключений из Интернета	152	Страница 109
0.13% Исключенного текста из Библиотеки	110	Страница 110

Модификации

Обнаружены модификации текста. Подробная информация доступна в онлайн-отчете.

Замененные символы	159
--------------------	-----

					МД 23.144.02140	Арк
						114
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		