

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ**

Кваліфікаційна робота
другий магістерський
(рівень вищої освіти)

на тему Підвищення енергетичної ефективності котельні Бородинського мікрорайону

Виконав: студентка 2 курсу, групи 8.1449з
спеціальності 144 Теплоенергетика

освітньої програми Теплоенергетика

спеціалізації _____

(код і назва спеціалізації)

Я.О. Попенко

(ініціали та прізвище)

Керівник Бердишев М.Ю.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент д.т.н., проф. Чейлитко А.О.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Запоріжжя
2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра теплоенергетики та гідроенергетики
Рівень вищої освіти другий магістерський
Спеціальність 144 Теплоенергетика
(код та назва)
Освітня програма Теплоенергетика
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«09» грудня 2020 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ**

Попенко Яні Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Підвищення енергетичної ефективності котельні Бородинського мікрорайону

керівник роботи Бердишев Микола Юрійович к.т.н., доцент

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

затверджені наказом ЗНУ від «25» травня 2020 року № 601-с




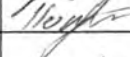

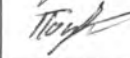
2 Строк подання студентом роботи 1.12.2020

3 Вихідні дані до роботи: м. Запоріжжя, котельня Бородинського мікрорайону, система тепlopостачання (опалення та гаряче водopостачання); аналіз споживання газу та електричної енергії.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Опис об'єкту дослідження. Основні технічні характеристики котлів, насосів та тягодуттєвих пристроїв. Аналіз роботи в 2019 році. Розробка заходів по скороченню енергоспоживання. Розрахунок фінансових показників розроблених заходів.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Презентація із 10 – 15 слайдів, що представляють основні результати роботи.

5 Консультанти розділів роботи


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Загальний	Бердишев М. Ю.		
Спеціальний	Бердишев М. Ю.		
Охорона праці	Бердишев М. Ю.		

6 Дата видачі завдання 1.06.2020


КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/П	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Опис об'єкту дослідження.	<u>1.06.-1.08.2020</u>	
2	Збір даних про основні технічні характеристики обладнання	<u>1.06- 1.08.2020</u>	
3	Аналіз роботи в 2019 році.	<u>1.06- 1.08.2020</u>	
4	Розробка заходів по скороченню енергоспоживання.	<u>1.08.-1.10.2020</u>	
5	Розрахунок фінансових показників розроблених заходів.	<u>1.10 - 1.11.2020</u>	
6	Оформлення пояснювальної записки	<u>1.11-1.12.2020</u>	

Студент  М.В. Покорний
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)  Бердишев М.Ю.
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер  Мейстер А.О.
(підпис) (ініціали та прізвище)

АННОТАЦІЯ

Попенко Я.О. Підвищення енергетичної ефективності котельні Бородінського мікрорайону.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 144 – Теплоенергетика, науковий керівник Бердишев М.Ю. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут. Факультет енергетики, електроніки та інформаційних технологій, кафедра теплоенергетики та гідроенергетики, 2020.

У роботі визначено енергоспоживання обладнання котельні, розрахунок та аналіз енергетичних показників за 2019 рік, питома витрата енергії, оцінка та пропозиції заходів по енергозбереженню, а також розробка технічних рішень з метою підвищення енергетичної ефективності.

Ключові слова : ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, КОТЕЛЬНЯ, ВИТРАТА ЕНЕРГІЇ, ЕКОНОМІЯ.

ANNOTATION

Popenko Ya.O. Improvement of energy efficiency of boiler-house of Borodino district.

Qualitative vipuskna robot for improving the level of education master for specialty 144 - Thermal power engineering, scientific kerivnik Berdishev M.Yu. Zaporizhzhya National University. Engineering Institute of Science and Science. Faculty of Power Engineering, Electronics and Information Technologies, Department of Heat Power Engineering and Hydroenergetics, 2020.

The robot has assigned the energy management of the boiler room, the analysis and analysis of energy indicators for 2019, the vitrat energy pitoma, the assessment and suggestions of entries for energy conservation, as well as the development of technical solutions.

Key words: ENERGY AUDIT, ENERGY EFFICIENCY, BOILER, STAINED ENERGY, ECONOMY.

ЗМІСТ

ВСТУП

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ

- 1.1. Характеристика котельні
- 1.2. Водопостачання та каналізація
- 1.3. Паливне господарство котельні
- 1.4. Газопостачання котельні
- 1.5. Водопідготовка та водо хімічний режим
- 1.6. Технічна схема котельні Бородінського мікрорайону
- 1.7. Основні насосні групи
- 1.8. Конструкція насосів
- 1.9. Контрольно- вимірювальні прилади і автоматика
- 1.10.Характеристика котла ТВГ-8М
 - 1.10.1. КВПіА котла ТВГ-8М
- 1.11.Характеристика котла КВГМ-50
- 1.12.Тягодутьові установки
- 1.13.Централізоване гаряче водопостачання
- 1.14.Електропостачання
- 1.15.Аналіз енергоспоживань

2. РОХРАХУНОК ТА ОЦІНКА ЗАХОДІВ ПО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЮ

- 2.1.Захід по заміні двигуна на димососі котла ТВГ-8М №1
 - 2.1.1. Розрахунок необхідного об'єма повітря для спалювання палива та кількість відхідних газів
 - 2.1.1.1. Характеристика якості палива
 - 2.1.1.2. Об'єм повітря і продуктів згоряння палива
 - 2.1.2. Розрахунок опору газового тракту
 - 2.1.3. Розрахунок продуктивності
 - 2.1.4. Розрахунок споживання потужності
 - 2.1.5. Фінансова оцінка
 - 2.1.6. Аналіз отриманих результатів
- 2.2. Захід постановці частотного регулятора на один з насосів ГВП

2.2.1. Розрахунок середніх навантажень

2.2.2. Фінансова оцінка заходу

2.2.3. Аналіз отриманих результатів

2.3. Організація роботи котла

2.3.1. Захід по зниженню енергоспоживання

2.3.2. Пристрій і робота

2.3.3. Фінансова оцінка енергозберігаючого заходу

2.3.4. Аналіз отриманих результатів

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Загальні відомості з охорони праці на підприємстві по виробленню теплової енергії

3.2. Основні шкідливі і небезпечні фактори в котельні

3.3. Заходи щодо усунення шкідливих і небезпечних факторів

3.4. Природне і штучне освітлення

3.5. Вентиляція

3.6. Пожежна безпека

ВИСНОВОК

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ ДЖЕРЕЛ

ВСТУП

Актуальність роботи - перспективи розвитку енергетики полягають в корінному вдосконаленні енергогосподарства на базі економії енергоресурсів: це широке впровадження енергозберігаючих технологій, використання вторинних енергоресурсів, економія палива та енергії на власні потреби.

Об'єкт дослідження – котельня по вулиці Товариська, 47 Бородінського мікрорайону.

Предмет дослідження – підвищення енергетичної ефективності котельні.

Мета роботи – пошук шляхів надання допомоги об'єктам енергоспоживання, для економії палива та енергії на власні потреби.

Задачі дослідження. Для досягнення поставленої мети в роботі вирішується наступні задачі:

- обстеження стану використання енергетичних ресурсів на котельні;
- розробка організаційно-технічних заходів спрямованих на зниження енергетичних ресурсів.
- економічного обґрунтування організаційно технічних заходів.

Методи та засоби дослідження. Поставлені задачі вирішувались шляхом використання математичного моделювання процесів, що досліджуються, числового експерименту, порівняльного аналізу результатів числового експерименту. В роботі була використана технічна документація роботи котельні, теплова схема котельні, параметри води, димових газів, а також нормативні дані про необхідні параметри, наведені в інших теплоенергетичних джерелах.

Наукова новизна отриманих результатів. Розрахунок режимів роботи котельні, що підвищать енергоефективність процесів виробництва тепла. Аналіз роботи вузла хімоводоочищення, для підвищення якості води. Аналіз роботи тепло утилізатора, що зменшить температуру димових газів.

Особистий внесок здобувача. Теоретичні дослідження, виконані безпосередньо автором спільно із співробітниками Інженерного інституту Запорізького Національного Університету. Автору належить основні ідеї роботи, постановка завдання, обґрунтування основних припущень, теоретичні

викладки та аналіз отриманих результатів і формування висновків за результатами дослідження.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота включає вступ, три розділи, висновки та перелік джерел посилань з 41 позицій. Загальний обсяг складає 95 сторінок, у тому числі 11 ілюстрацій та 27 таблиць.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ

1.1 Характеристика котельні

Котельня Бородинського мікрорайонна призначена для вироблення тепла, використовуваного для опалення Бородінського та Осіпеньківського мікрорайонну, а гаряче водопостачання тільки Бородінського мікрорайонна. Система опалення на два мікрорайонна двохтрубна з якісним регулюванням відпуску тепла в залежності від температури зовнішнього повітря, по температурному графіку 130-70°C. Система гарячого водопостачання Бородінського мікрорайону централізована, двохтрубна. Подача гарячої води з температурою 55°C здійснюється з бойлерів котельної, згідно до вимог СЕС.

Котельня складається з двох черг (старої і нової котельні). У старої котельні встановлено п'ять котлів ТВГ-8М, що працюють на природному газі. У новій котельні встановлено п'ять котлів:

- три котла КВГМ-50, що працюють з котлами ТВГ-8М на загальну теплову мережу двох мікрорайонів,
- два котла ДЕ-10-14ГМ, які призначені для переходу з газу на мазут котлів КВГМ-50 в разі розриву газопроводу або відсутності газу.

Котли КВГМ-50 і ДЕ-10-14ГМ в нормальному режимі працюють на газі, в аварійному - на мазуті. Територія підприємства дозволяє розширити котельню ще на один котел КВГМ -50.

Для роботи в аварійному режимі на мазуті існує система мазутного господарства з двома ємностями під мазут по 2000 м³ та мазутні насоси.

Для видалення газів з котлів старої котельні встановлена цегляна труба висотою $H = 30$ м; з котлів нової котельні встановлена залізобетонна труба висотою $H = 120$ м (діаметр гирла 3,6 м). Димова труба нової котельні розрахована на одночасну роботу чотирьох котлів КВГМ-50 і двох котлів ДЕ-10-14ГМ.

1.2 Водопостачання та каналізація

Вихідна вода для заповнення та підживлення тепломереж, гарячого водопостачання, а також на технологічні потреби є вода з міського водопроводу із загальною жорсткістю 4,5 кг.екв/кг. Вода на котельню подається двома лініями мережі водопроводу міста діаметром 1200мм і 1000мм. В котельні змонтовані два введення діаметром 500 мм кожен.

Вода розподіляється на:

- протипожежні, питні та виробничі потреби;
- хімводоочищення для підживлення теплових мереж і парових котлів;
- гарячого водопостачання.

Для підтримки необхідного тиску холодної води з міського водопроводу 6 кг/см² для потреб котельні, передбачені насоси. Резервний насос включається автоматично при зниженні тиску в водопроводі до 2,4 кг/см².

В приміщенні котельні є водопровід питної та виробничої води, а також виробнича каналізація, та каналізація замазучених стоків. Побутові стоки, а також стоки від ХВО скидаються в існуючу мережу побутової каналізації.

В зливову каналізацію скидаються талі і дощові стоки води з дахів будівель. Замазучені талі та зливові стоки, скидаються в зливову каналізацію після очищення на очисних спорудах і в фільтрах, встановлених в новій котельні.

1.3 Паливне господарство котельні

Основним видом палива є природний газ, резервним – мазут (тільки для котлів КВГМ-50 і ДЕ-10-14ГМ). Для забезпечення котла мазутом на території котельні є мазутне господарство. До складу мазутного господарства входять: естакада, приймальня ємність, два металевих надземних резервуара для зберігання мазуту ємністю по 2000м³ кожен, нафто-поглинач. Максимальна добова витрата мазуту на котельню – 500т/добу. При підвезення мазуту автотранспортом необхідно п'ять добових норм мазуту 2500т. Часова витрата

мазуту на котельню з урахуванням 30% рециркуляції складе для водогрійних котлів КВГМ-50 – 24 т/год, для парових котлів – 2 т/год.

Газопостачання здійснюється від магістральної міської мережі середнього тиску 6 кгс/см². Зниження тиску газу і автоматичну підтримку заданого режиму здійснюється від двох окремих газорозподільних пункту. Газопровід перед входом в котельню має запірну засувку з електроприводом, на випадок аварійного відключення газу на котельню.

Для подачі газу на запальники пальників котлів КВГМ-50 тиском вище 1кг/см² від ГРП №2 прокладений окремий газопровід діаметром 60мм.

Витрата газу на три котла КВГМ-50 – 19050 м³/год. Витрата газу на два котла ДЕ-10-14ГМ - 1486м³/год. Витрата газу на п'ять котлів ТВГ-8М – 5500 м³/год.

Заміри витрати газу на котельні здійснюється на низькій стороні газопроводу після регуляторів. Устаткування ГРП №2 передбачено розширення котельні ще на один котел КВГМ-50. Для контролю роботи газового господарства котельня обладнана контрольно-вимірювальними приладами, які наведено таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – КВПіА газового господарства.

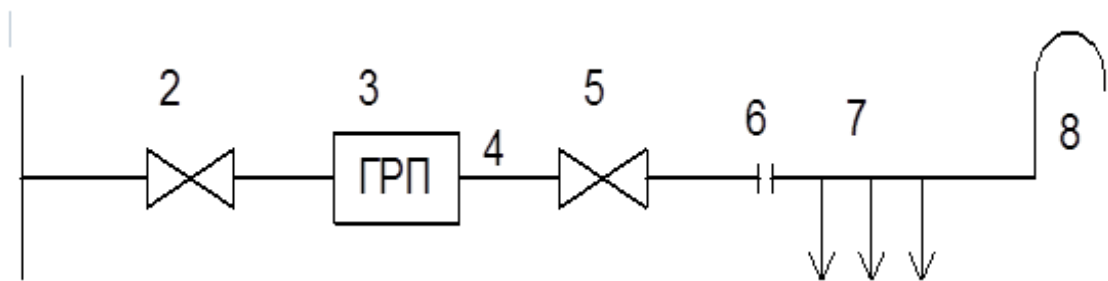
Найменування параметру	Тип прибора	Шкала	Од. вим.	Кіл-ть
Тиск газу на фільтрі	МТП	0-10	кг/см ²	3
Тиск газу після фільтра	МТП	0-10	кг/см ²	3
Тиск газу після РДУК	МТП	0-1	кг/см ²	3
Тиск газу на котел місцево	МТП	0-1	кг/см ²	10
Тиск газу на пальниках	МТП	0-0,6	кг/см ²	28
Витрата газу котлів ТВГ 8М	КСД-2-054	0-1250	м ³ /ч	5
Тиск газу після регулятора	КСД-2-005	0-0,6	кг/см ²	2
Витрата газу загальний	КСД-2-050	0-6300	м ³ /ГОД	1
		0-10000	м ³ /ГОД	1
		0-1000	м ³ /ГОД	1
Температура газу	КСМ-2-022	+50	°С	2
Витрата газу котлів КВГМ-50	КСД-1-001	0-8000	м ³ /ГОД	3
Тиск газу на котли КВГМ-50	КСД-1-503	0-1,0	кг/см ²	30

1.4 Газопостачання котельні

Здійснюється від міського газопроводу високого тиску. Схема подачі газу на котельню наведено на рисунку 1.1. Подача газу з газопроводу більш високого тиску в газопроводи низького тиску здійснюється через газорозподільні пункти ГРП.

ГРП призначене:

- для зниження тиску газу;
- для підтримки заданого тиску газу;
- для повного автоматичного і короточасного відключення подачі газу в необхідних випадках;
- для механічного очищення газу.



1- введення зовнішнього газопроводу; 2 - відключає пристрій міського газу (засувка); 3 - ГРП; 4 - газопровід низького тиску; 5 - відключає пристрій; 6 - вимірювання витрати газу; 7 - внутрішній газопровід котельної; 8. - свічка.

Рисунок 1.1 – Схема подачі газу до котельні

Через ГРП №1 подається газ до котлів ТВГ-8М і ДЕ-10-14ГМ. Робочий тиск для котлів $P = 0,3 \text{ кг/см}^2$ автоматично підтримується регулятором РДУК-2-200 в одній нитці газопроводу до котлів.

Параметри налаштування обладнання газорозподільного пункту:

- ПЗК мах. $0,375 \text{ кг/см}^2$; min. $0,015 \text{ кг/см}^2$;
- СППК $0,350 \text{ кг/см}^2$;
- РДУК $0,300 \text{ кг/см}^2$.

Через ГРП №2 газ подається до котлів КВГМ-50: на запальники з $P \text{ газу} = 1 \text{ кг/см}^2$, на пальника з $P \text{ газу} = 0,6 \text{ кг/см}^2$. Тиск для котлів підтримується

за двома паралельними системам РДУК-2-200 з повним комплектом захисту на кожній нитці на загальний газопровід до котлів КВГМ-50.

При нормальних умовах роботи котлів і достатнім вхідним тиском газу в роботі знаходиться один з двох газопроводів ГРП. У разі зниження вхідного тиску газу, в роботу повинен включитися другий газопровід. Параметри настройки ГРП №2:

- ліва нитка РДУК 0,6 кг/см², ПСК 0,69 кг/см², ПКВ 0,75 кг/см²;
- права нитка РДУК 0,58 кг/см², ПСК 0,69 кг/см², ПКВ 0,75 кг/см².

1.5 Водопідготовка та водохімічний режим

Водопідготовка має велике значення для безпечної і економічної роботи котельних установок. При незадовільній якості води на поверхні нагрівання котлів, теплових мереж і водопідігрівачів відкладаються тверді відкладення, за допомогою яких відбувається корозія поверхні нагрівання.

Водопідготовка підживлювальної води включає в себе пом'якшення жорсткої води в натрій-катіонітових фільтрах, та видалення агресивних газів, кисню і вільної вуглекислоти, в вакуумних деаератора. Режимна карта натрій-катіонітових фільтрів I и II ступені котельні наведена в таблиці 1.2.

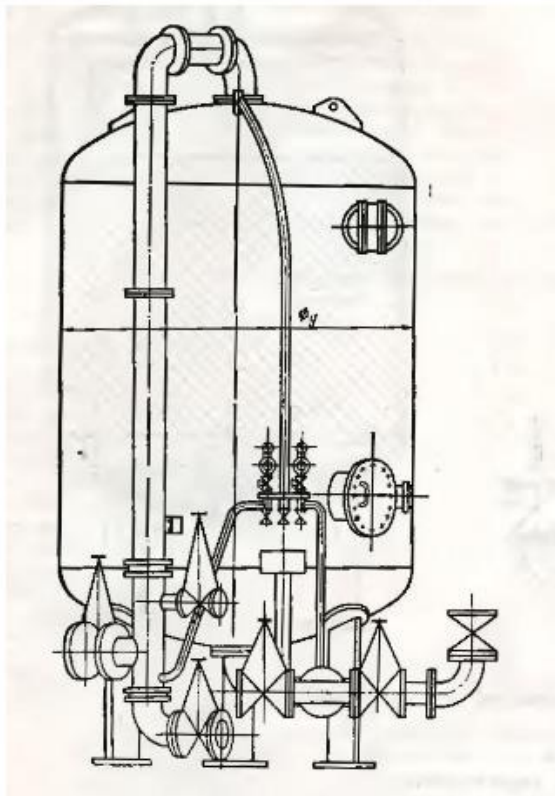
Таблиця 1.2 – Режимна карта натрій-катіонітових фільтрів

Показники	Од. вим.	Значення
Фільтр I ступені		
Діаметр фільтра	мм	2000
Катіоніт		сульфовуголь
Висота загрузки	мм	2200
Площа фільтру	м ²	3,14
Об'єм катіоніта	м ³	6,9
Робоча обмінна здатність	гр-екв/м ³	230
Пом'якшення		
Жорсткість води при включенні в роботу	мкг-екв/ кг	1000-200
Жорсткість при спрацювання фільтра	мкг-екв/ кг	1500-200
Середня кількість води за роботу фільтра	м ³	550
Розпушування		
Час розпушування	мин	20-30

Продовження таблиці 1.2

Регенерація		
Питома витрата солі на 1м сульфоугля	кг	60
Расход технической соли на регенерацию	кг	414
Відсоток вмісту солі в розчині	%	10
Витрата розчину солі на регенерацію	м ³	4,14
Швидкість пропуску розчину солі	м ³ /Г	3-5
Час пропуску сольового розчину	хв.	20
Час контакту	хв.	15
Фільтри II степеня.		
Діаметр фільтру	мм	540
Катіоніт		сульфувуголь
Висота загрузки	мм	1000
Площа фільтру	м ²	0,23
Об'єм катіоніту	м ³	0,23
Робоча обмінна здатність	Г-ЭКВ/м ³	270
Жорсткість води при включенні в роботу	МКГ-ЭКВ/КГ	15-20
Жорсткість при спрацьовуванні фільтра	МКГ-ЭКВ/КГ	15-20
Середня кількість води за фільтроциклу	м ³	41
Розпушування		
Час розпушування	хв.	10-15
Регенерація		
Питома витрата солі на 1м ³ сульфоугля	кг	60
Витрата технічної солі на регенерацію	кг	138
Відсоток солі в розчині	%	10
Витрата розчину солі на регенерацію	м ³	0,138
Швидкість пропуску солі	м ³ /час	3-5
Час контакту	хв.	10-15

Вода з міського водопроводу повз, або через насоси холодної води надходить на охолоджувач робочої рідини. Потім на підігрівач сирої води (I ступінь ХВО). Нагрівається до температури не вище 40°C і надходить в натрій-катіоновий фільтр. Підвищення води вище 40°C викликає коксування сульфовугля, що знижує його обмінні здатності. Пом'якшена вода після фільтра надходить на підігрівач хімводоочищеної води II ступені, де нагрівається до температури 70-80°C, а потім подається на вакуумні деаератори. Деаерована пом'якшена вода вільно зливається в баки підживлювальної води.



Натрій-катіонітовий фільтр являє собою вертикальні циліндричні напірні баки, що працюють з тиском вище атмосферного (див. Рис. 1.2). Нижня частина фільтра заповнена шаром бетону, на якому розташовано нижні дренажні пристрої. Дренажний пристрій призначений для рівномірного розподілу води, що поступає по всій площі фільтра. Він складається з колектора з системою дренажних трубок зі щілинами, щілини яких менше діаметра найменших зерен катіона.

Рисунок 1.2 – Натрій-катіонітовий фільтр.

Вище дренажного пристрою розташовується катіон висотою 2,2 м.

У верхній частині фільтру розташоване розподільчий пристрій для води і сольового розчину. Воно призначене для рівномірного розподілу води і сольового розчину по всій поверхні катіоніта.

Фільтр має два лази – для завантаження катіоніту, а також для доступу всередину фільтра; і нижній – для ревізії нижньої дренажної системи

Катіонітові фільтри обв'язані трубопроводами з арматурою і вимірювальними приладами - витратоміром, манометрами, термометрами, пристрій для відбору проб води. До допоміжного обладнання водопідготовки відноситься пристрій для підготовки розчину солі, необхідної для регенерації фільтра; пристрій «мокрого зберігання» солі, що перекачують сольові насоси; бак мірник, бак підсоленої води, солерозчинник. Експлікація обладнання ХВО наведено в таблиці 1.3.

Система «мокрого зберігання» солі являє собою чотири залізобетонних бака-сховища, розрахованих на трьох-чотирьох місячну витрату солі. Суха сіль

автотранспортом засипається в ями. У верхній частині ям є колектор з отворами для рівномірного розмиву солі холодною або гарячою водою, яка подається з котельні. На дні ями «мокрого зберігання» солі є усмоктувальна труба (в коробі з щебенем - для фільтрації сольового розчину), по якій розчин насосом подається в бак мірник до котельні. Із ями «мокрого зберігання» солі, сольовий розчин перекачувальними насосами подається в бак мірник. У баку мірнику насичений розчин розбавляється до 7-10% концентрації і подається в регенераційний фільтр сольовим насосом.

Таблиця 1.3 – Експлікація обладнання ХВО.

Найменування устаткування	Характеристика обладнання	Кількість
Натрій катіонітовий фільтр I	D=2000мм	4
Натрій катіонітовий фільтр II	D=1000мм	2
Бак-мірник розчину солі	V=3 м ³	1
Солерозчинник С-0.2-0.5	D=1000мм	1
Насос перекачування розчину солі К-20-30	G=20м ³ /ч, Н=30м.в.ст, n=2900об/хв., N=4кВт	2
Вакуумний деаератор ВД-50	G=50м ³ /год	1
Вакуумний деаератор ВД-25	G=25м ³ /год	1
Бак промивки фільтрів ОСТ-34-42-395-77	V=30 м ³	1
Насос промивання фільтра К-45-30	G=45м ³ /г, Н=30м.в.ст, n=2900об/хв.,N=5кВт	1
Бак підживлювальної води БП-200	V=200 м ³	2
Насос підживлювальної води К-90-35	G=90м ³ /г, Н=35м.в.ст, n=2900об/хв, N=15кВт	2
Підігрівач холодної води 3-12-ОСТ.34-588-68	Q=1,1Гкал/г, t _{max} =40°C, G _{т/н} =10т/г, F=30м ² .	1
Підігрівач хімоціщеної води 3-13-ОСТ.34-588-68	Q=2,2 Гкал/г, t _{max} =81°C G _{т/н} =50т/год, F=60м ²	1
Сольова яма		4
Насос розчину солі 8/15 ДСУ4	G=8м ³ /г, Н=15м.в.юст, n=2900об/хв.,N=3 кВт	1
Охолоджувач випару ОВА-8	F=8 м ²	2
Насос підживлювальної води К-20-50	G=20м ³ /г, Н=50м.в.ст, n=2900об/год, N=15кВт	1

Сольовий розчин для регенерації фільтра може бути приготований і в проточному солерозчиннику. Сіль «сухого зберігання» засипається в

солерозчинник і пропускають через нього холодну воду. Отриманий сольовий розчин може бути поданий як безпосередньо в фільтр, так і на бак мірник. Цей спосіб приготування сольового розчину застосовується при виході з ладу перекачувальних насосів або сольового насоса.

Цикл роботи фільтра складається з операцій: розпушування, регенерації, контакту, відмивання, пом'якшення. Ціллю розпушування - усунути ущільнення злежалої маси катіоніта, для забезпечення більш вільного доступу регенераційних розчинів до зерен катіоніту. Розпушування здійснюється відмивною водою подається насосом розпушування з бака підсоленої води. У разі відсутності відмивною води, розпушування здійснюється холодною водою. Розпушування має здійснюватися доти, поки вода, що відходить від фільтра вода, не стане прозорою. При розпушуванні не допускається повне спорожнення промивного бака, щоб уникнути підсосу повітря в фільтр.

1.6 Технологічна схема котельні Бородинського мікрорайону

Технологічна схема котельні, складається з основного і допоміжного обладнання, пов'язане між собою трубопроводами, арматурою і елементами автоматичного регулювання, що забезпечує надійний відпуск тепла і гарячого водопостачання споживача. Експлікація основного і допоміжного обладнання наведено в таблиці 1.4.

Основу технологічної схеми складають:

- основне обладнання, котли зі своїм допоміжним обладнанням (димососи, вентилятори, регулятори КВП і А і т.д.);
- допоміжне обладнання: насосні групи, ХВО, система ГВП та підживлення т/м з вакуумної деаерацією, паливостачання, водопровід і каналізація. В даному розділі розглянуті основні насосні групи, їх призначення, конструктивні особливості, їх експлуатація в залежності від технологічного ланцюжка.

Таблиця 1.4 – Експлікація основного і допоміжного обладнання.

Найменування обладнання	Характеристика обладнання	Кіль-ть
Водогрійний котел КВГМ-50	$Q=50$ Гкал/год	3
Водогрійний котел ТВГ-8М	$Q=8,3$ Гкал/год	5
Насос мережаної води Д1250-125 з ел. двигуном А 12-52-4	$G=1250\text{м}^3/\text{Г}$, $H=125\text{м.в.ст}$, $n=1450\text{об/хв.}$, $N=630\text{кВт}$	4
Насос мережаної води Д 500-65 с ел. двигуном 4А4260S-4У3	$G=500\text{м}^3/\text{Г}$, $H=65\text{м.в.ст}$, $n=1470\text{об/хв.}$, $N=132\text{кВт}$	2
Насос мережаної води Д 315-71 с ел. двигуном 4А4250М-2У2	$G=315\text{м}^3/\text{Г}$, $H=71\text{м.в.ст}$, $n=2940\text{об/хв.}$, $N=90\text{кВт}$	2
Насос рециркуляції НКУ-250 с ел. двигуном А 2-81-4	$G=250\text{м}^3/\text{Г}$, $H=36\text{м.в.ст}$, $n=1450\text{об/хв.}$, $N=45\text{кВт}$	5
Насос рециркуляції НКУ-90 с ел. двигуном А 2-71-4	$G=90\text{м}^3/\text{Г}$, $H=20\text{м.в.ст}$, $n=1450\text{об/хв.}$, $N=22\text{кВт}$	1

1.7 Основні насосні групи

В котельному приміщенні розташовані група підвищувальні насоси холодної води, мережані насоси, підживлювальні насоси, насоси рециркуляції; насоси ГВП, а також насосна група ХВО.

1) Чотири насоса вихідної води (насоси консольного типу- «К»). Кількість насосів вибрано з урахуванням:

- максимальної витрати холодної води (мах ГВП + мах підживлення),
- запасу води в баках;
- ремонт одного насоса.

Передбачено автозапуск насосів холодної води.

2) Мережеві насоси мають дві групи: перша група насосів знаходиться в старій котельні, друга група - основні зимові насоси. Мережеві насоси призначені для циркуляції води через котли, де вона нагрівається, і магістральні мережі (магістральні та квартальні т.і.). Мережева вода з зворотного трубопроводу тепломережі, через грязьовик, надходить на всмоктування

мережевих насосів з тиском 3-3,5 кг/см². Після мережевих насосів вода надходить на котел.

Стара та нова котельні пов'язані перемичкою 300мм по подаючому та зворотному трубопроводі, що дозволяє в літній період працювати котлам ТВГ-8М від мережевих насосів які знаходяться у старій котельні.

У зимовий період за умовами витрати в тепломережу можна працювати тільки зимовими мережевими насосами. Витрата в теплову мережу Бородінського і Осіпенківського мікрорайонів складає 1600-1800м³/год. Підключення паралельно інших насосів не дає значного ефекту, через розбіжність характеристик насосів. Всі мережеві насоси типу "Д" з двома опорними підшипниками по обидва боки робочого колеса.

3) Група рециркуляційних насосів. Рециркуляція забезпечує постійну температуру води на вході в котел - 70°C, що оберігає зовнішню поверхню нагріву трубної системи котлів, від електрохімічної (сірчистої) корозії, через наявність «точки роси» (62-65°C). Електрохімічна корозія порушує цілісність металу - це призводить до руйнування трубної системи всередині котла, і як наслідок виходу його з роботи. Збільшення температури відбувається за рахунок перетікання перегрітої «подавальної» води після котлів на вхід, за допомогою рециркуляційних насосів через автоматичні регулятори рециркуляції Р25.2.2. Регулятор має байпасну лінію на випадок виходу його з роботи.

В старій котельні один насос рециркуляції ПКУ-90. Насос працює зі старими мережевими насосами, в літній період (якщо знадобитися). А також в старій котельні один автоматичний регулятор рециркуляції

В новій котельні є п'ять рециркуляційних насосів ПКУ-250. А також в новій котельні розташовано два регулятора (вони працюють паралельно), що підвищує надійність, дозволяючи тим самим працювати на справному регуляторі і ремонтувати інший.

4) Група підживлювальних насосів.

Підживлювальні насоси забезпечують заповнення втрат води в тепломережах (магістральних, квартальних.), Що викликає падіння тиску в

зворотному трубопроводі і може привести до відключення котлів. Втрати не повинні перевищувати 0,5% від загальної витрати води в мережі.

Тиск в зворотній магістралі підтримується автоматично регулятором підживлення типу Р25.2.2.і виконавчим механізмом в межах 3,5 кг/см². Є дві байпасні лінії, одна з яких відкривається вручну за місцем, а інша за допомогою ключа з щита ДО в операторській .

5) Насоси гарячої води: служать для подачі гарячої води певного тиску споживачу.

б) Насосна група ХВО складається з:

- насосів робочої рідини, що служать для перекачування води з бака робочої рідини через сопло ежектора, який відсмоктує випарювання з деаераційної колонки і тим самим створює розрідження в ній;

- насоса розчину солі, що служить для подачі сольового розчину з ями мокрого зберігання в бак-мірник і з нього на натрій-катіонітовий фільтр при їх регенерації;

- насос розпушування, служить для подачі води з бака «розпушування» на фільтри.

1.8 Конструкція насосів

Відцентровий насос - це гідравлічні машини, які подають рідину за рахунок енергії, одержуваної від електродвигуна. Агрегат складається з насоса і електродвигуна, монтовані на загальній фундаментній плиті. Насоси складаються з корпусу, робочого колеса, вала, підшипників, муфти зчеплення та сальникового ущільнення. Напрямок обертання ротора проти годинникової стрілки, якщо дивитися з боку приводу.

В котельні встановлено три типи відцентрових насосів: одноступінчатий типу «К» - консольні із одностороннім входом води; одноступінчатий типу «Д» - з двох стороннім підводам рідини; багатоступінчасті типу «Ц» - встановлені для живлення котлів ДЕ-10-14.

Насоси типу «Д». Насос відцентровий, горизонтальний, одноступінчатий, з напівспіральним підведенням рідини до двох стороннього робочого колеса. Корпус насоса має роз'їм в горизонтальній площині, що проходить через вісь ротора.

Всмоктуючі та нагнітальні патрубки насоса розташовані в нижній половині корпусу, завдяки чому, можливе розбирання насоса без від'єднання трубопроводів і зняття двигуна.

У фланцях всмоктуючого патрубка передбачені отвори для відводу до манометру. У нижній частині корпусу є два отвори для зливу залишків води при тривалій зупинці насоса. Для відводу витоків з сальникових ущільнень внизу сальникових ванн корпусу зроблені отвори. Всі отвори в корпусі і кришці насоса крім отворів в сальникових ваннах, заглушуються пробками.

Насоси типу «К» - це консольні, горизонтальні, спірального типу, одноступінчаті з одностороннім входом води в робоче колесо. Корпус насоса має торцевий роз'їм, тобто робоче колесо насаджено з одного боку на вал, а вал обертається в підшипнику.

Вода надходить в насос через вхідний патрубок до центру робочого колеса, вода відкидається з відцентровою силою уздовж лопаток від центру до стінок корпусу (периферії). В результаті цього в центрі насоса створюється розрідження, яке засмоктує нові порції води в робоче колесо. Таким чином при безперервному обертанні робочого колеса встановлюється безперервний потік рідини. Динамічний вплив лопаток на потік призводить до того, що насос буде створювати напір.

1.9 Контрольно-вимірювальні прилади і автоматика

Для забезпечення стабільної роботи котлоагрегатів, економічного спалювання палива, обліку його витрат, обліку виробітку теплоти та безпечного обслуговування котлів, в котельні передбачена комплексна автоматизація:

- автоматичне регулювання процесів горіння, розрідження і живлення котлів;

- автоматика безпеки;
- контроль та сигналізація.

Контрольно вимірювальні прилади, встановлені на щиті ДО, ГВП, ХВО в новій операторській наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Контрольно вимірювальні прилади, встановлені на щиті ДО, ГВП, ХВО в новій операторській

Найменування параметру	Шкала приладу	Тип приладу	Од. виміру.
Витрата т/н на підігрівачі ГВП	320	КСД 2-056	т/год
Температура т/м	180	КСМ 2-022	°C
Витрата т/н на підігрів барбатажу	100	КСД 2-054	т/год
Температура вихідної води	50	КСМ 2-054	°C
Витрата т/н на ГВП	320	КСД 2-054	т/год
Температура т/н на ГВП	180	КСМ 2-022	°C
Витрата води на барбатаж	80	КСД 2-054	т/год
Температура на колонку	180	КСМ 2-004	°C
Втрата в мережу ГВП	600	КСД 2-054	т/год
Тиск в тепломережу	1,568	КСД 2-003	МПа
Тиск из тепломережі	0,588	КСД 2-003	МПа
Температура ГВП	100	КСМ 2-021	°C
Витрата на ХВО	50	КСД 2-004	т/год
Рівень в баках підживлення	10	КСД 1-014	м
Витрата підживлення	16	КСД 2-051	т/год
Витрата в т/м	2500	КСД 2-056	т/год
Тиск рециркуляції ГВП	0,98	КПД 1-003	МПа
Вакуум в колонці ГВП №1	0-(-1)	КСД 1-003	МПа
Вакуум в колонці ГВС №2	0-(-0,098)	КСД 1-003	МПа
Вакуум в колонці ГВС №3	0-(-0,098)	КСД 1-003	МПа
Тиск вихідної водм	0-0,98	КПД 1-003	МПа
Вакуум в колонці підживлення №1	0-(-0,098)	КСД 1-014	МПа
Вакуум в колонці підживлення №2	0-(-0,098)	КСД 1-014	МПа
Витрата вихідної води	400	КСД 2-056	т/год
Тиск в мережі ГВП	0,98	КПД 1-503	МПа
Рівень в баках акумуляторах	16	КПД 1-517	м
Загальна витрата газу	12500	КСУ 2-003	т/год
Тиск газу	0,098	КСУ 2-003	МПа
Температура газу	± 50	КСМ 2-021	°C
Температура підшипників димососа, вентилятора	100	МВ-1	°C

Для контролю технологічних параметрів допоміжного обладнання встановлені прилади за місцем (Таблиці 1.6-1.7).

Таблиця 1.6 – Допоміжне обладнання в старій котельні

Найменування приладу	Кіль-ть	Тип прил.	Шкала	Од.вим.
Температура води перед котлом	5	термометр	200	°C
Температура води за котлом	5	термометр	200	°C
Тиск води на вході в котел	5	манометр	1,568	МПа
Тиск води на виході із котла	10	манометр	1,568	МПа
Тиск на всасі мережаних насосів	4	манометр	0,98	МПа
Тиск на нагнітанні мережаних насосів	4	манометр	0,98	МПа

Таблиця 1.7 – Допоміжне обладнання в новій котельні

Наименование прибора.	Кіль-ть	Тип при.	Шк.	Од.вим
Температура вводи перед котлом	3	термометр	100	°C
Температура води після котла	6	термометр	200	°C
Тиск води перед котлом	3	манометр	1,568	МПа
Тиск води після котла	3	манометр	1,568	МПа
Тиск на всасі МН (ззимових)	4	манометр	1,568	МПа
Тиск на нагнітанні МН	4	манометр	2,45	МПа
Тискна всасі НРЦ	5	манометр	0,98	МПа
Тиск на нагнітанні НРЦ	5	манометр	1,568	МПа
Тиск на всасі НХВ	4	манометр	0,98	МПа
Тиск на нагнітанні НХВ	4	манометр	1,568	МПа
Тиск на всасі ПН	3	манометр	0,98	МПа
Тиск на нагнітанні ПН	4	манометр	0,98	МПа
Тиск на всасі НРР	3	манометр	0,98	МПа
Тиск на нагнітанні НРР	3	манометр	0,98	МПа
Тиск на всасі НГВП	4	манометр	0,98	МПа
Тиск на нагнітанні НГВП	4	манометр	0,98	МПа
Тиск в тепломережу	1	манометр	1,568	МПа
Тиск з тепломережі	1	манометр	1,568	МПа
Температура в тепломережу	1	термометр	200	°C
Температура з тепломережі	1	термометр	150	°C
Тиск в мережі ГВП	1	манометр	0,98	МПа
Тиск з мережі ГВП (рециркуляція ГВП)	1	манометр	0,98	МПа
Температура в мережу ГВП	1	термометр	100	°C
Температура на колонку ХВО	1	термометр	100	°C
Температура води на фільтр	1	термометр	100	°C
Температура робочої рідини	1	термометр	100	°C
Температура води на колонку ГВП	1	термометр	100	°C

Продовження таблиці 1.7

Температура барбатажу	1	термометр	150	°С
Тиск вихідної води	1	манометр	10	МПа
Вакуум на колонку ГВП №1	1	манометр	0-(-0,098)	МПа
Вакуум на колонку ГВП №2	1	манометр	0-(-0,098)	МПа
Вакуум на колонку ГВП №3	1	манометр	0-(-0,098)	МПа
Вакуум на колонки підживлення №1	1	манометр	0-(-0,098)	МПа
Вакуум на колонку підживлення №2	1	манометр	0-(-0,098)	МПа
Витрата на власні потреби (з)	1	водомер		т/год
Витрата на власні потреби (л)	1	водомер		м ³

1.10 Характеристика котла ТВГ-8М.

Котел ТВГ-8м - теплофікаційний, водогрійний, газовий. Котел уявляє собою прямоточний, секційний з примусовою циркуляцією води, обладнаний окремо стоячий димососом та вентилятором.

Технічна характеристика котла:

- продуктивністю- 8,63 Гкал/год;
- площа поверхні нагріву: ротаційна - 76,0 м²; конвективна - 109,6 м²;
- температура води: на вході - 70°С; на виході – 150 °С;
- водяний об'єм котла – 4 м³;
- витрата води через котел - 104 т/год;
- температура відхідних газів – 180 °С;
- витрата газу – 1100 м³/год;
- гідравлічний опір - 1,3 кг/см²;
- розміри котла: ширина - 3800мм; довжина – 4870 мм; висота – 4650 мм;
- ККД котла - 90%
- тиск води: мах - 14,0кг/см²; мін - 8,0 кг/см².

Особливості котла є розвинена радіаційна поверхня нагріву. Ця поверхня складається з п'яти вертикальних топкових екранів, одного стельового, який переходить у фронтний. Три середніх вертикальних топкових екрана являють собою двохсторонній обігрів та ділять топку на чотири відсіки шириною 740 мм. Висота екрана у вісях колекторів 3400 мм.

Вертикальні топкові екрани складаються з колекторів (верхнього та нижнього) діаметром 159х6мм, у котрих уварені десять вертикальних труб діаметром 51х2,5 мм з шагом 75 мм. Щоб створити два хода руху води, верхні колектора кожного вертикального топкового екрану мають перегородку, яка ділить екран на дві частини (по 20 труб в кожній). Для послідовного руху води, кожна частина одного екрану з'єднана з другим екраном пропускнух труб, які встановлені в верхньому колекторі, вертикальних топкових екранів.

Стельові-фронтний екран складається з 32 труб діаметром 51х2,5 мм (по 8 труб між вертикальними топковими екранами), у вареній в горизонтальний верхній і нижній (фронтний) колектор діаметром 150х6 мм.

Усі колектора, за виключенням верхнього колектора топкового екрану, знаходяться у середині котла.

Конвективна поверхня нагріву розташована в газозоді. Являє собою економайзер. Він складається з 16 секцій. Трубки діаметром 28х3мм вварені в вертикальний екран діаметром 57х3мм, розташовані за розподільчою перегородною.

Обмурівка, арматура і гарнітура котла. Для огляду і ремонту усередині топки, на фронтній стінці котла проти кожного відсіку передбачено один лаз. При роботі котла лози заложенні цеглою без перев'язки з основною стінкою. На котлі у верхній частині задній стінці встановлено два вибухових клапана, переріз яких 550х450 мм. Вони слугують для запобігання руйнування обмурівки котла при вибуху газоповітряної суміші в топці. Від кожного нижнього колектора топкового екрану змонтована дренажна система з труб діаметром 25 мм і двох вентилів діаметром 25 мм. Дренажна система призначена для відпуску води з котла під час ремонту і продувки котла, під час експлуатації. На перепускних трубах екранів котла змонтовано продувна

система з труб діаметром 15 мм і п'яти вентилів діаметром 15 мм від кожного колектора, призначених для випуску повітря з котлів під час заповнення его водою.

Обмурівка котла виконана в два шара. Перший шар обмурівки – вогнетривка шамотна цегла. Другий шар – червона цегла.

Обмурівка утворює топковий простір, у якому відбуваються омивання поверхні нагріву гарячими газами, та зменшує втрату тепла в навколишнє середовище.

1.10.1 КВПіА котла ТВГ-8М

Контрольно-вимірювальні прилади встановлені на щиті котла ТВГ-8М, шкали, межі вимірювання. Наведені в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 - КВП встановлені на щиті котла ТВГ-8М.

Найменування параметрів	Тип приладу	Шкала приладу	Одиниця виміру
Розрідження в топці котла	ТНМП-52	±12,5	кгс/см ²
Температура димових газів	Л-64, Ш69000	0-300	°С
Розрідження на всмоктуванні вентилятора	НМП-52	0-100	кгс/см ²
Тиск води за котлом	КСД 1-003	0-16	кгс/см ²
Витрата води через котел	КСД 1-004	0-125	т/год.
Температура води за котлом	КСМ 1-002	0-200	°С

Котли ТВГ-8М обладнані автоматичними регуляторами (таблиця 1.9) типу Р-25. Регулятори Р-25 спільно з виконавчими механізмами МЕВ дозволяють підтримувати в заданому значенні регульовані параметри в автоматичному режимі.

Таблиця 1.9 – Регулятори встановленні на щиті котлів.

Регульовані параметри	Тип регулятора	Значення параметру	Од. виміру	Примітка
Розрідження в топці котла	P-25. 1.2.	0,196 - 0,294	МПа	
Співвідношення «газ - повітря»	P-25. 1.2.	Согласно режимной карте	МПа	
Температура води за котлом	P-25.2.2.	70-150	С°	Дистанційний режим

1.11 Характеристика котла КВГМ-50

Котел водогрійний, газо-мазутний, продуктивністю 58,15 МВт (50 Гкал/год.), призначений для отримання гарячої води з тиском 2,45МПа (25 кг/см²) і з температурою до 150 °С, використовуваної для системи опалення, гарячого водопостачання, а також для технічних цілей.

Технічна характеристика котла КВГМ-50:

- продуктивністю – 58,1 МВт (50 Гкал/год);
- температура води на виході з котла – 150 °С;
- ККД – 92,6 %;
- температура відхідних газів - 140/180 °С;
- витрата газу на котел – 6260 м³/год;
- тиск води – 2,45 МПа (25 кгс/см².);
- гідравлічний опір - 1,3кг/см²;
- опір газового тракту – 98 мм.вод. ст.;
- розмір котла: -ширина 10000 мм; -довжина 10520 мм; -висота 13400 мм.

Котел має П-подібну компоновку, тобто складається з топки і конвективної шахти, між ними є газонепроникна перегородка, а над нею є отвір для проходу димових газів з топки в конвективну частину.

Топкова камера складається з фронтного, двох бічних і заднього (проміжного) екрана, який утворює фєстон для рух димових газів (у верхній частині), діаметр труб 60 x 3 мм.

Труби фронтального екрана розведені для установки пальників змішувального типу. Тип РГМГ-20 - ротаційна газо-мазутна пальник.

Конвективна частина складається з трьох пакетів діаметром 28x3 мм, які уварені в бічні екрани конвективної шахти діаметром 83x3,5 мм (бічні стояки). Всі труби, що утворюють екрани, вваренні в колектор діаметр 273x11.

Низ топки обшивається металевим листом товщиною 3 мм для запобігання обмурівки від попадання на неї мазуту. Вся трубна система укріплена поясом жорсткості і спирається нижніми колекторами всіх екранів на металевий портал, який представляє собою зварену конструкцію, що складається з колонів і балок, жорстко пов'язаних між собою. Додатково бічні екрани нижнім поясом жорсткості спирається на опорні ферми, наявні на порталі.

Обмурівка котла - полегшена, кріпиться до труб за допомогою шпілек, на які кріпиться склотканина або крафт-папір, потім металева сітка. За сітці наноситься шар шамоту-бетону, товщиною 20мм, на нього викладаються мати з мінеральної вати товщиною 80мм, які зшиваються між собою і притягуються до каркасних балках в'язанням дротом. Після цього наноситься шар магнезійної штукатурки товщиною 10 мм і наноситься шар газонепроникної обмазки. Загальна товщина обмурівки 110-120 мм.

Введення води здійснюється з двох сторін в нижній колектор фронтального екрану, який перегороджений і вода має два незалежних потоку в цьому екрані, і в усьому котлі надалі. Вода піднімається вгору по фронтальному екрану, за двома пропускними трубами вода надходить верхній колектор (поздовжній), який складається з двох труб однакового діаметра (d 273x11мм), розташованих поруч по середині котла і вважається як один поздовжній колектор, який з'єднує топку і конвективну частину. Цей поздовжній колектор вгорі розділений на три частини двома перегородками. Одна перегородка перебуває посередині топки, а друга між топкою і конвективної частиною. Внизу топки теж є поздовжній колектор, що складається з двох труб. У нього немає перегородки і він коротше верхнього, тому що утворює тільки топку. Труби бічних екранів топки і конвективної частини зверху уварені в верхній поздовжній колектор,

знизу в топці уварені в нижній поздовжній колектор, а в конвективної частини знизу уварені в нижні бічні колектори. Вода з першої частини верхнього поздовжнього колектора по боках по бічних екранів з двох сторін опускається в нижній поздовжній колектор, тут повертає і підіймається вгору по другій частині бічних екранів топки в середню частину поздовжнього верхнього колектора. Звідти по чотирьом перепускним трубам надходить в проміжний екран, який у цього типу котла виконана у вигляді літери «Г», головка екрану спрямована в сторону топки.

Цей екран перебувати в зоні високих температур. Нижній і верхній колектори його перегороджені декількома перегородками, тому вода в них робить кілька ходів, потім опускається в нижній колектор і за двома пропускних трубами надходить в нижній колектор бічних екранів конвективної шахти і піднімається вгору, проходить конвективні пакети і надходить в третю частину верхнього поздовжнього колектора. По двох пропускних трубах вода надходить у верхній колектор заднього екрану конвективної шахти і опускається в нижній його колектор. З цього колектора з двох сторін вода виходить з котла і йде в тепломережу.

Котел обладнаний двома газо-мазутними пальниками ГМГ-20.

Пальник складається з газової та мазутної частини. Газова частина складається з кільцевої частини прямокутного перетину, що має всередині перегородку для вирівнювання тиску газу. На внутрішній поверхні кільцевої камери розташовані газові отвори в один ряд. У верхній частині камери є штуцер з фланцем для підведення газу від газопроводу до котла. На штуцері уварений ніпель для виміру тиску газу. У центрі газової камери розташовується лопатковий апарат для закрутки повітря. Центральний отвір призначений для мазуту, в який вставляється ротаційний пальник. При роботі тільки на газовому паливі в цей отвір встановлюються заглушка. Весь пальник вставляється в арматуру котла, розташовану у фронтівому екрані і кріпиться штирями до кільця рами повітряного короба.

Для контролю за роботою пальника, его розпалу, кожний пальник обладнений запальна-захисним пристроєм ЗЗП-4 на самому пальникові. При

цьому забезпечується дистанційний або захисний розпал пальника на газовому або мазутному паливі. Окремо контроль факела. Одним датчиком контролюється пальник, а іншим - запальник, тобто з комплекту ЗЗП-4 на самому пальнику встановлено газовий запальник, іонізований датчик (електрод) і фотодатчик (для пальника).

Керуючі пристрої встановлюється на пульті управління. Тиск газу після ГРП у всьому газопроводі до газової арматури на пальниках - $0,6 \text{ кг/см}^2$. Газ на розпалювальний газопровід береться з ГРП на вході до регулятора і з тиском 1 кг/см^2 надходить на вхід в котельню. Тут встановлюється дросельна шайба, яка зменшке тиск газу до необхідного. Прилади КВП, встановлені на щиті котла КВГМ-50 наведено в таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 - КВП встановленні на щиті котла КВГМ-50.

Найменування параметрів	Тип приладу	Шкала приладу	Одиниця виміру
Розрідження в топці котла	ТНМП-52	$\pm 12,5$	кгс/см^2
Контроль полум'я	Ф.34.2		
Витрата води через котел	КСД 1-013	800	т/год.
Тиск води після котла	КСД 1-017	16	кгс/см^2
Тиск повітря	КПД 1-501	630	кгс/см^2
Температура води за котлом	КСМ 1-004	200	$^{\circ}\text{C}$
Тиск газу	КПД 1-503	1,0	кгс/см^2
Витрата газу	КСД 1-001	8000	$\text{м}^3/\text{год.}$

1.12 Тягодутьові установки

Для забезпечення нормального режиму горіння палива і викиду продуктів згоряння в димар, кожен котел укомплектований димососом і вентилятором (таблиця 1.11) . Вентилятори призначені для подачі повітря, необхідного для спалювання газу в топці котла, а димососи - для подолання опору газового тракту і викиду продуктів згоряння в димар заввишки 130 м.

Вентилятори і димососи складаються з наступних вузлів ходова частина, робоче колесо, равлик, осьової направляючий апарат.

Ходова частина димососа складається з литого корпусу, вала, що обертається на двох роликів підшипниках і втулочно-палацовий муфти.

Робоче колесо складається з основного диска, конічного переднього диска, литий маточини і робочих лопаток.

Зварна, з листового металу, равлик встановлений на фундаменті.

Зварений восьмилопастний осьовий направляючий апарат встановлюється на вході потоку газів в равлика і служить для регулювання продуктивності машин. Лопатки направляючого апарату поставлені по радіусах і прикріплені до цапф, що обертається в відсікач, закріпленому на розтяжках.

Управління осьовим напрямним апаратом може здійснюватися як автоматично, так і дистанційно, використовуючи відповідні регулятори (регулятор розрідження або регулятор співвідношення "Газ-повітря"), встановлені на щитах котлів.

Таблиця 1.11– Характеристика димососів та вентиляторів.

Найменування обладнання	Характеристика обладнання			Кіль- ть
	G м ³ /год	N кВт	n об/хв	
Котли ТВГ-8м.				
Димосос 2ДН-10 ел. двигун А 02-81-8	16300	22	780	1
Вентилятор ВДН - 10 ел. двигун А 02-51-5	3700	5,6	980	1
Димосос 2ДН - 10 ел. двигун А 02-81-8	16300	22	780	1
Вентилятор ВДН - 10 ел. двигун 4А 160-56	3700	11	1000	1
Димосос Д-12 ел. двигун А 02-81-8	15000- 22000	22	780	1

Вентилятор Ц 13-50 эл. двигун 4А 160-56	10000- 15200	11	1000	1
--	-----------------	----	------	---

Продовження таблиці 1.11

Димосос Д- 12 эл. двигун А 02-51-5	15000- 22000	22	780	1
Вентилятор Ц 13-50 эл. двигун А02-51-5	10000- 22000	5,6	980	1
Димосос ДН- 10 эл. двигун А1-280М	131000	55	990	1
Вентилятор ВНД - 10 эл. двигун А51 200	31000	18,5	1000	1
КОТЛИ КВГМ-50м				
Димосос ДН21ГМ эл.двигун.АОЗ-355- 10УЗ	120100	90	600	3
Вентилятор ВДН-15эл. двигун А31806	643000	75	1000	3

1.13 Централізоване гаряче водопостачання

Котельня забезпечує централізоване гаряче теплопостачання (ГВП) по двох трубної системі:

- прямий трубопровід ГВП подає споживачам гарячу воду питної якості з температурою 55-65 ° С;

- рециркуляційний (зворотний) трубопровід здійснює циркуляцію через батареї ванних кімнат, що скорочує втрати скидання нічного «застою» ГВП в нічний час.

З деаераційної колонок ГВП вода самопливом надходить в акумуляторні баки. Акумуляторні баки - 2шт. по 3000м³, мають внутрішню захист від корозії, служать для запасу ГВП в перекриття пікових навантажень. Мають всередині розподільчу трубу, перелив вище граничного рівня (8м). Навколо баків виконано захисне обвалування на випадок розриву бака; з нижньою даної частини постійний дренаж для відведення дощових вод, а також для зливу з нижнього дренажу бака.

1.14 Електропостачання

Електропостачання котельні здійснюється від підстанції «Бородінська» за двома фідерами Ф-6 і Ф-9 від двох секцій шин РУ-10кВ, двома кабельними лініями перетином 3х150, L = 1300м до РП-58.

РП-58, РУ-10кВ знаходяться в новій будівлі котельні, і має дві незалежні секції шин, між якими передбачено автоматичне включення резерву (АВР) при зникненні напруги на одному з вводів (Ф-6 або Ф-9). Контроль за станом введів і спрацьовування АВР здійснюється операторами за допомогою світлової сигналізації, яка перебуває в операторській новій котельні.

Між РП-58, Ру-10 кВ (нова котельня) і ТП-1527, РУ-10 кВ (стара котельня) прокладені два кабеля зв'язку, по яких здійснюється електропостачання двох секцій шин РУ-10 кВ і ТП-1527.

Електропостачання РУ-0,4 кВ, РП-58 проводиться на дві секції шин 0,4 кВ, від двох трансформаторів потужністю 630 кВт. Так, як в РУ-10 кВт, ТП-1527 АВР не передбачено (мається ручне резервування) АВР проводиться в РУ - 0,4 кВ, ТП-1527. Розподіл навантаження наведено в таблиці 1.12,1.13.

Таблиця 1.12 - Розподіл навантажень (старої котельні).

1 Секція	Потужність кВт	2 секція	Потужність кВт
Димосос котла №1 Вентилятор котла №1	27,6	Димосос котла №3 Вентилятор котла №3	33,0
Димосос котла №2 Вентилятор котла №2	33,0	Димосос котла №5 Вентилятор котла №5	73,5
Димосос котла №4 Вентилятор котла №4	27,6	Мережевий насос №3	90,0
Мережевий насос №1	90	Мережевий насос №4	132
Мережевий насос №2	132	Сварочний пост №2	30
Насос рециркуляції	22,0	Освітлення проходної	1,5
Зварювальний апарат №2	30,0	Робоче освітлення	11,5
Авар. зварювання	1,0		

Столярні майстерні	12,5		
--------------------	------	--	--

При зникненні напруги автоматичне включення відбувається тих електродвигунів, пускова апаратура яких при цьому залишається у включеному положенні:

- в старій котельні - димососи, вентилятори;
- в новій котельні - димососи, вентилятори, підживлювальні насоси, рециркуляційні насоси, насоси гарячого водопостачання.

Підживлюючи насос включається від ЕКС. Перший підживлюючий насос при зникненні напруги може бути включений з «місця» від агрегату аварійного освітлення.

Аварійне освітлення обох котелень здійснюється від дизель-генератора потужністю 30 кВт, встановленого в новій котельні. Напруга в мережі аварійного освітлення 220 В.

Таблиця 1.13 - Розподіл навантаження (нової котельні)

1 секція	Потужність кВт	2 секція	Потужність кВт
Димосос котла №1	90	Димосос котла №2	90
Вентилятор котла №1	75	Вентилятор котла №2	75
Димосос котла №3	90	Мережевий насос №2(зим)	630
Вентилятор котла №3	75	Мережевий насос №3(зим)	630
Мережевий насос №1(зим.)	630	Насос ГВП №2,4	2x90
Насос ГВП №1,3	2x90	Насос підживлення №2	18,5
Насос мережевий №4(зим.)	630	Насос робочої води №1	55
Насос робочої води №2,3.	2x55	Насос рециркуляції №4,5	2x45
Насос рециркуляції №1,2,3	3x45		
Насос підживлення №1,3	2x15		

1.15 Аналіз енергоспоживань

Енергетичний аудит – це вид діяльності, направлений на зменшення потреб енергетичних ресурсів суб'єктів господарської діяльності за рахунок підвищення ефективності їх показників.

При обстеженні встановлено, що котельня Бородінського мікрорайону споживає :

- електроенергію;
- природний газ;
- холодну воду;

Для аналізу енергоспоживання котельні зібрані прокази електричних лічильників, газових лічильників, водяних лічильників, а також данні о тарифах енергоносіїв за 12 місяців 2019 року.

В таблиці 1.14 зібрані фактичні данні споживання газу, електроенергії, холодної води за 12 місяців 2019 року. А також відомі тарифи на енергоносії , тому не складно розрахувати витрати на них, таблиця 1.15.

Таблиця 1.14 - Фактичні показники за 2019 рік

Показники	Од.виміру	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	За рік
Вироблення тепла	ГДж	164679	128166,36	104293,95	25361,618	1011,5499	9185,8467	8934,3588	8445,5014	97703,394	21926,218	97106,42	121458,86	788273,07
Витрата тепла на ВП	ГДж	3622,9399	2819,6598	2294,4676	557,95543	188,05911	202,08974	196,55453	185,80231	215,082	482,3759	2136,3414	2672,0932	15573,421
Відпуск з колекторів	ГДж	161056,06	125183,65	101863,56	24788,807	836,05179	8983,757	8737,8042	8259,6991	9561,3118	21443,842	94846,759	118632,79	684194,09
Втрати тепла Всього	ГДж	17866,302	3524,8511	3504,9628	2271,1837	959,6604	1283,2694	1552,7824	1422,3867	1679,6988	2234,3004	2625,1025	3187,7683	42112,268
через ізоляцію	ГДж	13370,891	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13370,981
з витоком в мережу опалення	ГДж	2376,9138	1585,5834	1425,9498	675,84042	50,038837	31,000548	321,57416	354,64309	617,18055	907,59506	1006,5297	1368,634	10721,483
з витоком в мережу ГВП	ГДж	2118,4964	1939,2677	2079,013	1595,3433	909,62156	1252,2689	1231,2083	1067,7436	1062,5182	1326,7054	1618,5728	1819,1343	18019,893
Корисний відпуск Всього	ГДж	143189,76	121658,8	98358,596	22517,623	7400,4304	7700,4876	7185,0218	6837,3124	7881,613	19209,541	92221,656	115445,02	649605,86
Корисний відпуск опалення	ГДж	126436,18	106365,94	81821,244	8965,2379	0	0	0	0	0	7337,5961	75428,952	93782,859	500138,01
Корисний відпуск ГВП	ГДж	16753,577	15292,854	16537,352	13552,385	7400,4304	7700,4876	7185,0218	6837,3124	7881,613	11871,945	16792,705	21662,165	149467,85
Витрата палива	тис.м3	5084,928	3906,264	3211,305	821,390	274,130	292,366	281,434	283,682	305,327	695,046	3030,350	3791,384	21977,606
Витрата електроенергії Всього	тис.кВт*год	947,857	844,387	907,417	222,947	75,714	110,624	113,980	110,072	124,407	193,634	850,434	890,076	5391,549
Витрата на ВП	тис.кВт*год	938,874	835,404	898,434	213,964	69,747	93,057	104,013	89,305	118,44	184,651	841,451	881,093	5268,433
ненормативна витрата ел.ен.	тис.кВт*год	8,983	8,983	8,983	8,983	5,967	17,567	9,967	20,767	5,967	8,983	8,983	8,983	123,116
Витрата хол.води Всього	тис.м3	56,163	61,459	74,035	61,765	30,735	13,688	42,451	38,659	42,139	32,085	42,393	46,416	541,988
Витрата на ГВП	тис.м3	33,420	42,746	53,179	49,747	24,662	3,938	30,673	27,724	29,434	16,983	24,044	27,638	364,188
Витрата на ВП	тис.м3	22,743	18,713	20,856	12,018	6,073	9,750	11,778	10,935	12,705	15,102	18,349	18,778	177,8
Приведена теплове навантаження Всього	МВт	105,77601	95,817244	86,084097	0,15119	0,315173	1,565398	1,567724	1,625874	1,587495	81,544908	95,817244	104,20596	576,05832
Приведене теплове навантаження опалення.	МВт	102,71616	91,558338	83,891842	0	0	0	0	0	0	79,238679	92,892299	96,676701	546,97402
приведене теплове навантаження на ГВП	МВт	3,059853	4,258906	2,192255	0,15119	0,315173	1,565398	1,567724	1,625874	1,587495	2,306229	2,924945	7,529262	29,084304

Таблиця 1.15 – Енергоспоживання та тарифи за 2019 рік

Показники	Од.вим.	січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	рік
Електропостачання	тис.кВт·рік	947,857	844,387	907,417	222,947	75,714	110,624	113,980	110,072	124,407	193,634	850,434	890,076	5391,549
Електропостачання	ГДж	3,41	3,04	3,27	0,80	0,27	0,40	0,41	0,40	0,45	0,70	3,06	3,20	19,41
Тариф	грн/кВт·ч	3,2129	3,2129	3,2129	3,2129	3,2129	3,2129	3,2129	3,2129	3,2129	3,2129	3,2129	3,2129	3,2129
Загальна вартість	грн	3045369,8	2712931	2915440,1	716306,42	243261,51	355423,85	366206,34	353650,33	399707,25	622126,68	2732359,4	2859725,2	17322508
Газ	тис.м ³	5084,928	3906,264	3211,305	821,39	274,13	292,366	281,434	283,682	305,327	695,046	3030,35	3791,384	21977,606
Газ	ГДж	172836,7	132773,91	109152,26	27919,046	9317,6787	9937,5203	9565,9417	9642,3512	10378,065	23624,614	103001,6	128869,14	747018,83
Тариф	грн/тис.м ³	6788,6282	6788,6282	6788,6282	6788,6282	2879,85	2719,73	2906,03	3723,98	5331,78	5315,94	6067,43	5320,628	
Загальна вартість	грн	34519686	26518174	21800356	5576111,3	789453,28	795156,58	817855,65	1056426,1	1627936,4	3694822,8	18386437	20172544	135754958
Вода	тис. м ³	56,163	61,459	74,035	61,765	30,735	13,688	42,451	38,659	42,139	32,085	42,393	46,416	541,988
Тариф	грн/тис.м ³	20770	20770	20770	20770	20770	20770	20770	20770	20770	20770	20770	20770	
Загальна вартість	грн	1166506	1276503	1537707	1282859	638366	284300	881707	802947	875227	666405	880503	964060	11257091

На котельні енергоносіями є електроенергія і газ, які використовуються на виробничі потреби, приготування гарячої води, освітлення.

Для аналізу енергоспоживання, за даними таблиці 1.14 побудовані діаграма і графіки, а також представлені рисунки 1.3 - 1.5. З розгляду на рис. 1.3 видно, що найбільші витрати припадають на газ 83%, на електроенергію 10%, вода 7%. На рисунку 1.4 графічно показано споживання газу в 2019 році. На графіку видно, коли закінчується і починається опалювальний сезон. А на рисунку 1.5 зображено споживання електроенергії в 2019 році.

У таблиці 1.16 перераховано все обладнання, яке споживає електроенергію. Зазначено час його роботи, більша частина обладнання працює 24 години на добу, і вимикається лише на ремонтні роботи, тому можна поррахувати, знаючи номінальну потужність обладнання яке споживав електроенергію, це допоможе визначити ефективність систем регулювання, так як розрахунок зроблений для 100% навантаження, хоча на практиці обладнання не працює на повну потужність.

Також є дані про роботу котлів таблиця 1.16-1.17, кожного в діяльності, так як димосос і вентилятор є невід'ємною його частиною, час роботи цього обладнання відповідає часу роботи самого котла, на одному з димососів котла ТВГ-8М встановлено двигун з явно завищеною потужністю 55кВт. Тому варто на це приділити увагу, так як це нераціональне використання електроенергії, і є значним потенціалом для енергозбереження, приводом для проведення заходу послужив той факт що на подібних котлах марки ТВГ-8М стоять димососи з двигунами менш потужними: 22 кВт.

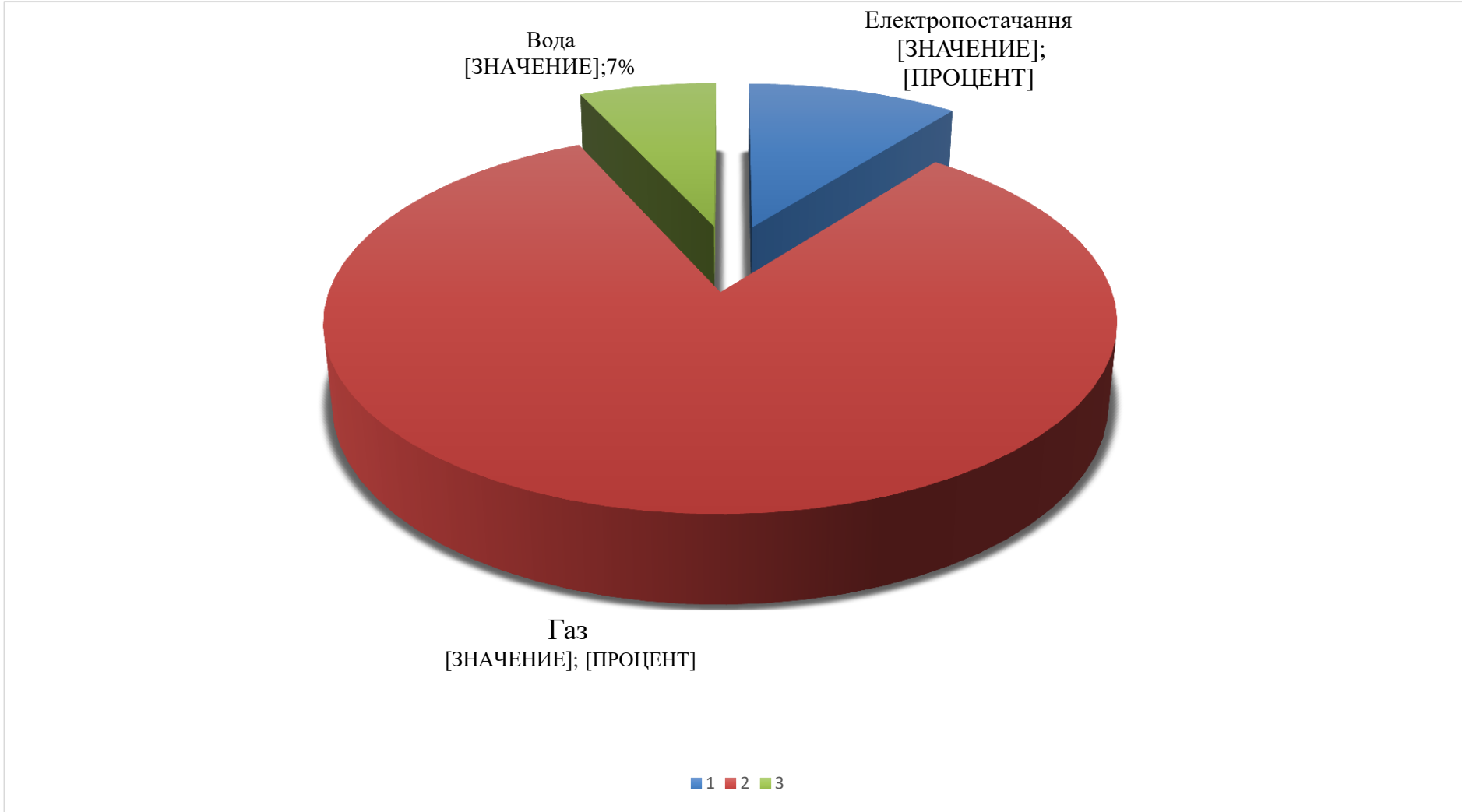


Рисунок 1.3 - Структура енергоспоживання в 2019 році у вартісному вираженні, грн

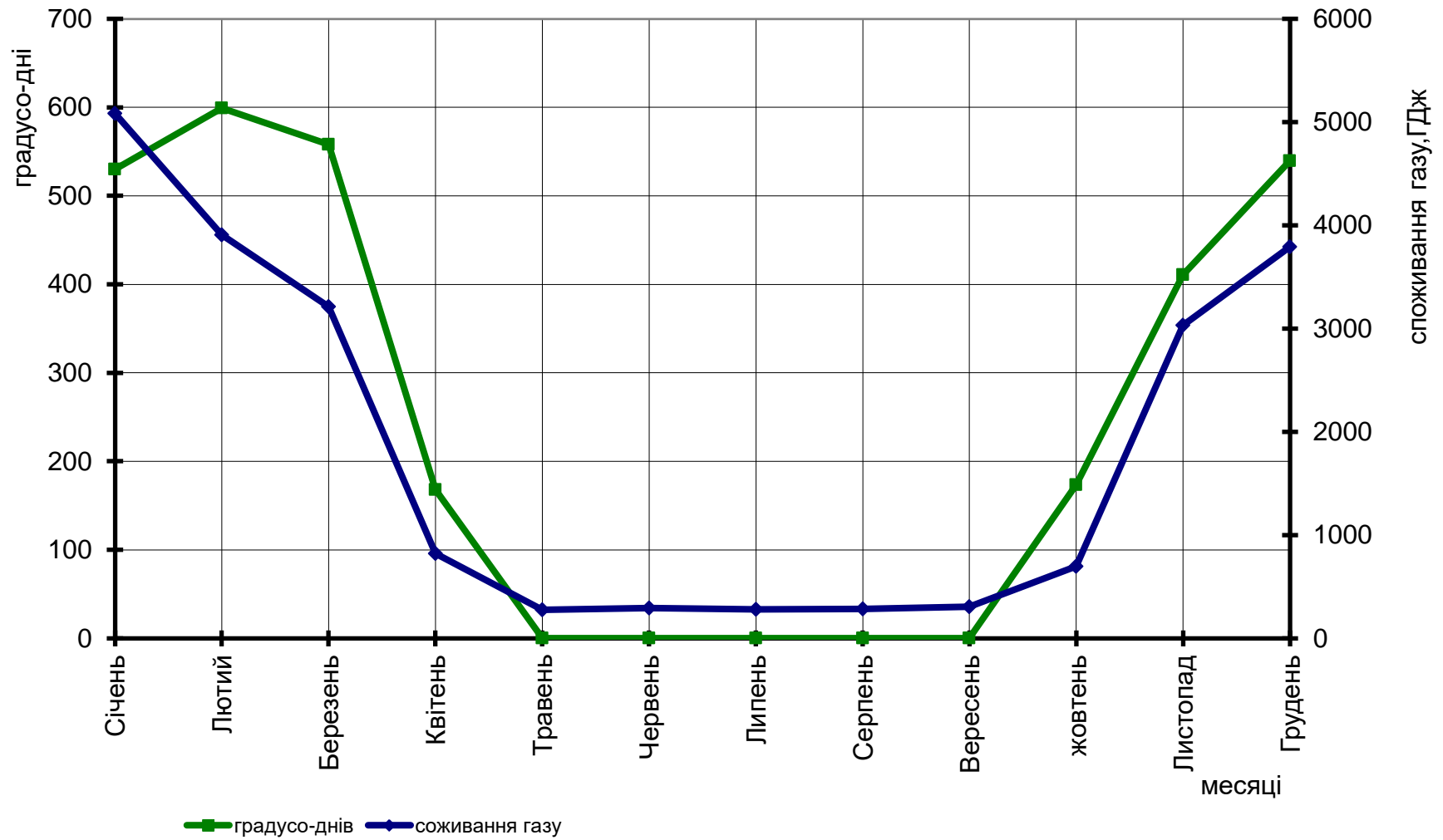


Рисунок 1.4 - Таблиця порівняння місячного споживання газу з величиною градусо-днів

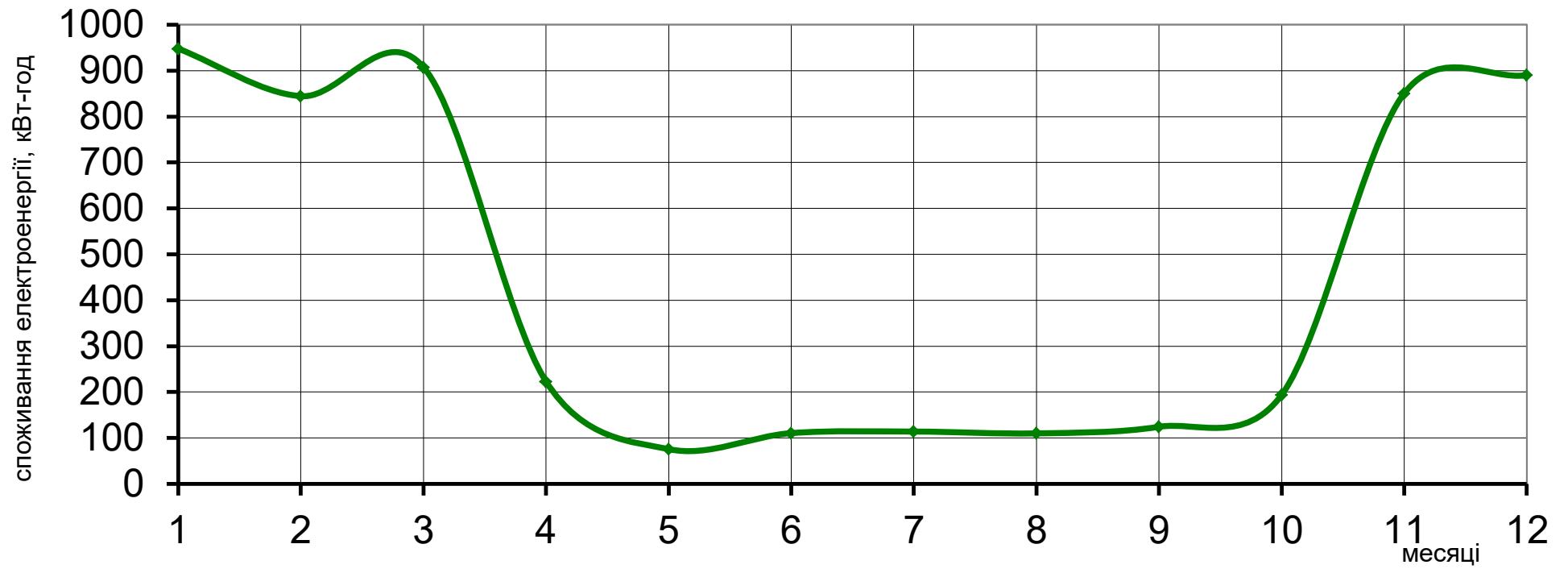


Рисунок 1.5 - Споживання електроенергії в 2019 році, кВт-год

Таблиця 1.16 - Енергоспоживання обладнання котельні

Обладнання на котельні	N, кВт	Продуктивність, м ³ / год	Години роботи, год											
			Січень	Лютий	Березень	Кітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Стара котельня														
Мережевий насос №1	90	315	744	672	744	720	-	-	-	-	-	360	720	744
Мережевий насос №2	132	500	744	672	744	720	-	-	-	-	-	360	720	744
Мережевий насос №3	90	315	2-го пара замінює першу											
Мережевий насос №4	132	500												
Рециркуляційний насос	22	90	Працює тільки при включенні котлів, не більше тижня											
Нова котельня			январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	Ноябрь	Декабрь
Мережевий насос №1 (зим)	630	1250	744	672	744	720	-	-	-	-	-	360	720	744
Мережевий насос №4 (зим)	630	1250	744	672	744	720	-	-	-	-	-	360	720	744
Мережевий насос №2 (зим)	630	1250	2-га пара замінює першу											
Мережевий насос №3 (зим)	630	1250												
Рециркуляційний насос №1	45	250	744	672	744	720	-	-	-	-	-	360	720	744
Рециркуляційний насос №2	45	250	Працює один в опалювальний період											
Рециркуляційний насос №3	45	250												
Рециркуляційний насос №4	45	250												
Рециркуляційний насос №5	45	250												
Підживлювальний насос №1	22	100	744	672	744	720	-	-	-	-	-	360	720	744
Підживлювальний насос №2	22	100	1-й и 2-й працюють по черзі											
Підживлювальний насос №3	18	20	-	-	-	-	744	720	744	744	720	-	-	-
Насос робочої рідини №1	55	320	744	672	744	720	744	720	744	744	720	360	720	744
Насос робочої рідини №2	55	320	Один насос замінює											
Насос робочої рідини №3	55	320												
Насос ГВП №1	90	320	744	672	744	720	744	720	744	744	720	360	720	744
Насос ГВП №3	90	320	217	196	217	210	217	210	217	217	210	168	168	217
Насос ГВП №2	90	320	2-я паразамінює першу											
Насос ГВП №4	90	320												
Насос холодної води №1	37	290	Включення при зниженні тиску в трубопроводі											
Насос холодної води №2	37	290												
Насос холодної води №3	37	290												
Насос холодної води №4	37	290												

Котел ТВГ-8М №1 працює на багато більше за інших, а з огляду на той факт що саме на ньому використовується димосос з двигуном 55кВт, потрібно задуматися про раціональність використання саме цього котла, споживання і продуктивність котлів показують, що котли працюють в однакових режимах і співвідношення витрат палива і вироблення практично однакові, з цього виходить цілком можливо перейти на інший котел. І цим самим економити електроенергію.

При огляді наявності і стану ізоляції було виявлено, що всі труби ізольовані і ізоляція в хорошому стані. Огляд освітлюваних приладів виявив, що в котельні встановлено люмінесцентні лампи і лише в одній операторській стоять звичайні лампи в кількості 14 шт потужністю 75Вт, в самій котельні стоять лампи ДРЛ.

Енергозберігаючі захід можна застосувати і на насосах ГВП, так як подача гарячої води на мікрорайон регулюється дросельним клапаном, а в світі вже широко використовуються пристрої які здатні регулювати подавання, шляхом зміни частоти обертання двигуна на насосі, а це в свою чергу здатне заощадити не мало електроенергії. Для застосування даного заходу необхідні дані про погодинну подачу води на мікрорайон, в будній день, такі дані є, вони чітко показую в яку годину настає пікове навантаження, а в які відбувається незначна подача гарячої води.

І як наслідок аналізу намітилося кілька заходів які можуть принести економію:

- заміна двигуна на димососі котла ТВГ-8М, на менш потужний;
- установка частотного перетворювача на двигун насоса ГВП;

Розрахунок покаже ефективність заходу і строк окупності, якщо вигоди виявляться прийнятними, то дані заходи цілком можна реалізувати на практиці.

2 РОЗРАХУНОК ТА ОЦІНКА ЗАХОДІВ ПО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЮ

2.1 Захід по заміні двигуна на димососі котла ТВГ-8М №1

2.1.1 Розрахунок необхідного об'єма повітря для спалювання палива та кількість відхідних газів

2.1.1.1 Характеристика якості палива

Паливо – природний газ.

Елементарний склад частини робочого палива, що згорає, % :

- метан $CH_4=94,2$;
- етан $C_2H_6=2,6$;
- пропан $C_3H_8=0,5$;
- бутан $C_4H_{10}=0,1$;
- азот $N_2=2$;
- вуглекислота $CO_2=0,3$;
- пентан $C_5H_{12}=0,048$;

Вологовміст газу, $г/м^3$:

$$d_2=10.$$

Склад пилу в газі, $г/м^3$:

$$a_2=0.$$

Нижча теплота згоряння сухого газу, $\frac{МДж}{м^3}$

$$Q_n^c = 33,887$$

2.1.1.2 Об'єм повітря і продуктів згоряння палива

Теоретичний об'єм повітря, необхідного для спалювання 1кг палива, $\frac{м^3}{м^3}$

$$V_B^0 = 0,0476[0,5CO + 0,5 \cdot H_2 + 1,5H_2S + \sum(m + 0,25n)C_mH_n - O_2] =$$

$$= 0,047 \cdot [0,5 \cdot 0,3 + 0,5 \cdot 0 + 1,5 \cdot 0 + \Sigma(1 + 0,25 \cdot 4) \cdot 94,2 + (2 + 0,25 \cdot 6) \cdot 2,6 + (3 + 0,25 \cdot 8) \cdot 0,5 + (4 + 0,25 \cdot 10) \cdot 0,10 + (5 + 0,25 \cdot 12) \cdot 0,048] = 9,455.$$

Об'єм продуктів згоряння, що утворюються при горінні палива з теоретичним об'ємом повітря, $\frac{M^3}{M^3}$

а) трьохатомні гази:

$$V_{RO_2} = 0,01 \cdot (CO_2 + CO + H_2S + \Sigma(mC_m \cdot H_n)) = \\ = 0,01 \cdot (0,3 + \Sigma(1 \cdot 94,2 + 2 \cdot 2,6 + 3 \cdot 0,5 + 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,048)) = 1,018;$$

б) двохатомні гази:

$$V_{N_2}^0 = 0,79V_6^0 + \frac{N_2}{100} = 0,79 \cdot 9,455 + \frac{2}{100} = 7,489;$$

в) водяний пар:

$$V_{H_2O}^0 = 0,01 \cdot [H_2S + H_2 + \Sigma 0,5nC_mH_n + 0,124 \cdot d_2] + 0,0161 \cdot V_6^0 = \\ = 0,01 \cdot \left[\Sigma 0,5 \cdot 4 \cdot 94,2 + 0,5 \cdot 6 \cdot 2,6 + 0,5 \cdot 8 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 10 \cdot 0,1 + \right. \\ \left. + 0,5 \cdot 12 \cdot 0,048 + 0,124 \cdot 10 \right] + \\ + 0,0161 \cdot 9,455 = 2,154.$$

Дійсний об'єм водяної пари V_{H_2O} $\frac{M^3}{M^3}$, визначено по формулі,

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0,0161 \cdot (\alpha - 1) \cdot V_B^0 = 2,154 + 0,0161(1,22 - 1)9,455 = \\ = 2,187,$$

де, α - коефіцієнт надлишку повітря, приймаємо 1,22.

Об'єм двохатомних газів, $\frac{M^3}{M^3}$

$$V_{R_2} = V_{N_2}^0 + (\alpha - 1)V_g^0 = 7,489 + (1,22 - 1) \cdot 9,455 = 9,569.$$

Об'єм продуктів спалювання, які утворилися при спалюванні палива з залишком повітря воздуха, $\frac{м^3}{м^3}$

$$V_2 = V_{RO_2} + V_{R_2} + V_{H_2O} = 1,018 + 9,569 + 2,187 = 12,774.$$

Об'ємна частка водяної пари з відхідними газами

$$r_{H_2O} = \frac{V_{H_2O}}{V_2} = \frac{2,187}{12,774} = 0,171.$$

2.1.2 Розрахунок опору газового тракту

Поворот на 90 від виходу з камери згоряння до економайзера.

Коефіцієнт опору повороту

$$\xi = K\Delta\zeta_0 \cdot B \cdot C = 1,05 \cdot 1 \cdot 1 = 1,05,$$

де, $K\Delta\zeta_0 = 1,05$ – коефіцієнта враховує впливу шорсткості стінок і коефіцієнта опору повороту;

$B = 1$ – коефіцієнт визначається в залежності від кута повороту;

$C = 1$ – коефіцієнт, який визначається для відводу і колін при квадратному поперечному перерізі.

Швидкість димових газів, $м/с$

$$\omega = \frac{B_p \cdot V_2 \cdot (273 + t)}{273 \cdot F}$$

де, B_p - витрата палива, $м^3/с$;

F - площа живого перерізу, m^2 .

Швидкість перед поворотом, m/c

$$\omega_1 = \frac{0,313 \cdot 12,868 \cdot (273 + 300)}{273 \cdot 2,156} = 3,92.$$

Швидкість після отвору, m/c

$$\omega_2 = \frac{0,313 \cdot 12,868 \cdot (273 + 300)}{273 \cdot 1,678} = 5,037.$$

Середня швидкість, m/c

$$\omega_{cp} = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} = \frac{3,92 + 5,037}{2} = 4,47.$$

Щільність поточного середовища (димових газів), kg/m^3

$$\rho = 1,255.$$

Місцевий опір, Pa

$$\Delta h = \xi \cdot \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2} = 1,05 \cdot \frac{4,47^2 \cdot 1,255}{2} = 13,164.$$

Розрахунок опору водяного економайзера.

Економайзер має вигляд, попередньо омиваного, шахового пучка.

Діаметр труб, m

$$d = 0,028.$$

Число труб по глибині пучка, шт

$$z_2 = 8.$$

Крок труб по ширині, м

$$S_1 = 0,056.$$

Крок труб по глибині, м

$$S_2 = 0,028.$$

Діагональний крок труб, м

$$S_2' = \sqrt{\frac{1}{4} S_1^2 + S_2^2} = \sqrt{\frac{1}{4} 0,056^2 + 0,028^2} = 0,04.$$

Знаходимо співвідношення

$$\sigma_1 = \frac{S_1}{d} = \frac{0,056}{0,028} = 2,$$

$$\sigma_2 = \frac{S_2}{d} = \frac{0,028}{0,028} = 1,$$

$$\varphi = \frac{S_1 - d}{S_2' - d} = \frac{0,056 - 0,028}{0,04 - 0,028} = 2,33,$$

Розрахункова площа живого перерізу газоходу для поперечно омиваних пучків гладких труб, м²

$$F = a \cdot b - z_1 \cdot d \cdot l = 3,08 \cdot 0,545 - 8 \cdot 0,028 \cdot 2,9 = 1,029.$$

Швидкість димових газів, м/с

$$\omega = \frac{B_p \cdot V_z \cdot (273 + t)}{273 \cdot F} = \frac{0,313 \cdot 12,868(273 + 300)}{273 \cdot 1,029} = 8,21.$$

Опір при $1,44 \leq \sigma_1 \leq 3,0$ і $1,7 < \varphi \leq 6,5$, Па

$$\Delta h = C_s \cdot C_d \cdot \Delta h_{ad}(z_2 + 1) = 1,65 \cdot 1,06 \cdot 6,867 \cdot (8 + 1) = 108,093.$$

де, C_s , C_d та Δh_{ad} знаходимо за графіком.

Розрахунок опору водяного економайзера (1й ступені)

Економайзер представлений у вигляді, поперечно омиваного, шахового пучка.

Діаметр труб, м

$$d = 0,028$$

Число труб по глибині пучка, шт

$$z_2 = 8.$$

Шаг труб по ширині, м

$$S_1 = 0,056.$$

Шаг труб по глибині, м

$$S_2 = 0,028.$$

Діагональний шаг труб, м

$$S_2' = \sqrt{\frac{1}{4} S_1^2 + S_2^2} = \sqrt{\frac{1}{4} 0,056^2 + 0,028^2} = 0,04.$$

Знаходимо співвідношення

$$\sigma_1 = \frac{S_1}{d} = \frac{0,056}{0,028} = 2,$$

$$\sigma_2 = \frac{S_2}{d} = \frac{0,028}{0,028} = 1,$$

$$\varphi = \frac{S_1 - d}{S_2 - d} = \frac{0,056 - 0,028}{0,04 - 0,028} = 2,33.$$

Розрахункова площа живого перерізу газоходу для поперечно омиваються пучків гладких труб, м²

$$F = a \cdot b - z_1 \cdot d \cdot l = 3,08 \cdot 0,545 - 8 \cdot 0,028 \cdot 2,9 = 1,029.$$

Швидкість димових газів, м/с

$$\omega = \frac{B_p \cdot V_g \cdot (273 + t)}{273 \cdot F} = \frac{0,313 \cdot 12,868(273 + 250)}{273 \cdot 1,029} = 7,5,$$

Опір при $1,44 \leq \sigma_1 \leq 3,0$ и $1,7 < \varphi \leq 6,5$, Па

$$\Delta h = C_s \cdot C_d \cdot \Delta h_{2p}(z_2 + 1) = 1,65 \cdot 1,06 \cdot 5,886 \cdot (8 + 1) = 92,65.$$

де, C_s , C_d та Δh_{2p} знаходиться за графіком.

Розрахунок опору в нижній частини конвективної шахти, в місці звуження

Площа живого перетину перед звуженням, м²

$$F_1 = 3,08 \cdot 0,545 = 1,678.$$

Площа живого перетину після звуження, m^2

$$F_2 = 0,8 \cdot 0,545 = 0,436.$$

Співвідношення площ, m^2

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{0,436}{1,678} = 0,259.$$

Швидкість димових газів, m/c

$$\omega = \frac{B_p \cdot V_z \cdot (273 + t)}{273 \cdot F}.$$

Швидкість перед звуженням, m/c

$$\omega_1 = \frac{0,313 \cdot 12,868 \cdot (273 + 200)}{273 \cdot 1,678} = 4,15.$$

Швидкість після звуження, m/c

$$\omega_2 = \frac{0,313 \cdot 12,868 \cdot (273 + 200)}{273 \cdot 0,436} = 16,01.$$

Коефіцієнт опору при зміні перетину

$$\xi_{\text{вх}} = 0,37,$$

$$\xi_{\text{вих}} = 0,64,$$

Опір при звуженні, $Па$

$$\Delta h_1 = \xi_{\text{вх}} \cdot \frac{\omega_1^2 \cdot \rho}{2} = 0,37 \cdot \frac{4,15^2 \cdot 1,255}{2} = 3,99,$$

$$\Delta h_2 = \xi_{\text{вих}} \cdot \frac{\omega_2^2 \cdot \rho}{2} = 0,64 \cdot \frac{16,01^2 \cdot 1,255}{2} = 102,93.$$

Сума опорів, $Па$

$$\Delta h = 3,99 + 102,93 = 106,92.$$

Поворот на 90° в нижній частині конвертинові шахти

Коефіцієнт опору повороту

$$\xi = K\Delta\zeta_0 \cdot B \cdot C = 1,04 \cdot 1 \cdot 1 = 1,04,$$

де, $=1,04$ – коефіцієнта враховує впливу шорсткості стінок і коефіцієнта опору повороту;

$B=1$ – коефіцієнт визначається в залежності від кута повороту;

$C=1$ – коефіцієнт, який визначається для відводу і колін при квадратному поперечному перерізі.

Швидкість димових газів, $м/с$

$$\omega = \frac{B_p \cdot V_z \cdot (273 + t)}{273 \cdot F}.$$

Швидкість перед поворотом, $м/с$

$$\omega_1 = \frac{0,313 \cdot 12,868 \cdot (273 + 200)}{273 \cdot 0,436} = 16,01.$$

Швидкість після повороту, m/c

$$\omega_2 = \frac{0,313 \cdot 12,868 \cdot (273 + 200)}{273 \cdot 0,72} = 9,69.$$

Середня швидкість, m/c

$$\omega_{cp} = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} = \frac{16,01 + 9,69}{2} = 12,85.$$

Місцевий опір, Pa

$$\Delta h = \xi \cdot \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2} = 1,05 \cdot \frac{12,85^2 \cdot 1,255}{2} = 108,79.$$

Розрахунок опору тертя.

Середня швидкість по всьому газовому тракту, m/c

$$\omega_{cp} = \frac{4,47 + 8,21 + 7,5 + 16,01 + 12,85}{5} = 9,8.$$

Еквівалентний діаметр для прямокутного перерізу, m^2

$$d_3 = \frac{2ab}{a+b} = \frac{2 \cdot 3,08 \cdot 0,545}{3,08 + 0,545} = 0,926.$$

Коефіцієнт кінематичної в'язкості, m^2/c

$$\nu = 37,75 \cdot 10^{-6}.$$

Число Рейнольдса

$$\text{Re} = \frac{\omega \cdot d_g}{\nu} = \frac{9,8 \cdot 0,926}{37,75 \cdot 10^{-6}} = 240392.$$

Коефіцієнт опору тертя

$$\lambda = 0,025.$$

Опір тертя, *Па*

$$\Delta h_{mp} = \lambda \cdot \frac{l \cdot \omega^2 \cdot \rho}{d_g \cdot 2} = 0,015 \cdot \frac{6,5 \cdot 9,8^2 \cdot 1,255}{0,926 \cdot 2} = 6,34.$$

Розрахунок самотяга в газоході котлоагрегата

$$\Delta h_c = 0,981 \cdot H \cdot \left(\rho_a - \rho_g \frac{273}{273 + \vartheta} \right) = 0,981 \cdot 6,5 \cdot \left(1,2 - 1,255 \frac{273}{273 + 250} \right) = 3,474$$

де, *H* - висота даної дільниці газоходу по вертикалі, *м*;

ρ_a - щільність повітря при температурі довкілля 20°С, *кг/м³*;

ρ_g - щільність газів, *кг/м³*;

ϑ - середня температура газового потоку на даній дільниці, °С

Сума опорів газового тракту, *Па*

$$\Delta H_n = h_m'' + \sum \Delta h + \Delta h_{mp} - \Delta h_c =$$

$$= 24,52 + (13,16 + 108,09 + 92,65 + 106,92 + 108,79) + 6,34 - 3,47 = 457$$

де, h_s'' - розрідження на виході з топки, *Па*

Розрахунковий напір тягодуттєвої установки, *Па*

$$H_{\partial} = \beta_2 \cdot \Delta H_n = 1,2 \cdot 457 = 548,4,$$

де, β_2 - коефіцієнт запасу тиску.

2.1.3 Розрахунок продуктивності

Розрахунок установки при розрахунковому режимі, м³/год

$$\begin{aligned} Q &= \beta_1 \cdot V_p \cdot (V_r + \Delta\alpha \cdot V_v^o) \frac{\vartheta_d + 273}{273} \cdot \frac{7455,6}{h_{бар}} = \\ &= 1,1 \cdot 1130 \cdot (12,774 + 1,22 \cdot 9,455) \cdot \frac{190 + 273}{273} \cdot \frac{7455,6}{7426,17} = \\ &= 1243 \cdot 12,774 \cdot 1,696 \cdot 1,003 = 26946,58 \end{aligned}$$

де, β_1 – коефіцієнт запасу по продуктивності;

$\Delta\alpha$ – присос повітря;

ϑ_d – температура газів перед димососом, °C

2.1.4 Розрахунок споживання потужності

Потужність, споживана тяго-дугтєвим обладнанням при розрахованому напорі, кВт

$$N = \frac{\beta_3 \cdot Q \cdot H_d}{\eta} = \frac{1,1 \cdot 26946,58 \cdot 0,548}{3600 \cdot 0,6} = 7,520$$

де, β_3 – коефіцієнт запасу потужності електродвигуна;

H_d -розрахунковий повний напір установки, кПа;

η – експлуатаційний ККД установки при розрахунковому режимі

Отриманий результат - це теоретичний результат, тому застосовувати його на практиці неможна. Розрахунок проводиться за допомогою учбового посібника та могли бути допущені деякі неточності.

Потужність, споживана тяго-дугтєвою установкою при напорі взятому з паспорта, кВт

$$N = \frac{\beta_3 \cdot Q \cdot H_d}{\eta} = \frac{1,1 \cdot 26946,58 \cdot 0,735}{3600 \cdot 0,6} = 10,086.$$

По паспорту на димосос марки ДН-10 рекомендовано ставити двигун з номінальною потужністю 22 кВт.

На котлі ТВГ-8М №1, встановлено двигун на димососі з потужністю 55кВт, що приблизно складає 0,4 від навантаження, використовуючи графік залежності потреб від навантаження, потужність складе 40 кВт при 70 %.

Тому при заміні двигуна на менш потужній (22 кВт), економія за годину складе 40-22=18 кВт.

Маючи данні (таблиця 2.1), про кількість опрацьованості годин по кожному котлу, протягом року по місяцям можна порахувати річну економію.

Так як рекомендована потужність 22 кВт приймалась зі значним запасом, то економія може перевищувати розрахункову.

2.1.5 Фінансова оцінка

За даними роботи котла по годинам протягом року можна розрахувати, яку кількість електроенергії витрачає при двигуні потужністю 55 кВт, и 22 кВт. Тривалість роботи котлів наведено в таблиці 2.1.

Споживання електроенергії при потужності двигуна 55 кВт, кВт-год.

$$3959 \cdot 40 = 158360.$$

Споживання електроенергії при потужності двигуна 22 кВт, кВт-год.,

$$3959 \cdot 22 = 87098.$$

Річна економія, кВт-год/рік,

$$E = 158360 - 87098 = 71262.$$

Таблиця 2.1 - Тривалість роботи котлів, год

Місяця	Котел ТВГ-8М				
	№1	№2	№3	№4	№5
Квітень			652	-	
Травень	-	504	-	-	-
Червень	715	14,5	-	-	-
липень	-	-	-	-	-
Серпень	703	-	-	-	-
Вересень	711	-	-	-	-
Жовтень	605	-	-	-	-
Листопад	13			-	-
Грудень	337	206	145	-	-
Січень	39	-	-	-	-
Лютий	-	-	-	-	-
Березень	466	-	233,5	-	-
Сума	3959	724,5	1030,5	-	-

Річна економія, грн/рік

$$E = 71262 \cdot 3,2129 = 228957,67.$$

Пропонується заміна двигуна на АИР200М6 22 кВт, 1000 об/мин вартістю 18300 грн.

Чиста приведена вартість, грн

$$ЧПВ = ПСВ - К,$$

де, K – капітальні вкладення, грн, $K = 18300$

ПВВ – приведена вартість вигод, грн

$$ПСВ = \sum_{j=1}^n (E \cdot K_D),$$

де, E – річна економія грошових коштів. Для усіх років розраховується аналогічно, результати заносимо в таблицю 2.2.

Коефіцієнт дисконтування

$$K_D = \frac{1}{(1+r)^i},$$

де, r – рівень дисконту у формі десятинного числа (дисконтна ставка);

i – порядковий номер року експлуатування.

$$K_D = \frac{1}{(1+0,18)^0} = 1.$$

Аналогічний розрахунок виконуємо для 10 років експлуатування двигуна, результати розрахунку заносимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 - Розрахунок приведеної вартості вигід.

i	Рік	Витрати, грн	вигода, грн	Коеф. дисконт.	ППН	ПВВ	ЧПВ
0	2019	-18300	0	1	-18300	1010656,375	992356
1	2020	0	228957,67	0,84746	194032		
2	2021	0	228957,67	0,71818	164433		
3	2022	0	228957,67	0,60863	139351		
4	2023	0	228957,67	0,51579	118094		
5	2024	0	228957,67	0,43711	100080		
6	2025	0	228957,67	0,37043	84813		
7	2026	0	228957,67	0,31393	71877		
8	2027	0	228957,67	0,26604	60912		
9	2028	0	228957,67	0,22546	51621		
10	2029	0	228957,67	0,19106	43745		

Чиста приведена вартість, грн

$$\text{ЧПС} = 1010656 - 18300 = 992356.$$

Термін окупності, років

$$P = \frac{K}{\text{Э}} = \frac{18300}{228957,67} = 0,1.$$

Так само, проаналізувавши роботу, котлів ТВГ-8М, можна зробити висновок, що котел №1 пропрацював більше число годин. Як альтернативу заходу можна просто організувати роботу котлів таким чином, що б котел №1 працював якомога менше, замість нього запускати інший котел, з менш потужним двигуном на димососі, в даному випадку ніяких капітальних витрат немає, так як цей захід є організаційним.

З таблиці видно що котел №2 пропрацював лише 724,5 годин за рік, а котел №1 3959 годин на котлі №2 димосос з двигуном потужністю 22 кВт.

Споживання електроенергії при потужності двигуна 55 кВт, кВт-рік

$$3959 \cdot 40 = 158360.$$

Споживання електроенергії при потужності двигуна 22 кВт, кВт-рік

$$3959 \cdot 22 = 87098.$$

Річна економія, кВт-год/рік

$$\text{Э} = 158360 - 87098 = 71262.$$

Якщо котел №1 поставити в той режим роботи в якому працює котел №2
то:

Споживання електроенергії при потужності двигуна 55 кВт, кВт-рік

$$724,5 \cdot 55 = 39847,5.$$

Тоді річна економія складе, кВт-год/рік

$$\mathcal{E} = 71262 - 39847,5 = 67277,3.$$

Річна економія, грн/рік

$$\mathcal{E} = 67277 \cdot 3,2129 = 216093,724.$$

2.1.6 Аналіз отриманих результатів

Захід по заміні електродвигуна можна вважати вигідним, так як річна економія дорівнює 228957,67 грн, а термін окупності склав близько одного місяця, ЧПВ = 992356 грн.

Так само якщо немає коштів на покупку нового електродвигуна то його просто можна поставити в режим роботи котла №2, що принесе економії 216093,724 грн в рік, що є теж хорошим варіантом, враховуючи ще й те що ніяких капітальних витрат не потрібно.

2.2 Захід по установці частотного регулятора на один з насосів ГВП

2.2.1 Розрахунок середніх навантажень

Водяний насос регулюється електродвигуном потужністю 90 кВт.

При аналізі роботи насосів ГВП був складений графік (рис. 2.1) (зміни споживання району протягом доби), так само маючи дані про споживання району і знаючи, що в пікові години один і насосів працює на повну навантаження: 100% (320м³ /год), можна вирахувати який відсоток доповнює другий насос.

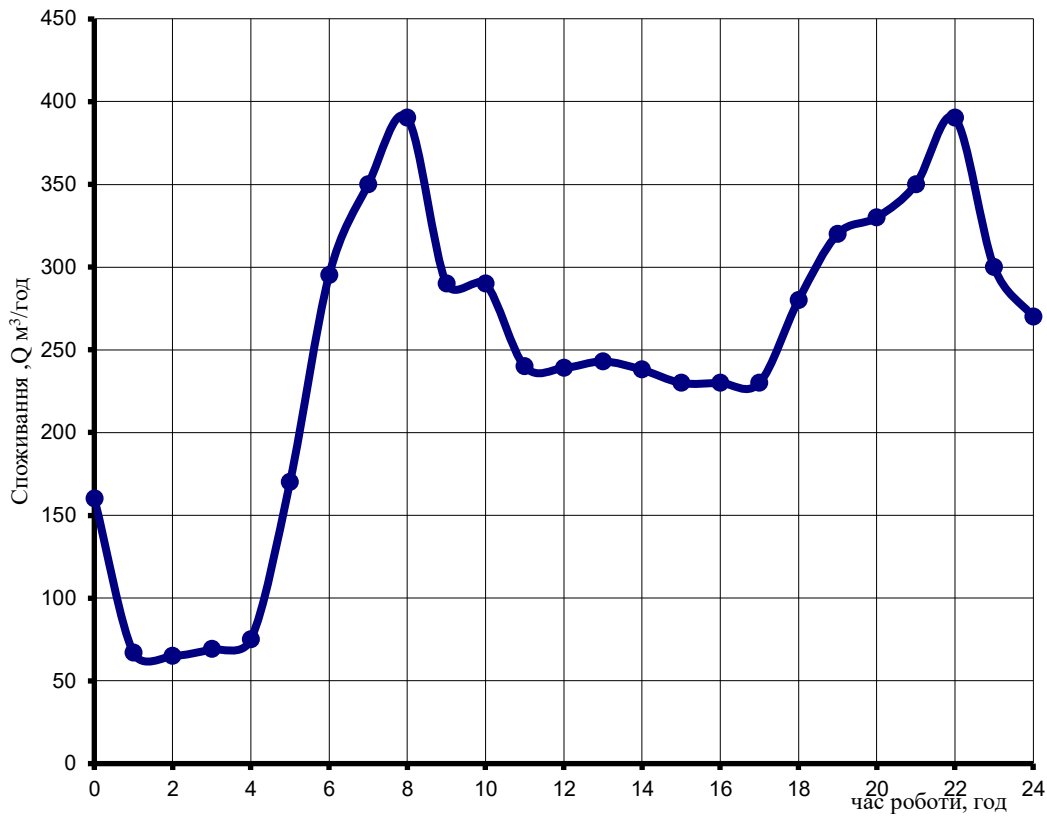


Рисунок 2.1 Зміна навантаження району протягом доби

Будується графік навантаження насосів у відсотках, де видно який насос, в який час і на якій завантаженості працює (рис. 2.2).

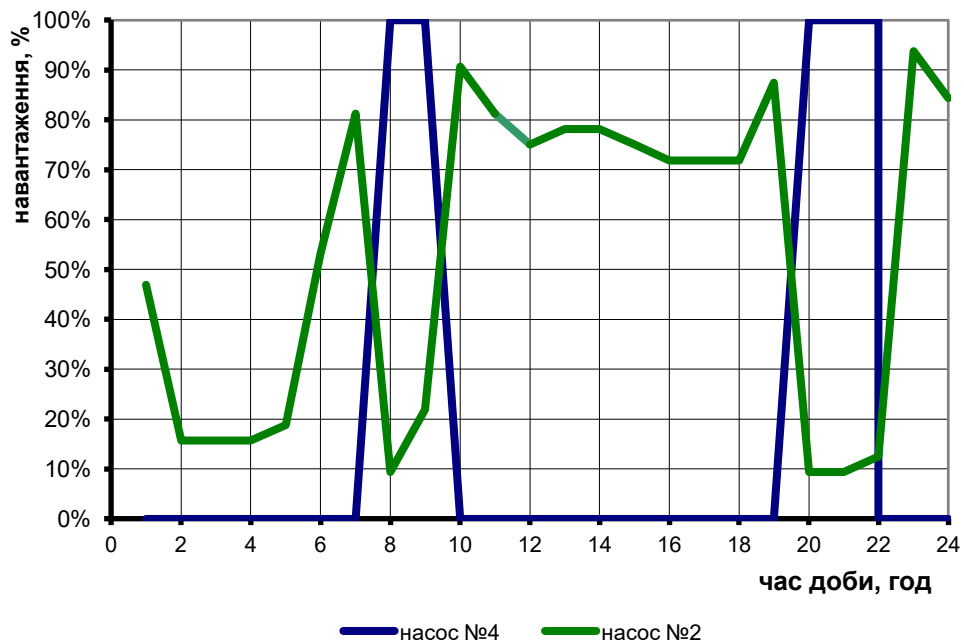


Рис 2.2 Режим роботи насосів при встановленому частотному перетворювачі.

З метою економії енергії пропонується встановити привід з регулюванням швидкості. Примітка. Приймається, що насос споживає 90кВт енергії при 100% навантаженні, так само допускається що регулятор швидкості має внутрішні втрати, рівні 1 кВт. Один насос працює 24 години на добу, а другий включається в пікові години, приймається що насоси працюють 350 днів на рік.

Вимірювання витрати води - показують скільки води подається в певний час доби:

5 години на добу: 100% від максимального навантаження

4 години на добу: 92% від максимального навантаження

2 години в добу: 82% від максимального навантаження

7 годин на добу: 73% від максимального навантаження

2 годину в добу: 53% від максимального навантаження

4 годину в добу: 23% від максимального навантаження

Використовуючи характеристики енергоспоживання (рис 2.3), проводиться порівняльний розрахунок для насоса при звичайній роботі, і при роботі після установки частотного регулятора. Розрахунок наведено в таблиці 2.3.

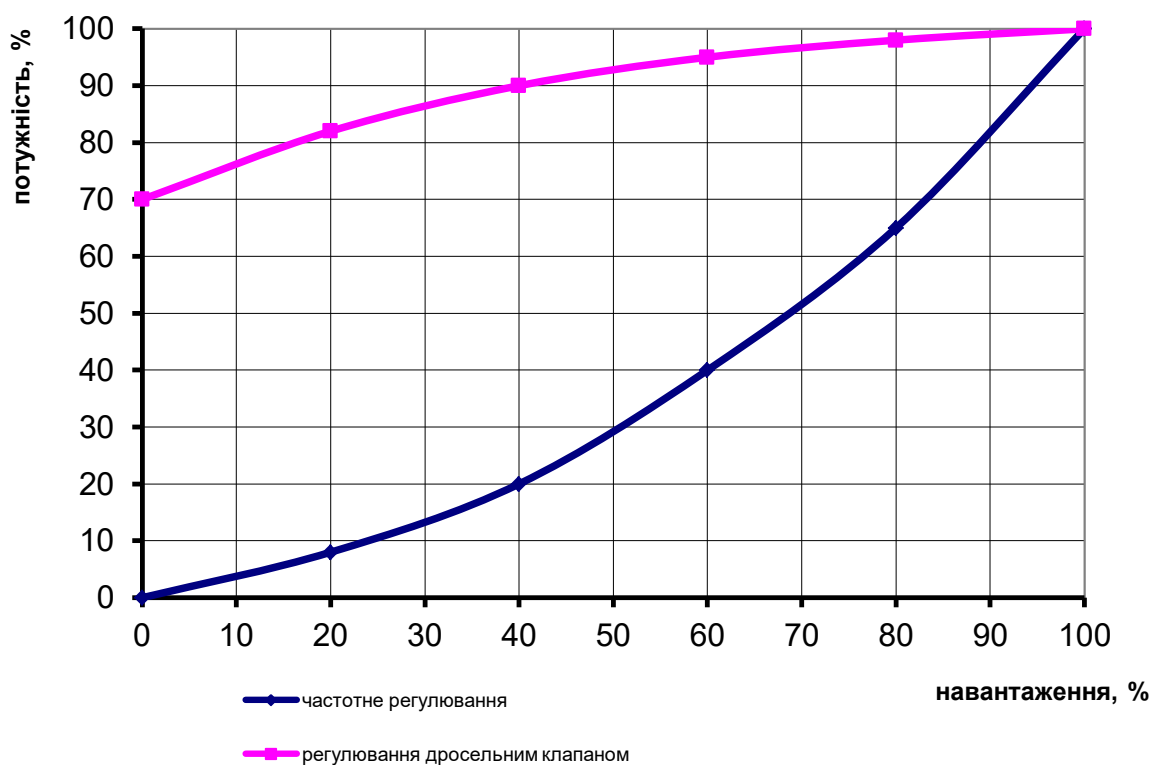


Рис 2.3 Характеристика енергоспоживання.

Таблиця 2. 3- Розрахунок середніх навантажень за даними графіка

Навантаження,%	Регулювання дросельним клапаном, кВт	Частотне регулювання, кВт
100	$90 \times 1,00 = 90$	$(90 \times 1) + 1 = 91$
92	$90 \times 0,98 = 88,2$	$(90 \times 0,86) + 1 = 78,4$
82	$90 \times 0,97 = 87,3$	$(90 \times 0,68) + 1 = 62,2$
73	$90 \times 0,96 = 86,4$	$(90 \times 0,58) + 1 = 53,2$
57	$90 \times 0,95 = 85,5$	$(90 \times 0,46) + 1 = 42,4$
27	$90 \times 0,86 = 77,4$	$(90 \times 0,12) + 1 = 11,8$

2.2.2 Фінансова оцінка заходи

Розрахунок економії, кВт-год

$$5 \times 350 \times (90 - 91) = -1750;$$

$$4 \times 350 \times (88,2 - 78,4) = 343;$$

$$2 \times 350 \times (87,3 - 62,2) = 17570;$$

$$7 \times 350 \times (86,4 - 53,2) = 58100;$$

$$2 \times 350 \times (85,5 - 42,4) = 15085;$$

$$1 \times 350 \times (77,4 - 11,8) = 22960.$$

Всього економія в рік склала 184695 кВт-год / рік і при тарифі на електроенергію 3,2129 грн / кВт-год,

У грошовому еквіваленті економія складає, грн / рік

$$\text{Э} = 184695 \times 3,2129 = 593406,57.$$

Пропонується установка частотного регулятора VFD1100F43A (110кВт 380V) (для насосів) Delta вартість 124205 грн, робота по установці приймаємо 10%, що становить 12420 грн.

Чиста приведена вартість, грн

$$\text{ЧПС} = \text{ПСВ} - K,$$

де, К – капітальні вкладення, грн, К= 136625

ПВВ – приведена вартість вигод, грн

$$ПВВ = \sum_{j=1}^n (\mathcal{E} \cdot K_d),$$

де, E - річна економія коштів. Для всіх років розраховується аналогічно, результати заносимо в таблицю 2.4

K_d - коефіцієнт дисконтування

$$\hat{E}_i = \frac{1}{(1+r)^i},$$

де, r – рівень дисконту в формі десяткового числа (дисконтна ставка);

i – порядковий номер року експлуатації

$$K_d = \frac{1}{(1+0,18)^0} = 1.$$

Аналогічний розрахунок виконуємо для 10 років експлуатації частотного регулятора, результати розрахунку заносимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 Розрахунок ПВВ

j	рік	Витрати, грн	Вигода, грн	Коефіцієнт дисконтування	ППН, грн	ПВВ, грн
0	2019	-136625	0	1	-136625	2666820,313
1	2020	0	593406,57	0,84746	502886,9	
2	2021	0	593406,57	0,71818	426175,4	
3	2022	0	593406,57	0,60863	361165,6	
4	2023	0	593406,57	0,51579	306072,5	
5	2024	0	593406,57	0,43711	259383,5	
6	2025	0	593406,57	0,37043	219816,5	
7	2026	0	593406,57	0,31393	186285,2	
8	2027	0	593406,57	0,26604	157868,8	
9	2028	0	593406,57	0,22546	133787,1	
10	2029	0	593406,57	0,19106	113378,9	

Чиста приведена вартість , грн

$$\text{ЧСП} = 2666820,313 - (-136625) = 2530195.$$

Термін окупності, років

$$P = \frac{K}{\dot{E}} = \frac{136625}{593406,57} = 0,23.$$

2.2.3 Аналіз отриманих результатів

Захід по установці частотного регулятора можна вважати вигідним, так як річна економія дорівнює 593406,57 грн, а термін окупності склав три місяці, ЧПВ = 2530195 грн.

Таким чином установка частотного регулятора, є дуже вигідною пропозицією для енергозбереження.

Економія полягає в тому що насос на якому встановлено частотний регулятор працює при навантаженнях які нижче 100%, а в пікові години другий насос працює на 100%, а насос з частотним регулюванням працює на той відсоток який необхідний для покриття подачі гарячої води.

2.3 Організація роботи котла

Тариф на теплову енергію становить 1481,07 грн./Гкал. Тариф на електроенергію складає 321,29 коп/кВт*год.

В ході проведення аналізу роботи котлів на котельні було визначено скільки який котел працював в кожному місяці за аналізований період. Діаграма роботи котлів за рік представлена на рисунку 3.1.

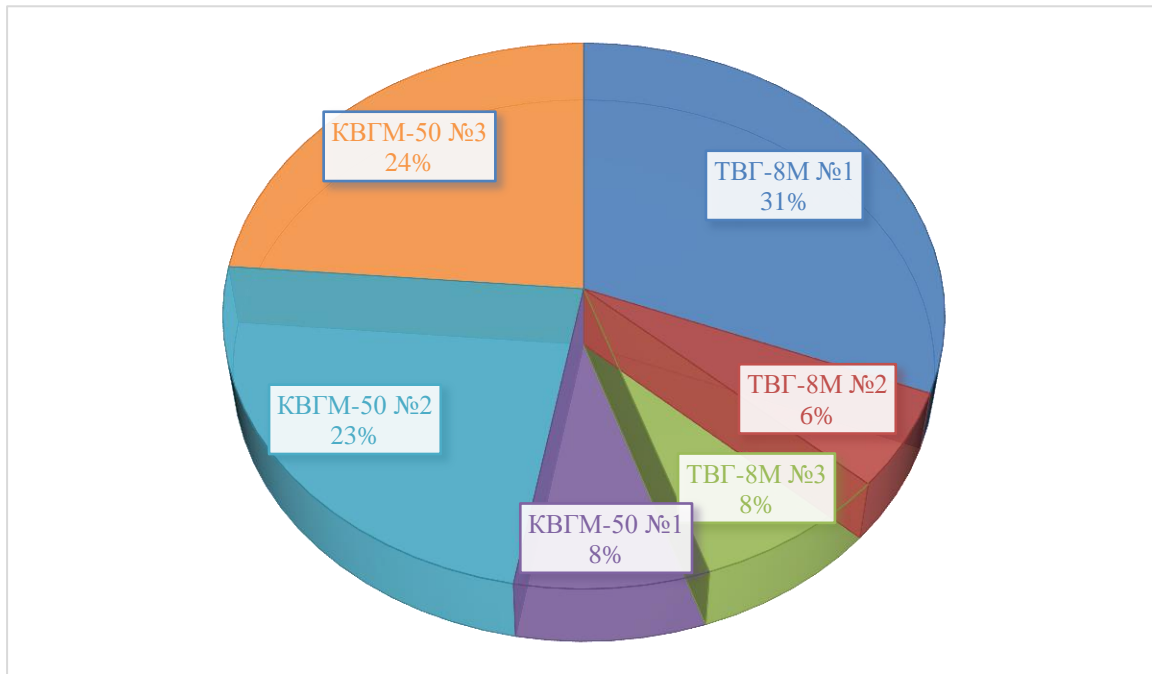


Рисунок 2.4 – Години роботи котлів за рік

Також було визначено фактичний і по режимній карті ККД та навантаження кожного котла. Дані в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Фактичний і за режимною картою ККД та фактична і за режимною картою навантаження кожного котла.

	Навантаження		ККД	
	Фактичний	По режимній карті	Фактичний	По режимній карті
ТВГ-8м №1	6,57	6,46	90,47	90,5
ТВГ-8м №2	5,5	5,54	89,6	89,44
ТВГ-8м №3	6,07	6,27	90,43	90,29
КВГМ-50 №1	35,9	37,8	92,8	93,43
КВГМ-50 №2	40,2	41,2	93,29	93,58
КВГМ-50 №3	30,5	37,80	85,21	90,49

Після проведення аналізу роботи котлів був зроблений висновок, що фактичні показники ККД на котлах ТВГ-8м №1, ТВГ-8м №2, відповідають

значенням режимних карт. Також фактичні показники ККД і навантаження на котлі ТВГ-8м №3 відповідають значенням режимних карт, що свідчить про те, що котел працює ефективно. Також було визначено, що котел КВГМ-50 №1, 2 - працює ефективно, а КВГМ-50 №3 - неефективне (тому що дані, які були отримані фактично по навантаженню і ККД менше, ніж по режимній карті, так як котел може працювати краще).

На основі зробленого аналізу пропонується встановити систему автоматичного регулювання «паливо - повітря» на котел КВГМ-50 №3.

Була визначена теплове навантаження котельної при наведених температурах зовнішнього повітря. Дані наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Теплове навантаження котельні при наведених температурах

$t_{н.п.}$	10	5	0	-5	-10	-15
t часов/год	669	1490	1152	457	235	127
$K_{оп}$	0,205	0,333	0,462	0,590	0,718	0,846
Теплове навантаження котельні, Гкал/год	23,8	36,2	44,5	62,3	72,53	88,33

На основі даних отриманих з таблиці вище було зроблено аналіз роботи котла КВГМ-50 №3.

- при 10 С - працює один КВГМ-50 №3
- при 5 С - працює один КВГМ-50 №3
- при 0 С - працює КВГМ-50 №3
- при -5 С - працює КВГМ-50 №3 і один ТВГ-8м
- при -10 С - працює КВГМ-50 №3 і один КВГМ-50
- при -15 С - працює два КВГМ-50 і один ТВГ-8м

2.3.2 Захід по зниженню енергоспоживання

За параметрами якості і ціновими показниками було вибрано закупити систему автоматичного управління водогрійним котлом серії КВГМ у електротехнічної компанії «АСПЕК».

У загальному випадку до складу типової системи автоматичного управління водогрійним котлом серії КВГМ з газомазутними пальниками входять наступні основні складові:

- 1) комплектний шафа управління КШН-КВГМ-МК;
- 2) датчики технологічних параметрів і допоміжні пристрої;
- 3) виконавчі механізми;
- 4) блок газообладнання та арматура подачі мазуту;
- 5) шафи силові.

Шафа управління КШН-КВГМ-МК побудований на базі мікропроцесорного контролера КР-500М серії КОНТРАСТ, призначений для автоматизації водогрійних котлів КВГМ і виконує наступні функції:

- прийом інформації про стан технологічних параметрів і обладнання у вигляді аналогових і дискретних сигналів датчиків;
- обробка отриманої від датчиків, оператора або від верхнього рівня управління інформації та формування керуючих команд відповідно до алгоритму управління виконавчими пристроями котла;
- автоматичне керування котлом в режимах пуску, стаціонарної роботи, планового і аварійного зупинок (основний режим роботи);
- дистанційне (ручне) управління технологічним обладнанням котла (режим випробування роботи виконавчих пристроїв);
- автоматичні протиаварійні захисту і захисні блокування;
- автоматичне регулювання навантаження котла, співвідношення "паливо-повітря", розрідження в топці котла;
- робоча, попереджувальна і аварійна сигналізація;
- зв'язок з верхнім рівнем управління з інтерфейсів RS-485 і Ethernet;
- реєстрація (спільно з робочою станцією оператора) технологічних параметрів і аварійних ситуацій;
- харчування (= 24В) датчиків аналогових сигналів, харчування (~ 220В) клапанів палива, виконавчих пристроїв регуляторів, трансформатора запалювання;
- управління електроприводами електричних виконавчих механізмів.

Робота КШН-КВГМ-МК в автоматичному режимі здійснюється під управлінням технологічної програми, записаної в незалежну пам'ять контролера. Приклад організації каналів зв'язку наведено на рисунку 2.5.

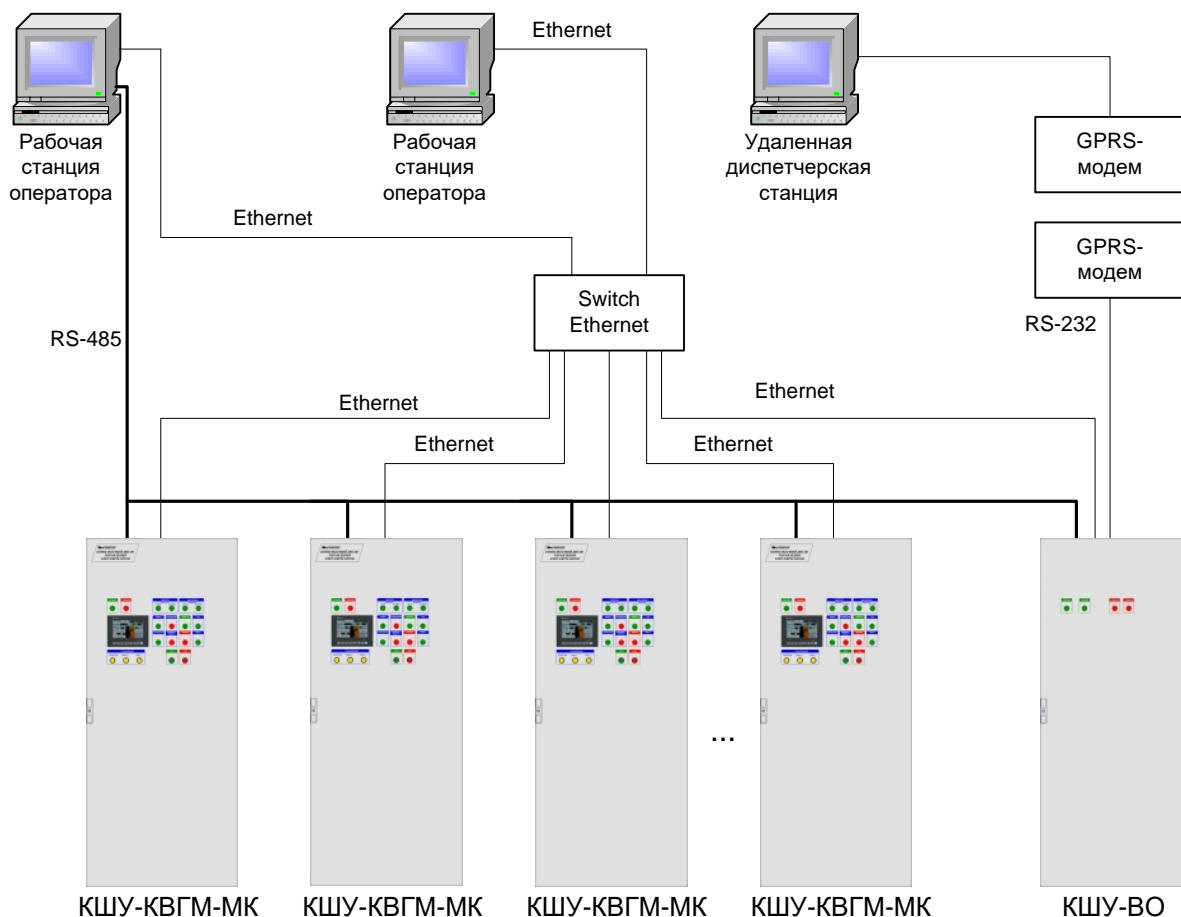


Рисунок 2.5 – Приклад організації каналів зв'язку з КШУ-КВГМ-МК

Технологічна програма контролера для типової системи автоматизації поставляється виробником у складі шафи КШН-КВГМ-МК. При необхідності в комплекті з шафою КШН поставляється фірмова система програмування контролерів КОНТРАСТ (Windows), яка дозволяє користувачеві створювати і модифікувати технологічні програми за допомогою комп'ютера. Зв'язок комп'ютера (операторської станції) з контролером шафи здійснюється без проміжних пристроїв. Загально котельня операторська станція може працювати з декількома КШН, зв'язок при цьому забезпечується за допомогою мережі Ethernet або каналів цифрового зв'язку RS-485. Наявність комп'ютера (операторської станції) дозволяє здійснити роздруківку реєстрованих

контролером параметрів в графічній або табличній формі і виключити зі складу обладнання електромеханічні реєструючі прилади.

Структура системи автоматичного управління водогрійним котлом серії КВГМ пояснюється прикладом мнемосхеми наведено у рисунку 2.6.

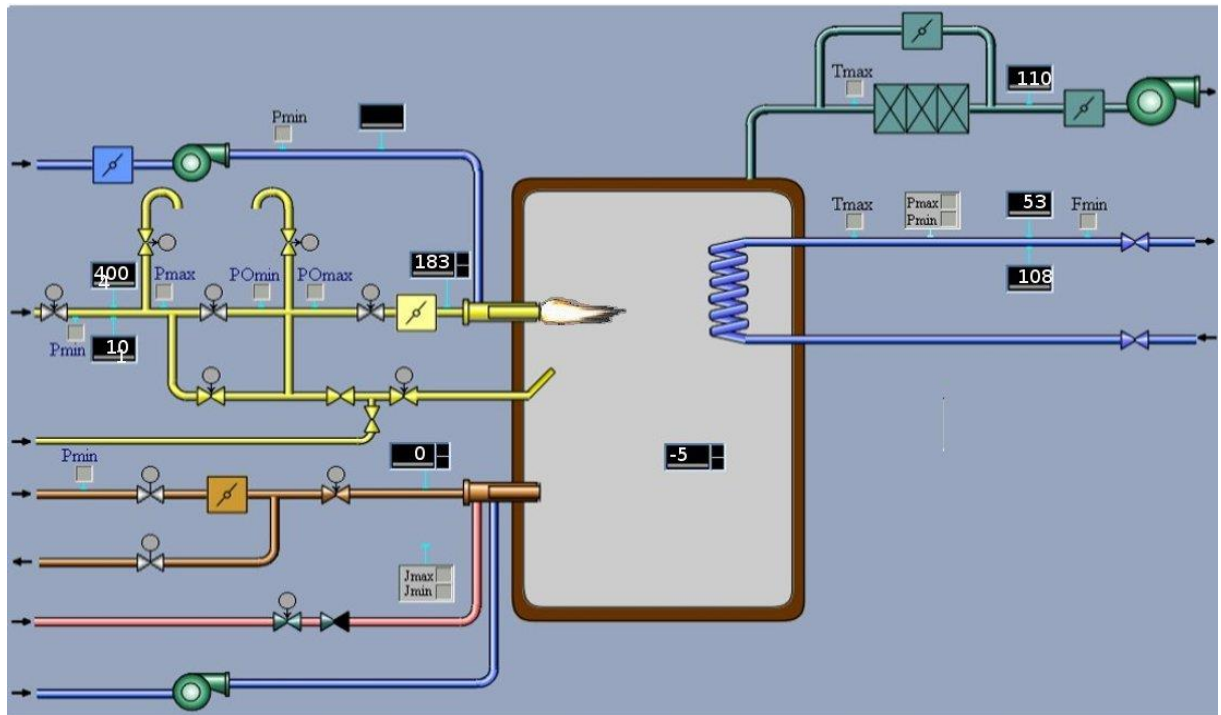


Рисунок 2.6 – Приклад мнемосхеми автоматизації водогрійного котла КВГМ

Комплектний шафа управління КШН-КВГМ-МК

Технічні дані:

- напруга живильної мережі - 220 (187 - 242)В;
- частота мережі - 50 (49 - 51) Гц;
- споживана потужність- не більше 1,2 кВА;
- температура навколишнього повітря - від 5 до 50°С;
- ступінь захисту IP 40 ГОСТ 14254-80;
- габаритні розміри (висота, ширина, глибина) - 1800 × 800 × 400 мм
- маса - не більше 150 кг.

2.3.3 Пристрій і робота

Комплектний шафа управління КШН-КВГМ-МК являє собою металеву шафу з передніми дверима і одностороннім обслуговуванням.

На передній двері шафи розташовані пульт оператора, кнопки контролю сигналізації та відключення світлозвукової сигналізації, кнопки ПУСК і СТОП і поодинокі індикатори (світлодіоди) з написами: «Димосос включений від ПЧ», «Вентилятор включений від ПЧ», «Димосос включений від мережі», «Вентилятор включений від мережі», «Газ», «Мазут», «Запальник», «Факел», «Випробування», «Перевірка захистів», «Аварія», «Робота», «Відмова БК».

Пульт оператора має сенсорний рідкокристалічний екран, що дозволяє відображати стан датчиків, регулюючих органів і виконувати оперативне управління котлом, змінювати режими роботи регуляторів, виконувати в режимі випробування виконавчих пристроїв. В режимі перевірки захистів за допомогою пульта виконується перевірка технологічних захистів. На екран пульта відображається наступна інформація (обсяг інформації залежить від технологічної програми в контролері):

- первопричина аварійної зупинки котла;
- причина невиконання команд пуску і зупинки;
- причина попереджувальної сигналізації;
- технологічні етапи пуску і зупинки котла;
- Значення технологічних параметрів котла в технічних одиницях параметра;
- проходженні послідовних інтервалів часу алгоритму управління (технологічної програми);
- Слідуйте параметри кожного регулятора за викликом:
 - 1) значення регульованого параметра в технічних одиницях параметра;
 - 2) значення завдання в технічних одиницях параметра;
 - 3) положення регулюючого органу у відсотках;
 - 4) напрямок роботи регулятора в режимі «Авт.» або напрямок дії кнопок «Більше» і «Менше» в режимі «Ручн.»;

5) режим роботи регулятора.

Як кнопок пульта використовуються елементи мнемосхеми і зображення кнопок на екрані пульта, докладний опис яких дається в документації КШН. Функціональне призначення кнопок залежить від технологічної програми. Програмою забезпечується виконання таких функцій:

- завдання режиму роботи кожного регулятора;
- управління регулюючим органом кожного регулятора;
- зміна величини завдання регулятора;

перевірка технологічних захистів і випробування роботи виконавчих пристроїв;

- виклик і зміна коефіцієнтів настройки кожного регулятора і т. д.

Відкриття двері шафи забезпечує доступ до монтажу та елементів, розміщених всередині шафи. Усередині шафи розміщені: мініконтроллер МК-500, модулі пристроїв зв'язку з об'єктом МДА-Р, МРС-Д, МВС-8, блок резервного захисту БРЗ-Д, панелі неоперативне управління, автоматичні вимикачі, блоки підсилювачів (релейні) БУМ-50, блоки харчування, клемні блоки для підключення зовнішніх ланцюгів.

На панелі неоперативне управління розташовані тумблери «Паливо», «Режим роботи» і «Перевірка захисту».

В автоматичному режимі роботи КШН-КВГМ-МК пуск і зупинка котла здійснюється за допомогою кнопок ПУСК і СТОП.

Система аварійного захисту дублюється блоком резервних захистів БРЗ-Д. При аварійній зупинці першопричина реєструється в незалежній пам'яті контролера, одночасно відображається на екрані пульта оператора.

При роботі КШН-КВГМ-МК в режимі випробування команди управління виконавчими пристроями подаються оператором за допомогою кнопок пульта оператора.

Перелік обладнання типової системи автоматизації водогрійних котлів серії КВГМ, етапи та вартість налагодження системи наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Перерахунок обладнання типової системи автоматизації водогрійних колів серії КВГМ

Найменування обладнання	Кіль-ть	Вартість, грн.
Обладнання АСУ		
Шкаф КШУ-КВГМ-МК	1	142600
Газове обладнання		
Газовий блок «Термобрест» Ду150	1	156549
Обладнання КВПіА		
Обладнання КВПіА	1	121850
Пуско-налагоджувальні роботи		
Комплексна наладка АСУ	1	105506
Вартість доставки	1	65450
На відрядження	1	64253
АРМ оператора котельні (розширюване)		
Комп'ютер з ліцензійною операційною системою Windows7	1	37893
Програма КОНТРАСТ2010 (базова + ПРОТЕКСТ)	1	42255
SCADA-система КАСКАД (512)	1	45423
Проект (програма) АРМ оператора	1	55523
Всього		837302

2.3.4 Фінансова оцінка енергозберігаючого заходу

Від впровадження системи «паливо - повітря», прийнято враховувати економію, яка становить 2%. У моєму розрахунку економія складе 1%.

Витрата газу становить 3255 м³ / год.

Котел на рік працює 150 днів, тобто 150 днів * 24 ч. = 3600 год.

Витрата газу в рік становить 11718000 м³.

Ціна за 1 м³ газу становить 6,788 грн.

Ціна, яку котел КВГМ-50 №3 витрачає на покупку газу в рік, становить 79541784 грн.

Економія від установки системи регулювання «Паливо - повітря» становить 1%, тобто 795417,84 грн.

Термін окупності

$$P = K3 / E = 837302 / 795417,84 = 1,05$$

Розрахунок ППГ і ПВВ наведені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Розрахунок ППГ та ПВВ проекту установки системи регулювання «Паливо-повітря»

Рік	Капітальні витрати, грн	Економія, грн	Потік грошей, грн	При r=16%		ПВВ
				Кд	ППГ, грн	
0	24671480	0	24671480	1	837302	4681737,36
1	0	917601,8	917601,84	0,862069	685705,0345	
2	0	917601,8	917601,84	0,743163	591125,0297	
3	0	917601,8	917601,84	0,640658	509590,5429	
4	0	917601,8	917601,84	0,552291	439302,1921	
5	0	917601,8	917601,84	0,476113	378708,7863	
6	0	917601,8	917601,84	0,410442	326473,0917	
7	0	917601,8	917601,84	0,35383	281442,3204	
8	0	917601,8	917601,84	0,305025	242622,69	
9	0	917601,8	917601,84	0,262953	209157,4914	
10	0	917601,8	917601,84	0,226684	180308,1822	

2.3.5 Аналіз отриманих результатів

На основі зробленого аналізу роботи котлів пропонується встановити систему автоматичного регулювання «паливо - повітря» на котел КВГМ-50 №3.

Даний проект можна впроваджувати, оскільки термін окупності 1,05 року. ЧПС = 3844435,361 грн, а економія становить 795417,84 грн.

Таблиця 2.7 - Зведена таблиця пропонованих заходів

№	Опис заходу	Річна економія енергії кВт-ч/год	Річна економія коштів, грн	Витрати на проект, грн	Термін окупності, років
1	Заміна двигуна на димососі котла ТВГ-8М №1	67277,3	2160933,7	18300	0,31
2	Установка частотного регулятора на один з насосів ГВП	184695	593406,57	136625	0,23
3	Встановлення системи автоматичного регулювання «паливо - повітря» на котел КВГМ-50 №3.		795417,84	837302	1,5

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Загальні відомості з охорони праці на підприємстві по виробленню теплової енергії

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці.

Охорона праці на підприємстві - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Обов'язковими є проведення інструктажів.

Вступний інструктаж проводиться особою, з усіма працівниками, які приймаються на роботу (постійну або тимчасову), а також з особами, які прибули на підприємство у відрядження, на виробничу практику (навчання) і мають брати безпосередню участь у виробничому процесі. Облік осіб, які пройшли інструктаж, ведеться в журналі інструктажу з підписами.

Повторний і позаплановий інструктажі проводяться згідно з Положенням про спеціальне навчання.

Котельня забезпечена первинними засобами пожежогасіння: вогнегасниками, ящиками з піском, бочками з водою, пожежними відрами, совковими лопатами, пожежним інструментом, які використовуються для локалізації та ліквідації пожеж у їх початковій стадії розвитку.

Вогнегасники встановлені у легкодоступних місцях (коридорах, при входах або виходах з приміщень тощо), а також у пожежонебезпечних місцях, де найбільш вірогідна поява осередків пожежі.

Відповідальність за своєчасне та повне оснащення підприємства вогнегасниками та іншими засобами пожежогасіння, забезпечення їх технічного обслуговування, навчання працівників несе керівник підприємства.

Відповідальним за безпечну експлуатацію і технічний стан котлів призначається особа з числа фахівців підприємства, що мають досвід роботи з експлуатації котлів, що пройшли перевірку знань у встановленому порядку і що мають відповідне посвідчення.

При порушенні правил безпечної експлуатації водогрійних котлів працівник може бути підданий термічним опікам, поразці електричним струмом, динамічним ударам при вибуху котла. До обслуговування водогрійних котлів допускаються особи віком від 18 років, що пройшли медичний огляд, навчання по відповідній програмі, перевірку знань кваліфікаційною комісією і отримали посвідчення на право обслуговування котлів. Повторна перевірка знань у працівників котельні проводиться кваліфікаційною комісією не рідше одного разу в рік, як правило, на початку опалювального сезону, а також при переході працівників на обслуговування котлів іншого типу.

Допуск працівників до самостійного обслуговування котлів оформляється наказом по підприємству, після проходження навчання та стажування.

На підприємстві розроблена і затверджена головним інженером інструкція з режиму роботи і безпечному обслуговуванню котлів. Інструкція знаходиться на робочих місцях і видається працівникам під розписку. Працівники, що обслуговують котельні, забезпечуються спецодягом і спецвзуттям:

- костюмом бавовняним;
- рукавицями комбінованими;
- окулярами захисними.

У котельні забороняється перебування особам, що не мають відносини до експлуатації котлів і устаткування котельні. У необхідних випадках сторонні можуть допускатися в котельню тільки з дозволу адміністрації й у супроводі її представника. Спеціалісти служби охорони праці мають право безперешкодно в

будь-який час відвідувати виробничий об'єкт (котельню) і при наявності порушень \зобов'язані:

- 1) видавати керівникові структурних підрозділів обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків;
- 2) вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли медичний огляд, навчання інструктажу чи не мають допуску до відповідної роботи;
- 3) зупиняти роботу у разі виявлення порушень, які створюють загрозу життю, або здоров'ю працівників;
- 4) надсилати роботодавцю подання про притягнення до відповідальності працівників, що порушили вимоги щодо охорони праці.

З метою забезпечення пропорційної участі працівників у вирішенні будь-яких питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища за рішенням трудового колективу на підприємстві може бути створена комісія з питань охорони праці. До складу комісії від роботодавця включаються спеціалісти безпеки і гігієни праці виробничої, юридичної служб підприємства, від трудового колективу рекомендуються працівники усіх професій, представники профспілки. Основним завданням комісії є захист законних прав та інтересів працівників у сфері охорони праці, узгодження шляхом двосторонніх консультацій, позицій сторін у вирішенні питань з метою забезпечення поєднання інтересів держави, роботодавця та трудового колективу.

Котли і котельне устаткування утримуються в справному стані. Забороняється захаращувати приміщення котельні чи зберігати в ньому які-небудь матеріали чи предмети. Проходи в котельному приміщенні і виходи з нього повинні бути завжди вільні.

При вступі на чергування персонал зобов'язаний ознайомитися з записами в журналі, перевірити справність устаткування і всіх встановлених у котельні котлів, газового обладнання, справність освітлення і телефону. Прийом і здача чергування повинні оформлятися старшим оператором записом у змінному журналі із зазначенням результатів перевірки котлів і що відноситься до них устаткування (манометрів, запобіжних клапанів, живильних

приладів, засобів автоматизації та газового обладнання). Не дозволяється прийняття і здача зміни під час ліквідації аварії.

Ремонт елементів котлів проводиться при повній відсутності тиску. Перед відкриттям люків і лючків, вода з усіх елементів котла повинна бути злита. Виконання робіт всередині газоходів і топок котла допускається при температурі не вище 50 °С за наявності письмового дозволу відповідальної особи за справний стан і безпечну експлуатацію котлів. Топка і газоходи повинні бути добре провентильовані, освітлені перед початком ремонтних робіт. Перед закриттям люків і лазів перевіряється відсутність всередині котла людей, сторонніх предметів. Нагляд за технічним станом котлів у період експлуатації шляхом зовнішнього огляду здійснюється:

- щозмінну працівникам котельні з записом у змінному журналі;
- щодня особою, відповідальною за безпечну експлуатацію і технічний стан котлів;
- періодично не рідше одного разу в рік головним інженером підприємства.

Результати періодичного зовнішнього огляду повинні відбиватися в акті обстеження котла.

Підготовка котла до розтоплення

Перед тим, як розпочати розпалюванням котла, слід перевірити:

- 1) справність топки і газоходів, запірних і регулюючих пристроїв;
- 2) справність КПП, арматури, живильних пристроїв, димососів і вентиляторів;
- 3) справність обладнання для спалювання газоподібного палива;
- 4) заповнення котла водою, шляхом пуску поживних і циркуляційних насосів;
- 5) відсутність заглушок на газопроводі, поживних матеріалах, продувних лініях;
- 6) відсутність в топці людей і сторонніх предметів.

Після виконання цих операцій, продувають газопровід через продувну свічку, перевіряють відсутності витоку газу з газопроводів, газового

обладнання шляхом омилювання. Регулюють тягу у верхній частині топки, встановивши розрідження в топці 2-3 мм водяного стовпа. Визначають за манометричними показниками тиск газу й повітря.

Розпалювання котла і включення

Письмове розпорядження у змінному журналі дозволяє проводити розпалювання котла. Розпорядження включає в себе вказівки щодо тривалості розпалювання та хто повинен робити розтопку. Котел розпалюють при слабкому вогні і зменшеній тязі, забезпечуючи рівномірний прогрів усіх складових котла.

Робота котла

Персонал котельні повинен стежити за справністю котлів і всього обладнання котельні. Несправності устаткування записуватися в змінний журнал.

Перевірка справності манометра за допомогою триходових кранів, перевірка справності запобіжного клапана продувними повинна проводитися оператором щомісячно з записом у змінний журнал.

Аварійна зупинка котла може буди виконана:

- якщо буде виявлено несправність запобіжного клапана;
- при припиненні дії всіх циркуляційних насосів;
- при згасанні факела одна з пальників;
- при зниженні розрідження менше 0,5 мм вод. ст.
- при виявленні в основних елементах котла будуть виявлені тріщини, випини , пропуски в зварних швах;
- при припиненні подачі електроенергії;
- при виникненні пожежі , яка загрожує обслуговуючому персоналу і котлу;
- при підвищенні температури води за котлом більш 115 °С.

Причини аварійної зупинки котла повинні бути записані в змінному журналі.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях:

1. Робота котла повинна бути негайно зупинена:

- при різкому підвищенні тиску і температури вище встановлених у котлі і системі, незважаючи на вжиті заходи (припинення подачі палива, зменшення тяги і дуття);
- при наявності ушкодження котла з витоків води з місця ушкодження;
- при несправностях живильних приладів, водовказівних приладів, манометрів, термометрів, запобіжних клапанів;
- при припиненні циркуляції води в системі (несправність насоса, відключення електроенергії);
- при виявленні в елементах котла (барабані і т. п.) тріщини, нещільності зварених швів, розривів труб;
- при накаливанні елементів котла чи каркаса;
- при виявленні невластивого при роботі котла шуму, вібрації, стукоту;
- при несправності запобіжних блокувальних пристроїв;
- при виникненні пожежі, що безпосередньо загрожує котлу.

2. Причини аварійної зупинки котла повинні бути записані в змінному журналі.

3. При аварійній зупинці котла необхідно:

- припинити подачу палива і повітря, різко послабити тягу;
- після припинення горіння в топці відкрити на якийсь час димову заслінку;
- відключити котел від головного паропроводу;
- випустити пару через підняті запобіжні клапани чи аварійний вихлопний вентиль.

4. У випадку виникнення в котельні пожежі працівники повинні негайно викликати пожежну охорону і вжити заходів до гасіння, не припиняючи спостереження за котлами.

Якщо пожежа загрожує котлам і неможливо швидко її згасити, необхідно зупинити котли в аварійному порядку.

5. Евакуювати в безпечне місце персонал. Зробити необхідну медичну допомогу потерпілим. Викликати швидку допомогу.

6. Доповісти про те, що трапилося, керівнику ділянки, цеху. При роботі котла на газі необхідно повідомити про те, що трапилося, диспетчеру газової служби.

7. Ліквідувати наслідки аварії і робити наступний пуск котла в роботу можна тільки за письмовим наказом начальника цеху (по наряді-допуску).

3.2 Основні шкідливі і небезпечні фактори в котельні.

У розглянутій котельні встановлена велика кількість обладнання: котли КВГМ-50 і ДЕ-10-14ГМ, дуттьові вентилятори, димососи, насоси. Котельня має велику мережу комунікацій: газопроводи, трубопроводи гарячої та холодної води, електричні мережі. Устаткування і комунікації є джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів.

Процес виробництва гарячої води супроводжується надмірними тепловиділеннями, тепловим випромінюванням, шумом і вібрацією. Можливо проникнення в повітря робочої зони токсичних речовин. Питання створення сприятливих санітарно-гігієнічних умов праці в котельні мають велике значення.

У розглянутій котельні встановлені котлоагрегати, що використовують як паливо - природний газ. При згорянні газу з недоліком повітря та при недостатній тязі в атмосферу котельні можуть надходити оксиди вуглецю, азоту, сірки. При витоках через нещільності в запірній арматурі, через пошкодження газопроводів в повітря робочої зони можуть надходити вуглеводні - метан, етан, пропан і т.д. - компоненти природного газу.

Гранично допустимі концентрації цих речовин і фактичні їх концентрації в повітрі робочої зони котельні представлені в табл. 3.1.

При спалюванні органічного палива, в тому числі в котельні, можуть траплятися гострі і хронічні отруєння оксидом вуглецю. Оксид вуглецю (СО) є продуктом неповного згорання органічного палива. Потрапляючи в організм

людини, CO реагує з гемоглобіном, утворюючи карбоксигемоглобін. При цьому різко знижується здатність крові переносити кисень до тканин, може наступити кисневе голодування. Симптоми отруєння: сонливість, головний біль, у важких випадках - втрата свідомості.

Сірчистий ангідрид (SO₂) - продукт згоряння сірки, що міститься в паливі. Це газ дратівної дії. Підвищений вміст сірчистого ангідриду має місце при спалюванні газу з високим вмістом сірки.

Оксиди азоту утворюються в зоні високих температур при окисленні азоту повітря. Потрапляючи в організм, оксиди азоту викликають роздратування і опік слизових оболонок. З'єднуючись з гемоглобіном крові, оксид азоту NO_x утворює метгемоглобін, перешкоджаючи переносу кисню кров'ю. У постраждалих відзначається кашель, задуха, задишка, головний біль, серцева недостатність. У важких випадках може розвинутися набряк легень.

Метан - основна складова частина природного газу. Може викликати наркотичну дію. У великих концентраціях - задуха. Газ вибухонебезпечний. Аналогічними властивостями володіють етан, пропан і інші граничні вуглеводні.

Таблиця 3.1 – Токсичные вещества воздуха рабочей зоны котельной

Речовина	Формула	ГДК, мг/м ³	Фактична концентрація, мг/м ³
Оксид вуглецю	CO	20	7
Оксид азоту	NO ₂	2	1,5
Оксид азоту (в перерахунок на діоксид)	NO _x	5	6
Оксид сірки	SO ₂	10	2
Метан	CH ₄	300	10
Етан	C ₂ H ₆	300	<5

В котельні існує розвинене електрогосподарство - електродвигуни насосів, димососів, вентиляторів, КВПіА, освітлювальна мережа. Для силового обладнання застосовується напруга 380/220 В, що є небезпечним для життя.

Робота димососів, вентиляторів, газових пальників створює в котельні шум і вібрацію. Шум за своїм походженням є механічним (вентилятори, димососи), аеродинамічним (рух газу і пари в трубах, продуктів згоряння в топці і газоходах), термічним (пальники). За частотним характеристикам шум - середнечастотний. Максимальний рівень звукового тиску спостерігається поблизу димососів і дуттьових вентиляторів - 80 ... 86 дБА, що іноді перевищує гранично допустимий - 80 дБА

Вібрація в котельні є спільною, технологічної, категорії 3а. Гранично допустимий рівень для частот ≥ 16 Гц складає 92 дБ. Фактичний рівень не перевищує 65 дБ.

Поверхні котлів, газоходів, трубопроводів гарячої води є джерелами тепловиділень, що створює в теплий період року підвищену температуру повітря робочої зони - 28 ... 32 ° С.

3.2 Заходи щодо усунення шкідливих і небезпечних факторів

Проникнення токсичних продуктів згоряння в повітря робочої зони запобігає дотриманням правил експлуатації котельних установок. Необхідно щоб пальники були справні, коефіцієнт витрати повітря відповідав заданому, розрідження в топці підтримувалося на належному рівні.

Для запобігання виникненню аварійної ситуації котли оснащені приладами контролю, захисту та сигналізації. Автоматика безпеки спрацьовує при згасанні факела, при падінні тиску газу нижче допустимого значення, при відключенні димососа і припинення тяги, при відключенні дуттьового вентилятора.

Для захисту від вибуху при підвищенні тиску в водяному тракті встановлюються два запобіжних клапана важільного або пружинного типу. Один з клапанів є контрольним, інший - робочим. Контрольний запобіжний

клапан відкривається при підвищенні тиску на 2% вище розрахункового. Якщо тиск продовжує підвищуватися, відкривається робочий клапан. Він спрацьовує при тиску на 10% вище розрахункового.

Для запобігання витоку газу через зварні з'єднання та запірну арматуру, газопроводи проходять випробування на герметичність.

Трубопроводи гарячої води піддаються гідравлічним випробуванням під тиском на 25% перевищує робочий.

Боротьба з шумом і вібрацією, що виникають при роботі пальників полягає в їх надійному кріпленні. Конструкція пальників повинна забезпечувати плавний вхід потоку і зіткнення повітряної і газової суміші під можливо меншим кутом і з близькими швидкостями.

Зниження рівня шуму забезпечується об'ємно-планувальними рішеннями: застосуванням дистанційного управління, відділенням приміщення для обслуговуючого персоналу від котельного залу цегляною стіною.

Зниження рівня вібрації досягається установкою димососів і дуттьових вентиляторів на віброізолюваному фундаменті в окремих приміщеннях.

Основні заходи захисту від надлишкового тепла: теплоізоляція котлів, газоходів, трубопроводів гарячої води; загально обмінна вентиляція, місцева припливна вентиляція на пультах управління.

3.4 Природне і штучне освітлення

Для створення безпечних і нешкідливих умов праці велике значення має освітлення виробничих приміщень. Недостатнє освітлення може призвести до нещасного випадку через те, що працівник не помітить небезпечний фактор. Тривала робота в умовах поганого освітлення веде до зниження гостроти зору. З іншого боку, сліпуча яскравість при неправильній організації освітлення також може сприяти нещасних випадків і приводити до погіршення зору.

Всі роботи всередині приміщень діляться на 8 розрядів - I розряд відповідає роботам найвищої точності, VIII - нижчої. Згідно майданчика обслуговування котлів відносяться до VI розряду зорових робіт. До такого ж

розряду відносяться приміщення димососів, вентиляторів, хімводоочищення. Пульт управління повинен бути освітлений згідно розряду IVг. У котельні використовується бічне природне освітлення.

Освітленість від штучних джерел світла повинна бути не менше 100 лк для майданчиків обслуговування котлів, приміщень вентиляторів, димососів, 10 лк для майданчиків і сходів котлів, проходів за котлами і 300 лк для шкал вимірювальних приладів. Система освітлення - загальна.

У пульта управління додатково застосовуються світильники місцевого освітлення.

У разі відключення робочого освітлення в котельній передбачено аварійне від незалежного джерела енергії. Освітленість, створювана аварійним освітленням, повинна становити не менше 5% від робочої освітленості, але в будь-якому випадку не менше 2лк.

Для системи загального робочого освітлення приймаємо ртутні лампи ДРЛ-400, для місцевого освітлення пульта управління - люмінесцентні лампи ЛБ, для аварійного освітлення - лампи розжарювання Г220-200.

3.5 Вентиляція

Одним з ефективних способів боротьби з тепло надлишком і виділеннями шкідливих речовин в повітря робочої зони є вентиляція. Вентиляція повинна забезпечити допустимі норми метеорологічних умов в котельні.

Роботи, що виконуються в котельні по енерговитратах можна віднести до категорії 2а - середньої тяжкості. Допустимі і оптимальні значення метеоумов для даної категорії наведені в табл. 3.3.

В котельні застосовується механічна припливна загальнообмінна вентиляція. Кратність вентиляції 7 ч⁻¹, т. е. Протягом години повітря в приміщенні котельні обмінюється 7 разів.

Витяжна вентиляція - природна, здійснювана за допомогою дефлекторів. Дефлектори монтують над вентиляційної витяжною трубою на покрівлі. Конструкція дефлектора забезпечує розрідження на його виході при наявності

вітру. Чим вище швидкість вітру, тим більше розрідження, і тим ефективніше працює витяжка.

У приміщенні пульта управління пропонується застосувати кондиціонування повітря.

Таблиця 3.3 - Нормативні параметри повітряного середовища

Пора року	Температура °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/сек	Температура на непостійний роб.місцях, °С
Допустимі: холодний теплий	17...23 18...27	≤ 75 ≤ 60 (при 27°C) ≤ 65 (при 26°C) ≤ 70 (при 25°C) ≤ 75 (при $\leq 24^\circ\text{C}$)	$\leq 0,3$ 0,2...0,4	15...24 17...29
Оптимальні холодний теплий	19...21 21...23	40...60 40...60	$\leq 0,2$ $\leq 0,3$	- -

3.6 Пожежна безпека

У розглянутій котельні застосовуються такі небезпечні в пожежному відношенні речовини і матеріали як природний газ (область займання 5 ... 17%, температура самозаймання 530°C), гума і пластикова електрична ізоляція, мінеральні масла в системах змащення і гідроприводу різних механізмів (температура спалаху 150 ... 180°C).

Основні причини пожеж в котельнях: несправність або неправильна експлуатація електрообладнання; вибухи газоповітряної суміші всередині котлів; порушення протипожежного режиму при виконанні зварювальних робіт; вибухи природного газу при його витоках.

Приміщення котельні відноситься до категорії Г – пожежна небезпечні, так як в технологічних агрегатах (котлах) спалюється природний газ як паливо.

Категорії виробничих і складських приміщень і ступеня вогнестійкості будівель наведені в табл. 3.4.

У забезпеченні пожежної безпеки велику роль грає пожежна профілактика - система організаційних заходів, що проводяться з метою попередження пожеж, створення умов для евакуації людей з палаючих будівель і швидкого гасіння пожеж.

Таблиця 3.4 – Характеристика пожежної безпеки основних об'єктів котельні

Споруда (приміщення)	Категорія	Ступінь вогнестійкості
Котельний зал	Г	Ша
Приміщення хімоводоочищення	Д	Ш
Матеріальний склад	В	П
Газорозподільний пункт	А	П

Шляхи, під'їзди до будівель, споруд, джерел зовнішнього протипожежного водопостачання, доступ до первинних засобів пожежогасіння (пожежним щитам, вогнегасників), повинні бути завжди вільними, перебувати в справному стані.

Для полегшення і прискорення виявлення в нічний час протипожежного обладнання, гідрантів, входів у споруд, територію котельні необхідно добре освітлювати.

До технічних заходів відноситься використання необхідних засобів захисту, устаткування потрібного типу і в відповідному виконанні.

Попередження виникнення в електричних мережах аварійних режимів (коротких замикань, перевантажень) здійснюється за допомогою спеціальних апаратів захисту - плавких запобіжників, автоматичних вимикачів. Апарати

захисту встановлюються в окремих пожежонебезпечних приміщеннях для розподільних пристроїв і приладів.

ВИСНОВОК

У дипломній роботі проведено аналіз основних енергетичних показників і режиму енергоспоживання котельні Бородінської району, досліджений режим роботи котлів і енергоспоживаючого обладнання, проведені необхідні технічно-економічні розрахунки.

В результаті були виявлені області, де можна заощадити енергоресурси:

- не зовсім раціональне використання котла у якого на димососі встановлено двигун з явно завищеною потужністю;
- насоси ГВП які працюють цілодобово і їх завантаженість змінюється в залежності від часу доби, регулювання виробляється дроселем, а це є не найефективнішим способом регулювання;
- дані, які були отримані фактично по навантаженню і ККД менше, ніж по режимній карті, тому робота котла КВГМ-50 №3 – не є ефективною).

Тому були запропоновані наступні заходи:

- заміна електродвигуна на димососі котла ТВГ-8М №1, або як мінімум організація роботи котлів ТВГ - 8М таким чином, що б котел №1 був резервним. Для цього був проведений аеродинамічний розрахунок котла, який показав явно завищену потужність електродвигуна на димососі. При фінансовій оцінці річна економія склала 2169033,7 грн / рік при капітальних витратах 18300 грн;
- установка частотного перетворювача. Із запропонованих заходів є найпривабливішим, так як економія склала 593406,57 грн/рік, а капітальні витрати 136625 грн, разом з цим показаний найбільш прийнятний режим роботи насосів, при якому досягається максимальна економія;
- встановлення системи автоматичного регулювання «паливо - повітря» на котел КВГМ-50 №3; Даний проект можна впроваджувати, оскільки термін окупності 1,05 року. ЧПС = 3844435,36 грн, а економія становить 795417,84 грн.

Для вирішення поставлених завдань використовувалися дані зібрані на котельні Бородінської району.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ ДЖЕРЕЛ

1. Котельні установки. Учебний посібник для студентів енергетических спеціальностей вузов. М., «Энергия», 1977. – 432 с.
2. Виноградов-Салтиков В.А., Федоров В.г., Марченко В.П. «Обобщение данных по потерям тепла водогрейными котлами». Жур. «Новости теплоснабжения», 2004, №11, 23-25с.
3. Драганов Б.Х., Долінський А.А., Міщенко А.В., Письменний Є.М. Теплотехніка: Підручник. – Київ, «ІНКОС», 2005. – 504 с.
4. Пыркoв В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. – К.: П ДП «Такі справи», 2007.- 252с.
5. Карауш С.А. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения: Учебное пособие для студентов вузов. Томск: томский государственный архитектурно-строительный университет, 2003. – 161 с.
6. Сердюк Л.С. Методичні вказівки до виконання організаційної і економічної частин дипломних проектів для студентів ЗДІА спеціальності 7.090510 «Теплоенергетика» денної та заочної форм навчання – Запоріжжя,
7. Эстеркин Р.И. Промышленные котельные установки. - Л.: Энергоатомиздат, 1985. - 400 с.
8. Бузников Е.Ф., Роддатис К.Ф., Берзиньш Э.Я. Производственные и отопительные котельные. - М.: Энергоиздат, 1984 . - 248 с.
9. Варламов Г.Б., Любчик Г.М., Мшяренко В.А. Теплоэнергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії. Підручник. - К.: ТВІ «Видавництво Політехніка», 2003. - 232 с.
10. Эстеркин Р.И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование: Учеб. пособ. для техникумов. - Л.: Энергоатомиздат, 1989. - 280 с.
11. Теплоэнергетика и теплотехника: Общие вопросы. Справочник / Под общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. - М.: Энергия, 1980. - 224 с.

12. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні КТМ 204 Україна 244-94.

13. Покотилів В.В. Посібник з розрахунку системи опалення/ Покотилів В.В., Вена, 2008. - 161с.

14. Любарець О.П. Проектування систем водяного опалення/ Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О., Київ, 2010. - 201 с.

15. Покотилів В.В. Регулюючі клапани автоматизованих систем тепло- та холодопостачання/ Покотилів В.В., Вена, 2017. - 232с.

16. Крючков Є.М. Проектування системи тепlopостачання/ Крючков Є.М., Запоріжжя, 2010. – 300с.

17. Крупнов Б.А. Посібник з проектування систем опалення, вентиляції та кондиціонування/ Крупнов Б.А., Шарафадінов М.С., Москва. 2008. – 220с.

18. Любарець О.П. Проектування системи опалення/ Любарець О.П., Зайцев О.М., Вена, 2008. – 201с.

19. ОптимЕнерго, ЧЭФ. Енергоаудит підприємств централізованого теплоснабження, 2013.

20. Буряк М.В. Енергетичний менеджмент/ Буряк М.В., Дзядикевич Ю.В., Розум Р.І., Тернопіль: Економічна думка, 2010. - 123с.

21. Прокопенко В.В. Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями, навчальний посібник/ Прокопенко В.В., Закладний О.М., Кульбачний П.В., Освіта України, 2009. - 438с.

22. Любарець О.П. Книга проєктувальника/ Любарець О.П. Вена. 2008. – 196с.

23. Чучалин М.П. Впровадження енергозберігаючих та енергоефективних технологій у сучасному будівництві/ Чучалин М.П. Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». № 1 (23), 2017. – 38с.

24. Щекин Р.В. Отопление и теплоснабжение/ Щекин Р.В. 4-е изд., перераб. и доп. - Киев: Будівельник, 1976. - 416с.

25. Матказіна Р.Р. Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря. Методичні вказівки/ Матказіна Р.Р., Чижов С.Є. Запоріжжя. 2018. – 77с.
26. Богословский В.Н., Сканава А. Н. Отопление: Учеб. для вузов.– М.: Стройиздат, 1991. – 735 с. 2. Отопление: учебник для студентов ВУЗов, обучающихся по направлению “Строительство” / А.Н. Сканава, Л.М. Махов. – М.: АСВ, 2002. – 576 с.
27. Желих В.М. Особливості опалення виробничих приміщень / В.М. Желих, О.Т. Возняк, Ю.С. Юркевич // Теорія і практика будівництва. Національний університет ”Львівська політехніка”. – 2007. – № 602. – с.57–61.
28. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. - М.: Стройиздат, 1981г.
29. Богословский В.Н. Отопление и вентиляция.-М.: Стройиздат, 1980г
30. Черков А.П. Справочник проектировщика. Часть 1, Отопление М.: Стройиздат, 1990г.
31. Падалка Д.Г. Опалення від А до Я/ Падалка Д.Г., Тимакова Т.М., Данильченко В.Д., Київ. 2010. – 47с.
32. ДБН В.2.5-67:2013. Інформація та документація. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013.
33. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Інформація та документація. Будівельна кліматологія. – К.:Мінрегіонбуд України, 2011. – 127с.
34. ДБН В.2.5-74:2013. Інформація та документація. Водопостачання зовнішні мережі та споруди. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 180с.
35. ДБН В.2.5-64:2012. Інформація та документація. Внутрішній водопровід та каналізація. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 113с.
36. ДСТУ Б А.2.4-41:2009. Інформація та документація. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Мінрегіонбуд України, 2009. – 32с.

37. ДБН В.2.6–31:2016. Інформація та документація. Теплова ізоляція будівель. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, Київ. 2017.

38. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015. Інформація та документація. Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель. Мінрегіонбуд України, Київ. 2015. – 29с.

39. ДБН В.2.2-15-2005 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Державний комітет України з будівництва та архітектури, Київ, 2005.

40. ДБН В.2.6 – 31:2006. Конструкції будинків і споруд “Теплова ізоляція будівель” зі зміною № 1 від 1 липня 2013 р.: Мінбуд України, Київ, 2006.

41. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (ІЕН 15251:2007, ІДТ).