

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

КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ

Кваліфікаційна робота
перший бакалаврський
(рівень вищої освіти)

на тему Розширення котельної заводу ПРАТ «Південгідромаш»
м. Бердянськ для теплопостачання житлового району

Виконав: студентка IV курсу,
групи 6.1449-с
спеціальності 144 «Теплоенергетика»
і назва спеціальності)
освітньої програми
«Теплоенергетика»
(код і назва освітньої програми)
спеціалізації
(код і назва спеціалізації)

В.С. Пахомов
(ініціали та прізвище)

Керівник ст. викладач С.Є. Чижов
(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
2022

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

Кафедра теплоенергетики та гідроенергетики
Рівень вищої освіти перший бакалаврський
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
(код та назва)
Освітня програма Теплоенергетика
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
« _____ » _____ 20 _____ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Пахомову Віталію Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи (проекту) Розширення котельної заводу ПРАТ «Південгідромаш»
м. Бердянськ для теплопостачання житлового району

керівник роботи ст. викладач Чижов Сергій Євгенович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 17 » січня 2022 року № 90-с

- 1 Строк подання студентом роботи 30. 05. 2022 р.
- 2 Вихідні дані до роботи Температура повітря зимового періоду – -21 °С;
початкова температура води зимового періоду – +5 °С; паливо – природний газ;
параметри теплоносія: вода – 150/70 °С; пара – 0,6 МПа.
- 3 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Розрахунок теплового споживання. Технічна характеристика котлоагрегатів. Розрахунок теплової схеми котельної. Вибір обладнання котельної.
- 4 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Загальний обсяг графічного матеріалу за темою проекту 7 листів креслень формату А1

5 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Перший розділ	ст. викладач Чижов С.Є.	20.02.2022	10.05.2022
Другий розділ	ст. викладач Чижов С.Є.	12.05.2022	12.06.2022

6 Дата видачі завдання _____ 15.02.2022 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент _____ В.С. Пахомов
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) _____ С.Є. ЧИЖОВ
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ С.Є. ЧИЖОВ
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Розрахунково-пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи на тему «Розширення котельної заводу ПРАТ „Південгідромаш” м. Бердянськ для теплопостачання житлового району» містить 59 сторінок, 9 таблиць, 1 рисунок, 22 джерела посилань.

ТЕПЛОВА СХЕМА, КОТЕЛ ВОДОГРІЙНИЙ, ТЕПЛОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ХІМ.ВОДООЧИЩЕННЯ, НАСОСИ, ДЕАЕРАТОР, КТАН, ПІДЖИВЛЮЮЧА ВОДА

Мета проекту - реконструкція промислово-опалювальної котельної з установкою сучасних водогрійних і парових котлів.

У першому розділі приведена характеристика району будівництва, технічні характеристики прийнятих до установки водогрійних і парових котлів.

У другому розділі виконано розрахунок теплової схеми котельної, розрахунок і вибір допоміжного устаткування котельної, розрахунок і вибір устаткування хім.водоочищення.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ЗАГАЛЬНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ.....	10
1.1 Основні розрахункові параметри.....	10
1.2 Генеральний план.....	11
1.3 Розрахункові теплові навантаження.....	12
1.4 Котельня.....	14
1.4.1 Технічна характеристика котлоагрегату КВ-ГМ-20-150.....	15
1.4.2 Технічна характеристика котлоагрегату Е-1/9-ГМ.....	16
1.5 Компоновка устаткування в будівлі котельної.....	18
2 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ. ВИБІР УСТАТКУВАННЯ КОТЕЛЬНОЇ.....	20
2.1. Розрахунок теплової схеми котельної з паровими і водогрійними котлами.....	20
2.1.1 Вихідні дані.....	20
2.1.2 Розрахунок водогрійної частини котельної.....	23
2.1.3 Розрахунок парової частини котельної.....	24
2.2 Вибір допоміжного устаткування котельної.....	32
2.2.1 Вибір допоміжного устаткування водогрійної частини котельної.....	32
2.2.2 Вибір допоміжного устаткування парової частини котельної.....	34
2.3 Розрахунок і вибір устаткування хім.водоочищення.....	36
2.3.1 Вихідні дані.....	36
2.3.2 Розрахунок хім.водоочищення.....	38
2.4 Газопостачання котельної.....	43
2.5 Мазутне господарство.....	43
2.6 Водопостачання і каналізація.....	45
2.7 Внутрішньомайданчикові теплові мережі.....	46
2.8 Заходи щодо енергозбереження.....	48

ВИСНОВКИ.....	49
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	50
ДОДАТКИ	

Додаток А Котельня. Розташування устаткування

Додаток Б Водопідготовча установка. Розташування устаткування

ВСТУП

У кваліфікаційній роботі представлені технічні рішення по реконструкції промислово-опалювальної котельної Бердянського заводу ПРАТ «Південгідромаш». Необхідність такої реконструкції обумовлена фізичним і моральним зносом основного та допоміжного устаткування існуючої котельної, а також значним збільшенням споживання теплової енергії для опалювання житлового району.

Проектом передбачається збільшення теплової потужності існуючої котельної за рахунок будівництва нової котельної з установкою сучасних водогрійних котлів типа КВ-ГМ-20-150 і парових котлів типа Е-1/9-ГМ для забезпечення парою власних потреб. Основним паливом для проектованої котельної прийнятий природний газ, резервним - мазут.

У кваліфікаційній роботі дана характеристика району будівництва, виконані розрахунки теплових навантажень, виконано розрахунок теплової схеми котельної і вибір її основного устаткування.

Для покриття теплових навантажень на опалювання, вентиляцію, гаряче водопостачання житлово-комунального сектора і громадських будівель житлового району, а також виробничих будівель промислового майданчика заводу проектом передбачена установка 3-х водогрійних котлів сумарною тепловою потужністю 69,6 МВт. Для покриття технологічного навантаження і навантаження гарячого водопостачання житлового району в літній період використовуються 3 існуючі парові котли ДКВР-10/13.

В результаті розрахунку теплової схеми котельної визначена необхідна кількість котлів та витрата води. Вибрано допоміжне устаткування котельної і устаткування хім.водоочищення.

1 ЗАГАЛЬНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ

1.1 Основні розрахункові параметри

Для проектування джерела тепlopостачання прийняті наступні вихідні дані:

- розрахункова температура зовнішнього повітря:
- найбільш холодної доби – $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- найбільш холодної п'ятиденки – $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- глибина промерзань – $0,9\text{ м}$;
- швидкісний натиск вітру на висоті 10 м від землі – 45 кг/м^2 .

Майданчик існуючої котельної має ухил з півночі на південь з відмітки 77 м до 73 м із загальним ухилом $0,021\text{ м}$.

Клімат району - легкоконтинентальний з тривалим жарким літом і короткою порівняно теплою зимою. Метеорологічні характеристики наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Метеорологічні характеристики

Найменування характеристики	Величина
Середня максимальна температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця, $^{\circ}\text{C}$	+28,9
Середня температура зовнішнього повітря найбільш холодного місяця, $^{\circ}\text{C}$	-4,9
Швидкість вітру (за середніми багаторічними даними), повторюваність перевищення якої склала 5% , м/с	7

Місто Бердянськ Запорізької області знаходиться в степовій області Придніпровської низовини. Рельєф місцевості - хвиляста рівнина (висота від 100 до 150 м). Протягом року переважають вітри північно-східного напрямку. Здебільшого маємо вітри малих швидкостей. В середньому за рік спостерігається 13 днів з сильним вітром, швидкістю - 15 м/с і більше.

Протягом року випадає за середніми багаторічними даними близько - 450 мм опадів.

Рельєф місцевості - спокійний. Ґрунтові води залягають на глибині (5...7) м від поверхні землі. У підставі фундаментів будівель і споруд передбачається ущільнення ґрунтів важкими трамбівками і пошарово грантовими подушками.

1.2 Генеральний план

Земельна ділянка на території існуючої котельної є прямокутної форми, площею 2,6 га, умовно на горизонтальному майданчику.

Основні показники по генеральному плану котельної наведені в таблиці 1.2.

Склад генерального плану:

- проєктована котельня на 3-х водогрійних і 4-х парових котлів;
- вентилятори;
- димар;
- мазутонасосна станція (існуюча);
- газорегулюючий пункт (існуюча);
- трансформаторна підстанція;
- виробнича база.

Огорожа котельної передбачається - сталева сітчаста.

Основний і додаткові в'їзди запроектовані з боку міського проїзду.

Підлога проєктованої котельної піднята на 0,15 м від поверхні землі.

Покриття доріг, майданчиків і проїздів - асфальтобетонне.

Таблиця 1.2 - Основні показники по генеральному плану

Найменування показників	Величина	У тому числі	
		котельна	допоміжна територія
Площа ділянки, га	2,6	1,61	0,99
Площа забудови, м ²	4840	1860	2980
Площа покриття, м ²	6180	2494	2096
Площа озеленення, м ²	15280	11050	4230
Щільність забудови, %	19,2	11,6	31,2
Відсоток озеленення, %	48	68,3	43

1.3 Розрахункові теплові навантаження

Відповідно до завдання на проектування теплові навантаження на котельну складають:

- на опалювання і вентиляцію – 58,89 МВт;
- на гаряче водопостачання – 10,94 МВт.

Навантаження опалювання і вентиляції по режимах роботи котельної визначалися з кліматичних даних для м. Бердянська:

- розрахункова максимально-зимова температура для проектування опалювання – -21 °С;
- середньозимова температура – -0,4 °С;
- температура в точці зламу температурного графіка – +3,8 °С;

- тривалість опалювального періоду – 174 доби.

Комплекс котельної, що розширюється, включає: власне котельню, внутрішньомайданчикові мережі теплопостачання, водопроводи, каналізацію, електропостачання, мазутопостачання.

Мазутопостачання котельної передбачається від існуючого мазутного господарства з внесенням змін щодо даного проекту.

Покриття навантажень на власні потреби котельної передбачається від КТАНів (контактні теплообмінники з активною насадкою). Загальна теплопродуктивність КТАНів складає – 2,37 МВт при роботі 3-х котлів КВ-ГМ-20-150.

Річне вироблення теплоти з врахуванням витрати на власні потреби (мазутне господарство) і втрат в теплових мережах:

- водогрійними котлами – 802070,75 ГДж;

- паровими котлами – 12213,85 ГДж;

Разом – 814284,6 ГДж.

Річні витрати палива:

- природний газ – 12195 тис. м³;

- мазут – 471 т;

- пічне марки «А» – 76 т.

1.4 Котельня

Проектом передбачається установка 3-х водогрійних котлів типа КВ-ГМ-20-150 виробництва Дорогобужського котельного заводу. В якості основного палива прийнятий природний газ. Як резервне паливо використовується мазут. Для покриття парового навантаження промислових споживачів і забезпечення парою мазутного господарства в котельній, встановлюються 4-и парових котла Е-1/9-ГМ виробництва Монастирщенського машинобудівельного заводу. Парові котли всі 100 %

теплоти виробляють на мазуті. Як розпалювальне паливо для парових котлів використовується пічне паливо марки «А».

Проектована котельня призначена для покриття теплових навантажень на опалювання, вентиляцію, гаряче водопостачання власне заводу і житлово-комунального сектора, громадських та адміністративних будівель північно-західного району м. Бердянськ.

Продуктивність котельної розрахована на перспективну забудову району житловими і адміністративними будівлями, а також на розширення та будівництво промислових підприємств на даній промисловій площадці.

Співвідношення теплових навантажень прийняте:

- на опалювання і вентиляцію – 84 % ,
- на гаряче водопостачання – 16 % .

Регулювання відпустки теплової енергії – якісне, по опалювальному графіку.

Система теплопостачання – замкнута.

Теплова мережа – двотрубна з одним виводом.

1.4.1 Технічна характеристика котлоагрегату КВ-ГМ-20-150

Сталевий водогрійний котел КВ-ГМ-20-150, виконаний двома транспортабельними блоками, є прямоточним агрегатом, призначеним для безпосереднього нагріву мережевої води.

Котел має безкаркасну конструкцію, обмурівка його виконана полегшеною, надтрубною.

Котлоагрегат КВ-ГМ-20-150 комплектується вентилятором і димососом. Котел обладнаний газомазутним пальником РГМГ-20 з діапазоном регулювання продуктивності від 10 до 100 %. Для видалення відкладень з газового боку труб конвективної поверхні нагріву котел обладнаний дробочистою установкою.

Характеристика пальника РГМГ-20:

- номінальна теплова потужність – 23 МВт;
- тиск мазуту перед форсункою – 0,2 МПа;
- діапазон регулювання – (10...100) %.

Виробник – Дорогобужський котельний завод.

Технічні характеристики котлоагрегату наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика котлоагрегату КВ-ГМ-20-150

Найменування характеристик	Одиниці виміру	Величина
1	2	3
Номінальна теплопродуктивність	МВт	23,3
Діапазон регулювання продуктивності котла	%	(15...100)
Робочий тиск	кПа	2500
Витрата води через котел	кг/с	68,61
Гідравлічний опір котла	кПа	250
Розрахункові температури мережевої води	°С	150/70
Температурний режим роботи котла по мережевій воді: <ul style="list-style-type: none"> - при спалюванні газу; - при спалюванні мазуту 	°С °С	$t'_k = 70$ $t''_k = 150$

Продовження таблиці 1.3

1	2	3
Паливо		газ мазут
Витрата палива: - по газу; - по мазуту	$\text{м}^3/\text{с}$ $\text{кг}/\text{с}$	0,7 0,68
Тиск перед пальниками: - по газу; - по мазуту	кПа кПа	30 200
Площа поверхні нагріву	м^2	507,1
Температура відхідних газів: - при спалюванні газу; - при спалюванні мазуту	$^{\circ}\text{C}$ $^{\circ}\text{C}$	190 242
Розрахунковий ККД котла: - при спалюванні газу; - при спалюванні мазуту	% %	89 87

1.4.2 Технічна характеристика котлоагрегату Е-1/9-ГМ

Паровий котел Е-1/9-ГМ є водотрубним двобарабанным котлом з природною циркуляцією.

Котел поставляється Монастирищенським машинобудівельним заводом в зібраному вигляді в обшивці і обмурівці комплектно з необхідним допоміжним устаткуванням:

- пристроєм пальника АР-90;
- живильним насосом НД-1600/10, $Q=1,6 \text{ м}^3/\text{год.}$, $H=1,0 \text{ МПа}$;
- димососом Д-3,5;
- щитом управління з системою автоматичного регулювання, сигналізації і захисту.

Характеристика АР-90:

- номінальна продуктивність – 90 кг/с ;
- тиск палива перед форсункою:
- мазуту – $(0,01 \dots 0,05) \text{ МПа}$;
- пічного – $0,07 \text{ МПа}$;
- діапазон регулювання – $(20 \dots 120) \%$.

Вентилятор первинного повітря змонтований в одному блоці з ротаційною форсункою, а вторинне повітря подається за рахунок створюваного димососом розрідження.

Технічна характеристика котлоагрегату наведена в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Технічна характеристика котлоагрегату Е-1/9-ГМ

Найменування	Одиниці виміру	Величина
1	2	3
Номінальна теплопродуктивність	кг/с	0,28
Надлишковий тиск	МПа	0,9
Температура пари	°С	165
Вологість пари	%	3,0

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
Площа поверхні нагріву	м ²	31,6
Температура живильної води	°С	50
Температура відходячих газів	°С	320
ККД котла	%	85
Об'єм води в котлі	м ³	1,1
Аеродинамічний опір котла	Па	95,2
Маса котла	кг	4600
Маса обмурівки	кг	1200

1.5 Компоновка устаткування в будівлі котельної

Будівля котельної розташовується з боку тимчасового торця існуючої котельної з котлами ДКВР-10-13 на відстані 3,2 м і з'єднується з нею закритим переходом.

Розміри будівлі проектованої котельної – 42,0х24,0 м, прибудова для вентиляторів – 21,0х6,0 м, відмітка низу ферми перекриття – +10,8 м.

У котельному залі встановлюються 3-и котли КВ-ГМ-20-150 на відмітці 0.000. За котлами розміщують КТАН-0,8УГ і димососи. Вентилятори розташовані на відмітці 0.000 в окремому приміщенні, прибудованому до будівлі котельної.

Перед фронтом котлів на відмітці 1.200 в окремому приміщенні розташовується щитова контрольно-вимірювальних приладів і автоматики.

У центральній частині котельної розміщуються мережеві насоси, насоси вихідної води, насоси рециркуляції, установка зрошування КТАНів.

З боку постійного торця проектованої котельної розміщується водопідготовка.

На відмітці 4.800 встановлені парові котли Е-1/9-ГМ з допоміжним устаткуванням.

Для механізації ремонтних і вантажопідйомних робіт в котельній над мережевими насосами, димососами і вентиляторами котлів КВ-ГМ-20-150 встановлені ручні пересувні крани вантажопідйомністю 2 т.

Деаераційна вакуумна колонка ДСВ-25 встановлена на металевій вежі.

Баки-акумулятори підживлюючої води $V=50 \text{ м}^3$ встановлюються на майданчику котельної.

Для котлів КВ-ГМ-20-150 і Е-1/9-ГМ запроектований залізобетонний димар заввишки – 60 м і діаметром гирла – 2,1 м.

2 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ. ВИБІР УСТАТКУВАННЯ КОТЕЛЬНОЇ

2.1 Розрахунок теплової схеми котельної з паровими і водогрійними котлами

2.1.1 Вихідні дані

Метою розрахунку теплової схеми котельної є визначення витрат і параметрів теплоносіїв в характерних точках, а також розрахунок та вибір допоміжного устаткування котельної в цілому.

Проектуванню будь-якої теплогенеруючої установки передуює аналіз вихідних даних по характеру теплових навантажень, вигляду теплоносія і вибір для даних конкретних умов схеми відпустки теплоти в цілому. Слід мати на увазі, що вибір варіанту проектування теплової станції робиться залежно від наявності споживачів пари для технологічних цілей, а також залежно від кількості теплоти, що відпускається у водяні мережі.

Розрахунок теплової схеми виконується для наступних режимів:

- максимального зимового при розрахунковій температурі зовнішнього повітря для проектування систем опалювання;
- зимового режиму при середній температурі зовнішнього повітря за найбільш холодний місяць (розрахунок по цьому режиму робиться для вибору одиничної потужності котлоагрегатів);
- відповідає середній температурі зовнішнього повітря за опалювальний сезон (розрахунок теплової схеми по цьому режиму робиться з метою визначення основних техніко-економічних показників роботи станції);
- літній, характеризує роботу котельної в літній період за відсутності опалювально-вентиляційного навантаження. Технологічне навантаження приймається максимально-добовим; навантаження гарячого водопостачання - по середньодобовому за добу найбільшого водоспоживання.

Методика розрахунку теплової схеми джерела для відпустки теплоти промислово-опалювальним споживачам зводиться до наступного:

1. Робиться підрахунок незалежної потужності котлоагрегатів, яка визначена лише зовнішніми паротеплоприймачами. Ця потужність вираховується виходячи із заданих теплових навантажень.

2. Виконується підрахунок потужності котлоагрегатів, необхідної для покриття витрат теплоти на власні потреби котельної: деаератори, пароводяні і водоводяні підігрівачі і тому подібне. Витрата пари на власні потреби багато в чому визначається схемою теплової мережі (відкрита або закрита) і величиною повернення конденсату на станцію. У свою чергу ці чинники впливають на величину додаткової води, що поступає на станцію для компенсації втрат теплоносія у споживача.

3. Робиться підрахунок дійсної (сумарної) теплопродуктивності котельної установки.

Розрахунок виконується паралельно для всіх чотирьох режимів. Результати розрахунку представляються в табличній формі.

При визначенні витоку теплоносія у водяних теплових мережах слід приймати його рівним 0,5 % об'єму води в трубопроводах і місцевих опалювально-вентиляційних системах споживачів.

Об'єм води в зовнішніх трубопроводах може бути визначений по питомих об'ємах залежно від розрахункового теплового навантаження:

$$V_{ТМ} = Q_{ж} \cdot A_{ж} + Q_{п} \cdot A_{п} ,$$

де $Q_{ж}$, $Q_{п}$ - розрахункові теплові навантаження житлових будівель і підприємств, МВт;

$A_{ж}$, $A_{п}$ - питомі об'єми зовнішніх тепломереж, м³/МВт (для міста – $A_{ж}=8,6$; для селища – $A_{ж}=10,3$; для промислового підприємства – $A_{п}=6,9$).

Об'єм трубопроводів усередині будівель (місцеві системи) підраховуються аналогічно, при цьому – $A_{мж}=25,8$; $A_{мп}=12,9$.

У розрахунку теплової схеми парової частини котельної втрати теплоти з випаром не враховуються, оскільки за наявності охолоджувача випару вони дуже малі.

Величину безперервного продування котлів в розрахунку теплової схеми згідно нормам для парових котлів з робочим тиском до 1,4 МПа слід приймати не більше 10 % номінальної паропродуктивності котла [1].

При деаерації живильної і підживлюючої води в деаераторах атмосферного типу, з подачею в нього грійоючої пари, величина додаткової (сирої) води по станції зменшується на величину конденсату грійоючої пари.

Розрахунок теплової схеми базується на складанні і вирішенні системи рівнянь теплового та матеріального балансу.

Вибір основного і допоміжного устаткування котельної установки на підставі розрахунку її теплової схеми повинен робитися відповідно до норм проектування, що діють [3]. Рекомендації по вибору допоміжного устаткування промислово-опалювальної котельної наведені в [4]. Слід також мати на увазі, що парове максимальне зимове навантаження котельної, як правило, повинне покриватися усіма встановленими паровими котлами без резерву. Одиначна потужність парових котлів повинна дозволяти проведення планово-запобіжних ремонтів.

2.1.2 Розрахунок водогрійної частини котельної

Тепловою схемою опалювально-виробничої котельної передбачається відпустка споживачам теплоти на опалювання, вентиляцію і ГВП у вигляді перегрітої води з параметрами 150/70 °С в закриті двотрубні водяні мережі.

Для опалювально-виробничої котельної розрахунок ведеться для чотирьох характерних режимів:

- максимального зимового при розрахунковій температурі зовнішнього повітря для проектування опалювання і вентиляції;
- режиму при середній температурі найбільш холодного місяця;

- режиму при температурі зовнішнього повітря в точці зламу температурного графіка мережевої води (за наявності навантаження на гаряче водопостачання);

- літнього режиму.

Додаткові вихідні дані:

- паливо для водогрійних котлів – природний газ;

- повернення конденсату від виробничих споживачів – під натиском.

- середньозважена температура потоків води і конденсату, що поступають в деаератор – +80 °С;

- температура сирі води, що поступає в котельню – +5 °С.

- для літнього режиму у зв'язку з підвищенням температури сирі води – +15 °С.

Середньозважена температура конденсату, що поступає в деаератор, °С

$$t_{\kappa}^{cp.вз.} = \frac{G_{\delta} t_{\kappa\delta} + \sum_{i=1}^n G_{i\text{потр}} t_{i\text{кн}}}{G_{\delta} + \sum_{i=1}^n G_{i\text{потр}}},$$

де G_{δ} - кількість конденсату, що поступає від підігрівачів мережевої води, кг/с;

$t_{\kappa\delta}$ - температура конденсату, що поступає від підігрівачів мережевої води, °С ($t_{\kappa\delta} = 80$ °С);

$G_{i\text{потр}}$ - кількість конденсату, що поступає від виробничих споживачів пари, кг/с;

$t_{i\text{кн}}$ - температура потоків конденсату, що поступають від виробничих споживачів пари, °С.

Вихідні дані по теплових навантаженнях для розрахунку теплової схеми приймаються з урахуванням перспективної забудови житлового району і розвитку промислової зони цього району м. Бердянська на період до 2025 р.

Розрахунок виконаний відповідно до рекомендацій [2].

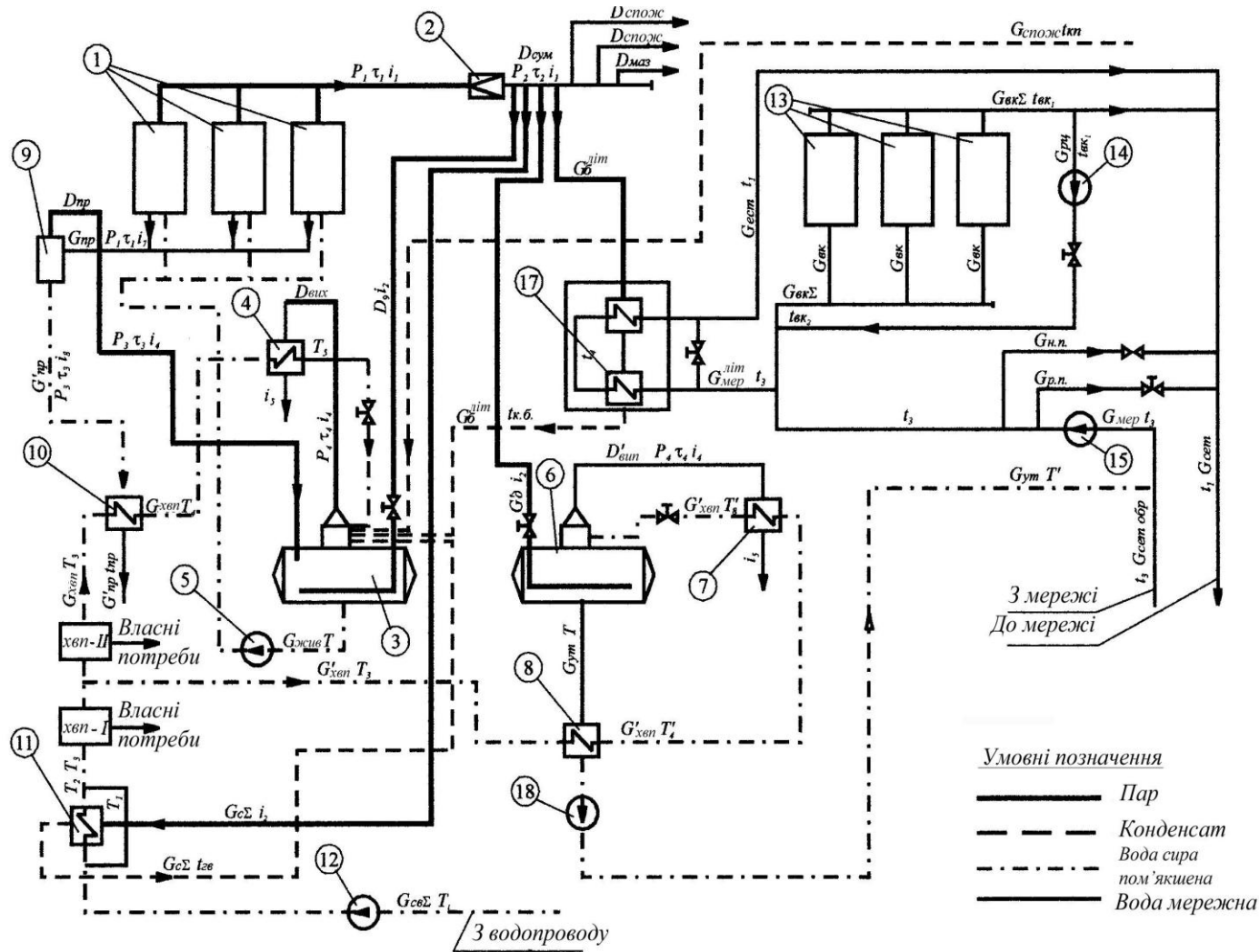
Розрахункова тепла схема опалювально-виробничої котельної наведена на рис. 2.1.

Результати розрахунку теплової схеми водогрійної частини зведені в таблицю 2.1.

2.1.3 Розрахунок парової частини котельної

Результати розрахунку теплової схеми парової частини зведені в таблицю 2.2.

На підставі проведених розрахунків вибирається допоміжне устаткування котельної.



- Парова частина
1. Парові котли
 2. Редукційна установка
 3. Деаератор живильної води
 4. Охолоджувач випару до деаератора живильної води
 5. Насос живильний
 6. Деаератор підживлюючої води
 7. Охолоджувач випару до деаератора підживлюючої води
 8. Охолоджувач деаерованої води
 9. Сепаратор безперервного продування
 10. Охолоджувач води для продування
 11. Пароводяний підігрівач сирогої води
 12. Насос сирогої води
- Водогрійна частина
13. Водогрійні котли
 14. Насос рециркуляційний
 15. Насос мережної води
 16. Насос підживлюючий
 17. Водопідігрівальна установка для літнього режиму

Рисунок. 2.1 – Розрахункова теплова схема котельної з водогрійними та паровими котлами для закритої системи тепlopостачання

Таблиця 2.1 - Розрахунок теплової схеми водогрійної частини котельної

Найменування показників	Позначення	Розрахункова формула	Одиниці виміру	РЕЖИМ				
				максимально-зимовий	середньої температури найбільш холодного місяця	середньої температури опалювального сезону	у точці зламу температурного графіка	літній
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура зовнішнього повітря	t_n	$t_{вн} - 0,354(t_{вн} - t_{н.р.})$	°C	-22	-4,9	-0,4	+3,8	+8,0
Коефіцієнт зниження витрати теплоти на опалювання і вентиляцію залежно від температури зовнішнього повітря	$k_{ов}$	$(t_{вн} - t_n)/(t_{вн} - t_{н.р.})$	-	1	0,573	0,45	0,355	-
Значення коефіцієнта $k_{ов}$ в ступені 0,8	$k_{ов}^{0,8}$	$k_{ов}^{0,8}$	-	1	0,64	0,54	0,44	-
Температура мережевої води в падаючому трубопроводі на виході з котельної	t_1	$18 + 64,5k_{ов}^{0,8} + 67,5k_{ов}$	°C	150	98	84	70	95

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура мережевої води в зворотному трубопроводі на вході в котельню	t_2	$t_1 - 80k_{ов}$	°C	70	52	47	42	70
Теплове навантаження опалювання і вентиляції	$Q_{ов}$	$Q_{ов.расч.} * k_{ов}$	МВт	58,89	33,71	27,09	20,9	-
Теплове навантаження гарячого водопостачання	$Q_{гвс}$	$Q_{гвс.расч}$	МВт	10,94	10,94	10,94	10,94	7,16
Витрата теплоти на власні потреби котельної	$Q_{сн}$	$0.026(Q_{ов} + Q_{гвс})$	МВт	1,81	1,16	0,99	0,83	0,58
Загальне теплове навантаження водогрійної частини котельної	$Q_{обц}$	$Q_{ов} + Q_{гвс} + Q_{сн}$	МВт	71,65	45,81	39,02	32,67	7,74
Сумарна відпустка теплоти на опалювання, вентиляцію і гаряче водопостачання	Q_m	$Q_{ов} + Q_{гвс}$	МВт	69,83	44,66	38,04	31,84	7,16
Розрахункова витрата мережевої води	$G_{сет}$	$Q_m / 4,19 * (t_1 - t_2)$	кг/с	208,33	208,33	208,33	208,33	68,61
Витрата підживлюючої води на заповнення витоків в тепломережі	$G_{ум}$	$0,5/100 * (Q_{овmax} + Q_{гвс}) q_{сисм} * k_{ум}$	кг/с	4,17	4,17	4,17	4,17	2,08

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура підживлюючої води	t_5	приймається згідно [2]	°C	70	70	70	70	70
Температура мережевої води на вході в котли	$t_{\text{вк}}$	приймається згідно [2]	°C	70	70	70	70	70
Температура мережевої води на виході з котлів (котли працюють в змінному режимі)	$t_{\text{вк}}^n$	$t_{\text{вк}}^{\text{расч}} + Q_m * 10^3 / G_{\text{вк}}^{\prime}$	°C	150	146,74	135,36	124,72	95
Витрата мережевої води через працюючий котел	$G_{\text{вк}}$	по паспорту	кг/с	68,61	68,61	68,61	68,61	68,61
Кількість працюючих котлів	N	$Q_m / Q_k^{\text{НОМ}}$	шт.	3	2	2	2	1
Витрата мережевої води через працюючі котли	$G_{\text{вк}}^{\prime}$	$G_{\text{вк}} * N_{\text{к.р.}}$	кг/с	205,83	137,22	137,22	137,22	68,61
Витрата мережевої води на підігрівач сирі води і ХВО	G_0	$G_{\text{сет}}^{\text{с.в.}} + G_{\text{сет}}^{\text{хво}}$	кг/с	5,44	5,44	5,44	5,44	2,47
Витрата мережевої води на підігрівач сирі води	$G_{\text{сет}}^{\text{с.в.}}$	$G_{\text{ут}} (t_{\text{вк}} - t_{\text{х.в.}}) / (t_{1\text{расч}} - t_{2\text{расч}})$	кг/с	3,36	3,36	3,36	3,36	1,43
Температура сирі води перед ХВО	t_3	приймається згідно [2]	°C	30	30	30	30	30
Витрата мережевої води на ХВО	$G_{\text{сет}}^{\text{хво}}$	$G_{\text{ут}} (t_{\text{вк}} - t_3) / (t_1 - t_2)$	кг/с	2,08	2,08	2,08	2,08	1,04

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Витрата мережевої води на підігрівач власних потреб	$G_{сн}$	$Q_{с.н.} * 3600 / 4,19 * (t_1 - t_2')$	кг/с	3,93	2,51	2,14	1,79	1,26
Кількість мережевої води після мережевих насосів	$G_{сет.обр}$	$G_{сет} - G_{ум}$	кг/с	204,17	204,17	204,17	204,17	66,25
Кількість мережевої води в падаючому мережевому трубопроводі на виході з котельної	$G_{сет.пр.}$	$G_{сет.обр} - G_{с.н.}$	кг/с	200,24	201,65	202,02	202,37	64,99
Кількість води на рециркуляцію	$G_{рц}$	$G'_{вк} (t_{вк} - t_2) / (t_{вк}^n - 70)$	кг/с	0	32,56	48,87	71,07	0
Кількість води на регульований перепуск	$G_{р.н.}$	$G_{сет} - G'_{вк}$	кг/с	2,5	69,44	69,44	69,44	0

Таблиця 2.2 – Розрахунок теплової схеми парової частини котельної

НАДХОДЖЕННЯ, кг/с				ВИТРАТА, кг/с			
ПАРА							
Найменування	РЕЖИМИ			Найменування	РЕЖИМИ		
	зимовий	зимовий під час зливу мазугу	літній		зимовий	зимовий під час зливу мазугу	літній
Котли Е-1/9-ГМ	0,56	1,11	0,28	Мазутне господарство	0,36	0,905	0,228
Кількість працюючих парових котлів	2	4	1	Живильний бак	0,04	0,17	0,04
Відсоток завантаження працюючих парових котлів, %	56,15	105,05	89,3	Продування мазутопроводів	0,08	0,015	0,006
Разом	0,56	1,11	0,28	Внутрішньокотельні втрати пари	0,08	0,02	0,006
				Разом	0,56	1,11	0,28

Продовження таблиці 2.2

ЖИВИЛЬНА ВОДА							
Конденсат мазутного господарства	0,26	0,26	0,19	Живлення парових котлів	0,56	1,11	0,28
Очищена вода	0,3	0,86	0,08	Безперервне продування	0,004	0,008	0,002
Разом	0,56	1,12	0,27	Разом	0,564	1,118	0,282

2.2 Вибір допоміжного устаткування котельної

2.2.1 Вибір допоміжного устаткування водогрійної частини котельної

Вибір допоміжного устаткування вироблений згідно [3]. Покриття зовнішніх теплових навантажень забезпечується водою з розрахунковими температурами 150/70 °С. Покриття власних потреб передбачається за рахунок установки контактних теплообмінних апаратів на газовому тракті котлоагрегатів КВ-ГМ-20-150.

У контактних теплообмінниках з активною насадкою КТАН-0,8УГ теплопродуктивністю 0,8 МВт здійснюється підігрівання сирі води, хім.очищеної води для потреб підживлення теплових мереж і підігрівання сирі води для потреб гарячого водопостачання котельної та виробничої бази.

В разі відключення КТАНів передбачено включення в роботу підігрівача сирі води, підігрівача хім.очищеної води, підігрівача гарячого водопостачання для власних потреб.

Розігрівання мазуту передбачене паром від котлів Е-1/9-ГМ.

Постійна витрата мережевої води і задана температура води в мережі підтримується регулювальником перепускання, встановленим між подаючим трубопроводом теплової мережі та напірним колектором зворотної мережевої води.

Регулювальник температури, встановлений на напірному трубопроводі рециркуляційних насосів НКУ-250, підтримує температуру мережевої води на вході в котли рівною 70 °С. Рівнозначність витрат води через окремі котли при постійній сумарній витраті її забезпечується однаковою гідравлічним опором всіх котлів і їх трубопроводів. При переході на резервне паливо (мазут) температура води на виході з котлів має бути рівною 150 °С, яка буде підтримуватися індивідуальними котельними регулювальниками теплового навантаження.

Циркуляція води через водогрійні котли і теплові мережі забезпечується мережевими насосами. У котельній встановлюються зимові мережеві насоси

ЦН400-105 продуктивністю 400 м³/год. з натиском 105 м вод. ст. в кількості 3 шт. (два – робочих, один – резервний), а також літні мережеві насоси Д320-50 продуктивністю 320 м³/год. з натиском 50 м вод. ст. в кількості 2 шт. (один – робочий, другий – резервний).

Вихідна вода, що поступає в котельню, перед водопідготовчою установкою підігрівається до 30 °С в КТАНах або в підігрівачі сирій води 7-114x2000-Р-3, ТУ-400-28-429-82, F_н=5,19 м². З хім.водоочищення вода подається в КТАН-0,8УГ або на підігрівач ХОВ 7-114x2000-Р-6, ТУ-400-28-429-82, F_н=10,38 м², де нагрівається до температури 70 °С, і поступає на деаерацію у вакуумний деаератор ДСВ-25. Температура хім.очищеної води перед деаератором регулюється клапаном, встановленим на лінії гріючої води перед підігрівачем сирій води.

Пароповітряна суміш, що відсмоктується водоструминним ежектором ЕВ-30 від вакуумного деаератора, разом з робочою водою ежекторів скидається в бак робочої води V=3 м³. Після виділення розчинених газів робоча вода охолоджується в охолоджувачі робочої рідини 7-114x2000-Р-1, F_н=1,76 м² і знов подається до ежекторів насосами робочої рідини К 20/30 продуктивністю 20 м³/год. і натиском 30 м вод. ст. (один – робочий, другий – резервний). Деаерована вода поступає в два баки підживлюючої води V=50 м³ кожен. Насосами підживлюючої води К-45/55 продуктивністю 45 м³/год. і натиском 55 м вод. ст. підживлююча вода подається в зворотний трубопровід мережевої води. Постійність тиску в зворотному трубопроводі мережевої води підтримується регулювальником тиску (підживлення).

Продуктивність вакуумного деаератора і рівень підживлюючої води в баках-акумуляторах підтримується регулювальником рівня на лінії холодної води. Передбачена лінія повторної деаерації підживлюючої води через регулювальник витрати.

Вибір тягодуттєвих машин робиться з врахуванням коефіцієнтів запасу по тиску і продуктивності:

- коефіцієнт запасу по продуктивності – 1,05;

- коефіцієнт запасу по тиску – 1,1.

До установки прийнятий вентилятор вторинного дуття ВДН-12,5 продуктивністю – $39,1 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{год.}$, і тиском – 5,32 кПа, коефіцієнтом корисної дії – 83 %, з електродвигуном 4А-200S-6-У3 потужністю – 30 кВт та вентилятор первинного дуття 19 ЦС-63 з електродвигуном А02-51-2, N=10 кВт, n=3000 об./хв., продуктивністю – $1900 \text{ м}^3/\text{год.}$, тиском – 6,30 кПа.

Вентилятори ВДН-12,5 встановлюються в окремому приміщенні (вентиляторна) розміром 6x18,0 м.

Вентилятори 19 ЦС-63 встановлюються з фронту котлів на відмітці 0.000.

Для подолання аеродинамічних опорів котлоагрегатів і газових трактів за котлоагрегатом КВ-ГМ-20-150 встановлюються димососи ДН-17 продуктивністю (28...75) тис. $\text{м}^3/\text{год.}$, тиском (2,15...1,93) кПа з електродвигуном А02-92-8 потужністю – 55 кВт.

2.2.2 Вибір допоміжного устаткування парової частини котельної

Покриття навантажень зовнішніх споживачів і власних потреб котельної по парі забезпечується паровими котлами Е-1/9-ГМ парою з тиском $P=0,9 \text{ МПа}$ і $t=165 \text{ }^\circ\text{C}$.

Хім.очищена живильна вода для парових котлів догрівається парою у баку живильної води. Витрата пари на підігрівання живильної води: $G_{\text{сер.}}=0,0425 \text{ кг/с}$, $G_{\text{мак}}=0,17 \text{ кг/с}$. Основна частина пари йде на розігрівання мазуту ($G_{\text{сер.}}=0,258 \text{ кг/с}$, $G_{\text{мак}}=0,97 \text{ кг/с}$).

Повернення конденсату в котельну з температурою $95 \text{ }^\circ\text{C}$ прийняте під тиском у розмірі 50 % від витрати пари на мазутне господарство. Конденсат збирається в конденсатному баку $V=2 \text{ м}^3$, обладнаному зміювиком для підігрівання водопровідної води, що поступає на водопідготовку. Конденсат в баку охолоджується до $80 \text{ }^\circ\text{C}$.

Конденсат, що поступає з мазутного господарства замазученим, очищається у фільтрах-очисниках. Фільтри завантажені сульфовугіллям. У міру замазучування сульфовугілля вивантажується і спалюється. Для періодичного розпушування сульфовугілля на фільтрі передбачений штуцер для підведення стислого повітря.

Очищений конденсат насосом К-8/18 перекачується в живильний бак.

У котли Е-1/9-ГМ живильна води подається живильними насосами, що входять в комплект постачання котлоагрегату.

У таблиці 2.3 наведена характеристика допоміжного устаткування котельної.

Таблиця 2.3 – Характеристика допоміжного устаткування котельної

Найменування	Продуктивність, м ³ /год.	Тип і характеристика устаткування	Кількість		
			робочих	резервних	всього
1	2	3	4	5	6
Зимовий мережевий насос	769	ЦН400-105: Q=400 м ³ /год.; H=10,5 кгс/см ²	2	1	3
Літній мережевий насос	220	Д320-50: Q=320 м ³ /год.; H=5 кгс/см ²	1	1	2
Рециркуляційний насос	250	НКУ-250: Q=250 м ³ /год.; H=3,2 кгс/см ²	1	1	2
Насос підживлення	19,5	К-45/55: Q=45 м ³ /год.; H=5,5 кгс/см ²	1	1	2

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6
Насос сирії води	71,5	КМ-90/35: Q=90 м ³ /год.; H=3,5 кгс/см ²	1	1	2
Насос робочої води	20,0	До 20/30: Q=20 м ³ /год.; H=3 кгс/см ²	1	1	2
Вакуумний деаератор	20,0	ДСВ-25: Q=25 м ³ /год.;	1	-	1
Підігрівач сирії води	-	7-114x2000-Р-3: F=5,19 м ² ; l=2000 мм	1	-	1
Підігрівач хім.очищеної води	-	7-114x2000-Р-6: F=10,38 м ² ; l=2000 мм	1	-	1
Охолоджувач робочої рідини	-	7-114x2000-Р-1: F=1,76 м ² ; l=2000 мм	1	-	1
Вентилятор первинного повітря	-	19-ЦС-63	3	-	3
Бак-акумулятор підживлюючої води	-	V=50 м ³	2	-	2

2.3 Розрахунок і вибір устаткування хім.водоочищення

2.3.1 Вихідні дані

В якості вихідної для хім.водоочищення прийнята вода з питного водопроводу з основними показниками якості:

- жорсткість загальна – 5 мг-екв/л;
- жорсткість карбонатна – 2,6 мг-екв/л.

Проектування хім.водопідготовки зроблено з врахуванням використання води найгіршої якості:

- $J_o = 5$ мг-екв/л;
- $J_k = 2,6$ мг-екв/л.

Схемою обробки води для підживлення водогрійних котлів КВ-ГМ-20-150 і живлення парових котлів Е-1/9-ГМ згідно [4] прийнято, що Na-катіонування багатоступінчасте.

В якості основного устаткування прийняті Na-катіонітні фільтри виробництва Бійського котельного заводу, з яких три – I рівня (два – робочих, один – резервний); два – II рівня (один – робочий, один – резервний); два – III рівня (один – робочий, один – резервний).

Для запобігання запітніння устаткування вода перед зм'якшуванням нагрівається до (25...30) °С в підігрівачі вихідної води (сирої води) 7-114х 2000-Р-4 або в КТАНі-0,8УГ. Підігріта вода поступає на фільтри I рівня, потім – II рівня. Після II рівня частина води, що йде на підживлення теплових мереж, подається на деаераційно-живильну установку (ДЖУ). Вода для живлення парових котлів проходить III рівень обробки, і подається в живильний бак.

У якості фільтрувального матеріалу на фільтрах прийняте сульфовугілля.

Регенерація фільтрів передбачена регенераційним розчином повареної солі (8...12) % концентрації.

Перед початком регенерації робиться розпушуюче промивання з інтенсивністю:

- при зернах катіоніту (0,3...0,8) мм – 3 л/с;
- при зернах катіоніту (0,5...1,1) мм – 4 л/с.

Тривалість розпушуючого промивання слід приймати 15 хв. Вода для розпушування подається з бака промивальної води $V=1,6 \text{ м}^3$ за допомогою насоса промивальної води К-8-18.

Відмивання катіоніту від продуктів регенерації і надлишку солі робиться перепуском відмивальної води зверху вниз. Перша порція відмивальної води скидається в дренаж, а далі збирається в бак для використання при наступному розпушуючому промиванні фільтру.

Зберігання солі прийняте в мокрому вигляді в залізобетонному резервуарі ($V=11 \text{ м}^3$), обладнаному відсіками для концентрованого 26 % розчину солі.

Витрата води на підживлення теплових мереж – 5,42 кг/с.

Витрата води на живлення парових котлів – 0,86 кг/с.

2.3.2 Розрахунок хім.водоочищення

Повна змінна здатність катіоніту при величині зерен (0,3...0,8) мм складає $E_n=550 \text{ г-екв/м}^3$.

Питома витрата солі на регенерацію:

- I рівня – $q_c=110 \text{ г/Г-екв}$;
- II, III рівнів – $q_c=350 \text{ г/Г-екв}$.

Коефіцієнт ефективності регенерації, що враховує неповноту регенерації катіоніту залежно від питомої витрати солі на регенерацію:

- I рівня при $q_c=110 \text{ г/Г-екв}$ – $\alpha_s=0,64$;

- II, III рівнів при $q_c = 350$ г/г-екв – $\alpha_s = 0,94$.

Коефіцієнт, що враховує зниження змінної здатності катіоніту по Ca^{2+} і Mg^{2+} за рахунок часткового затримання катіонів $\text{Na}^{2+} = 1$. Доля зм'якшування відмивальної води – 0,5.

Робоча змінна здатність сульфовугілля для II і III рівнів приймається в межах (250...300) г-екв/м³.

Концентрація регенераційного розчину солі приймається $b = 10$ %, щільність регенераційного розчину – $j = 1,071$ т/м³.

Результати розрахунку хім.водоочищення наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахунок хім.водоочищення

Найменування	Позначення	Розрахункова формула	Одиниця виміру	Результат
1	2	3	4	5
Продуктивність	Q	-	м ³ /с	0,006
Жорсткість загальна	J_o	-	мг-екв/л	5,0
Жорсткість карбонатна	J_k	-	мг-екв/л	2,6
Жорсткість води після зм'якшування:				
- I рівень	J_o^I			0,7
- II рівень	J_o^{II}	-	мг-екв/л	0,05
- III рівень	J_o^{III}			0,02

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
Характеристика фільтрів:				
- діаметр	D		мм	1500
- висота шару катіоніту	H		м	2,0
- площа фільтрування	F		м ²	1,72
- кількість загальна	N		шт.	7
- I рівень				3
- II рівень				2
- III рівень				2
- кількість працюючих:	a			
- I рівень			шт.	4
- II рівень				2
- III рівень				1
				1

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
Швидкість фільтрування - I рівень - II рівень - III рівень	W	Q_{Na} / F_{Na}	м/с	0,0018 0,0036 0,0036
Робоча змінна здатність катіоніту - I рівень - II рівень - III рівень	E_p	$\alpha_o * \beta_{Na} * E_n - 0,5 * q * \mathcal{K}_o^{Na}$	г-екв/м ³	342 300 250
Кількість регенерацій фільтру в добу - I рівень - II рівень - III рівень	n_{Na}	$Q_{Na} * \mathcal{K}_o * 24 / (V_k * E_p)$	раз/доб.	2,28 0,36 0,031

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
Витрата солі на 1 регенерацію (8...12 % розчин солі) - I рівень - II рівень - III рівень	Q_c	$E_p * V_k * q_c / 1000$	кг	129,4 361,2 301
Витрата технічної солі на регенерації в добу - I рівень - II рівень - III рівень	Q_c^c	$Q_c * n_{Na} * a * 100 / 93$	кг/доб.	634,47 139,81 10,03

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
Витрата води на регенерацію фільтру:				
- на розпушуюче промивання	$Q_{\text{взр}}$	$i * F_{Na} * 60 * t_{\text{взр}} / 1000$	м^3	
- I рівень				4,64
- II рівень				4,64
- III рівень				4,64
- на приготування регенераційного розчину	$Q_{\text{рег}}$	$Q_c * 100 / (1000 * b * j)$	м^3	
- I рівень				1,21
- II рівень				3,37
- III рівень				2,81
- на відмивання катіоніту від продуктів регенерації	$Q_{\text{от}}$	$q_{\text{от}} * V_{\kappa}$	м^3	
- I рівень				13,76
- II рівень				20,64
- III рівень				20,64

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
Витрата води на регенерацію фільтру з врахуванням використання відмивальних вод на розпушуюче промивання - I рівень - II рівень - III рівень	$Q_{обц}$	$Q_{взр} + Q_{рег} + (Q_{от} - Q_{взр})$	m^3	14,97 24,01 23,45
Витрата води на регенерацію фільтру в добу - I рівень - II рівень - III рівень	$Q_{обц}^{сут}$	$Q_{обц} * n_{Na}$	$m^3/доб.$	34,13 8,64 0,73

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
Витрата води на регенерацію фільтру в годину - I рівень - II рівень - III рівень	$Q_{обц}^{час}$	$Q_{обц}^{сут} / 24$	м ³ /ГОД.	1,42 0,36 0,03

2.4 Газопостачання котельної

Проектування газопостачання котельної розроблене з врахуванням роботи котлів КВ-ГМ-20-150 на газі середнього тиску згідно з установкою на всіх котлах автоматики безпеки і регулювання.

Постачання газу в котельню організоване від магістрального газопроводу високого тиску $P_1=0,3$ МПа.

Зниження тиску газу з високого до середнього $P_2=0,045$ МПа передбачено в існуючому газорегулюючому пункті (ГРП). При проектуванні ГРП враховується можливість розширення котельної на три котла КВ-ГМ-20-150 і закладається окрема нитка редуціювання з РДУК-200.

Максимально-зимова витрата газу на котельню складає – $2,26$ м³/с, в літній період – $0,75$ м³/с.

Річна витрата газу складе – 12195 тис. м³.

Передбачений загальний і поагрегатний облік витрати газу.

Розпал газових пальників РГМГ-20 передбачений за допомогою захисно-запального пристрою з щита КВПіА.

На газопроводах котлів і загальному газопроводі котельної передбачені продувальні газопроводи (свічки), які виводяться за межі будівлі котельної.

Для безпечної експлуатації на газоходах котлів передбачена установка вибухових клапанів.

2.5 Мазутне господарство

Мазутне господарство котельної виконане згідно типовому проекту 33.63-339-92-МВ2 «Мазутосховище ємністю 250 м³ в м. Бердянськ, Запорізької області», розробленого інститутом «Укргіпроводгос». Даним проектом передбачається мазутопостачання лише парових котлів Е-1/9-ГМ. Згідно цьому проекту установка мазутопостачання котельної розміщена на двох ділянках. На ділянці № 1 запроектовані будівлі і споруди по прийманню мазуту, що поступає

в цистернах по залізниці. На ділянці № 2, розташованому в центральній котельні, запроектовані будівлі і споруди по зберіганню і підготовці мазуту до спалювання.

У даному розділі кваліфікаційної роботи передбачена установка додаткових насосів в мазутонасосній, прокладка траси паливопроводів і паромазутопроводів від мазутонасосної до котельної для мазутопостачання котлів КВ-ГМ-20-150.

Витрата мазуту на котельню при спільній роботі котлів Е-1/9-ГМ і КВ-ГМ-20-150 з врахуванням рециркуляції складає – 12 м³/год.

Розігрівання мазуту в мазутному господарстві передбачене парою від котлів Е-1/9-ГМ.

Подача мазуту до котлів з резервуарів зберігання передбачена за допомогою насосів типа ЗВ16/25-10/6, 5В-2 (1 – робочий, 1 – резервний), встановлених в приміщенні мазутонасосної. Розпал котлів Е-1/9-ГМ здійснюється пічним паливом з витратного бака V=10 м³, яке подається до котлів за допомогою насосів ШФ 2-25-08/166 (1 – робочий, 1 – резервний).

Трубопровід пічного палива d=32x2 мм, від наземного резервуару до мазутонасосної прокладається в запроектованому каналі розміром 30x30 см з ухилом убік мазутонасосної. Пічне паливо до котлів подається по мазутопроводу d=76x3 мм. Від мазутонасосної до котельної мазутопроводи прокладені спільно з трубопроводами пари і конденсату в одному каналі типа КЛ 120x60 з ухилом i=0,003 убік мазутонасосної.

Мазутопроводи виконані з безшовних труб. Трубопроводи пари і конденсату з труб сталевих електрозварювальних.

Компенсація температурних подовжень здійснюється за рахунок кутів повороту траси.

Мазутопостачання котельної запроектоване з врахуванням рециркуляції, що здійснюється за допомогою циркуляційного мазутопроводу.

Трубопроводи в котельній кріпляться до майданчиків і колон. Арматура встановлена в місцях, зручних для обслуговування. Арматуру на вході мазуту в котельню обслуговують з відмітці 0.000.

Проектом передбачається автоматизація системи мазутопостачання. З метою зниження тиску на мазутопроводах котлів і циркуляційному трубопроводі встановлені регулювальники тиску.

Виміри витрати мазуту виконуються за допомогою камерних діафрагм.

Продування мазутопроводу передбачене за допомогою продувального пристрою $D_y 15$ парою $P=0,8$ МПа.

Трубопроводи мазуту, пари та конденсату після монтажу випробовуються на щільність і міцність, покриваються антикорозійною і тепловою ізоляцією. Лінії мазуту і їх теплового супутника ізолюються спільно.

Трубопроводи системи мазутопостачання виконані з труб ДСТУ 8734-05.

2.6 Водопостачання і каналізація

У адміністративно-побутовій частині котельної передбачаються наступні мережі:

- господарсько-питний і протипожежний водопроводи;
- гаряче водопостачання;
- каналізація.

Трубопроводи холодної і гарячої води підключаються відповідно від розподільної гребінки і підігрівача на потреби гарячого водопостачання. Трубопроводи прокладаються відкрито по стінах і конструкціях будівлі. Монтаж систем робиться з водогазопровідних оцинкованих легких труб.

Внутрішнє пожежогасіння здійснюється від пожежних кранів діаметром 50 мм, встановлених на сходових клітках.

Мережа побутової каналізації служить для відведення стічних вод від санітарних приладів, встановлених в побутових приміщеннях і хімічній

лабораторії. Мережа каналізації підключається до зовнішніх мереж через запроектовані колодязі.

Каналізаційні мережі монтуються з чавунних каналізаційних труб.

2.7 Внутрішньомайданчикові теплові мережі

У зв'язку із збільшенням потужності проекрованої котельної передбачається прокладка теплотраси від котельної (ТК-1) до ТК-1-А по вул. Запорізьке шосе.

Технічні показники теплотраси, що реконструюється, наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Технічні показники теплотраси, що реконструюється

Показники	Одиниці виміру	Величина
Умовний діаметр	мм	400 (Т1, Т2)
Довжина ділянки	м	14,0
Вага трубопроводів	кг	3209,92
Металоємність	кг/м	114,64

Прокладка трубопроводів підземна в тунелі ТЛ180-240 з місцевим зменшенням висоти тунелю до розмірів (180...210) см.

Компенсація теплових подовжень здійснюється П-подібними компенсаторами.

У нижніх точках теплотраси встановлюються дренажі.

Спуск води з системи здійснюється в дренажний колодязь ДК-1 з подальшим відведенням стоків пересувними насосними установками.

Відведення аварійних і випадкових вод здійснюється з дренажного приямка камери через гідрозасувку Шулепіна в дренажний колодязь.

Проектом передбачений захист зовнішньої поверхні труб від корозії:

- антикорозійне покриття масляно-бітумним складом в 2 шари по ґрунту ГФ-021;

- електроізолюючі прокладки на нерухомих і ковзаючих опорах;

- шунтуючі перемички із смугової сталі на арматурі КВП і в камерах.

Передбачена ізоляція трубопроводів – матами із скляного штапельного волокна в рулонах, арматури – мінеральною ватою в зйомних напівфутлярах.

В якості покривного шару – склопластик, в межах камер – мішковина, пофарбована масляною фарбою умовних кольорів; на арматурі – металеві листи, пофарбовані масляною фарбою.

На ділянці теплотраси, що реконструюється, виконуються ізоляційні роботи в наступному об'ємі:

- антикорозійний шар – ізоляція в 2 шари по холодній ізоляційній мастиці марки МРБ-Х-Т-15;

- основний шар – мати із скляного штапельного волокна в рулонах;

- покривний шар – склопластик.

2.8 Заходи щодо енергозбереження

Проектом передбачена установка КТАН-0,8УГ за кожним водогрійним котлом КВ-ГМ-20-150.

Контактний теплообмінник з активною насадкою – апарат типа рекуперативно-змішувального типу. Він призначений для утилізації теплоти димових газів, що відходять від котлоагрегатів.

У КТАНі організуються два незалежних один від одного потоку води: сирі, хім.очищеної води, що підігрівається через поверхню активної насадки, і води, яка нагрівається в результаті безпосереднього контакту з відхідними димовими газами. Чистий потік води протікає усередині трубок і

відокремлений стінками трубок від забрудненої зрошуючої води. У КТАНах сира вода для гарячого водопостачання котельної і виробничої бази підігрівається до 30 °С (потім догрівається в підігрівачі власних потреб до 55 °С); хім.очищена вода для деаераційно-підживлюючої установки – до 70 °С.

Циркуляція зрошуючої води здійснюється за допомогою насосів К 20/30 через бак зрошуючої води $V=2 \text{ м}^3$.

По мірі забруднення зрошуюча вода скидається в охолоджуючий колодязь.

Підсушка димових газів здійснюється шляхом перепускання 10 або більше відсотків димових газів, окрім КТАНа, і подальшого їх змішування з димовими газами, охолодженими в КТАНі.

Технічна характеристика КТАН-08УГ:

- теплопродуктивність – 0,8 МВт;
- витрата димових газів – $2,20 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{год}$.

Температура води, що нагрівається, на вході в КТАН:

- сира вода – (5...15) °С;
- хім.очищена вода – 30 °С.

Температура нагрітої води на виході:

- підігрітої води для ХВО – 30 °С;
- хім.очищеної для ДПУ – 70 °С.

Температура димових газів:

- на вході в КТАН – 160 °С;
- на виході з КТАНу – 40 °С;

Витрата зрошуючої води – $4,3 \text{ м}^3/\text{год}$.

Витрата води, що нагрівається – $15,5 \text{ м}^3/\text{год}$.

Поверхня теплообміну – $31,2 \text{ м}^2$;

Аеродинамічний опір – 454 Па;

Гідравлічний опір – 0,018 МПа;

Маса КТАНа – 1450 кг.

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі розроблені технічні рішення по реконструкції промислово-опалювальної котельної Бердянського заводу «Південгідромаш».

Відповідно до теплових навантажень в розширюваній частині котельної встановлюються три водогрійні котли КВ-ГМ-20-150 і чотири парові котли Е-1/9-ГМ. Розширення котельної дозволить закрити ряд нерентабельних дрібних котельних, підвищити надійність і якість тепlopостачання. Перевід котельної на роботу на газоподібному паливі сприяє зменшенню забруднення довкілля.

Висока продуктивність котлів КВ-ГМ-20-150 покриє теплові навантаження на опалювання, вентиляцію, гаряче водopостачання житлово-комунального сектора, суспільних і промислових підприємств м. Бердянська. Завдяки вибору сучасних систем контролю і автоматичного регулювання технологічних процесів забезпечується безаварійна і економічна робота котельної.

Все це свідчить про ефективність реконструкції котельної.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. СНіП II-35-06. Котельні установки.
2. Бузников Е. Ф. Производственные и отопительные котельные. - М. : Энергоатомиздат, 1984, 248 с.
3. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. - М. : Энергия, 1979.
4. Строй А. Ф. Розрахунок і проектування теплових мереж. - К.: Будівельник, 2001.
5. Теплотехнический справочник. / Под редакцией Н. В. Юренева, П. Д. Лебедева. т. 2 - М. : «Энергия», 1976, 896 с.
6. Лифшиц О. В. Справочник по водоподготовке котельных установок. - М. : «Энергия», 1976, 288 с.
7. СНіП 2.04.07-06. Теплові мережі. Норми проектування.
8. Правила безпеки в газовому господарстві. Затверджені Держнаглядохоронтруда України. – Київ : Енергетика, 2009.
9. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. - М. : Энергия, 1975.
10. СНіП 2-90-01. Виробничі будівлі промислових підприємств. Норми проектування.
11. Ривкин С. Л., Александров А. А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. - М. : Энергия, 1980.
12. СНіП 2.04.08-07. Газоснабжение.
13. ДСТУ 8734-05. Мазутопроводи.
14. Промышленные приборы и средства автоматизации. / Под редакцией В. В.Черенкова. - Л. : Машиностроение, 1987, 496 с.
15. СНіП 2-92-06. Допоміжні будівлі і приміщення промислових підприємств. Норми проектування.
16. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. / Под ред. В. П. Щекина. - М. : Стройиздат, 1985.

17. СНіП II-33-05. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Норми проектування.

18. Е. Н. Крючков, Н. В. Трикашный. Опыт эксплуатации котлов типа ДКВР в водогрейном режиме. «Промышленная энергетика», № 1, 1986. с. 20-21.

19. Исаченко В. П. Теплопередача. Учебник для вузов. - М. : Энергия, 1975, 488 с.

20. Гидравлический расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. - М. : Энергия, 1976.

21. Временные технические условия на проектирование котельных с использованием вторичных энергоресурсов. - Рига : Латгипропром, 1999.

22. Виноградов Ю. И. Промислове теплопостачання. - К. : Техніка, 1995.

Додаток А

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка		
Перелік устаткування котельної								
		1	ІННІ ТГЕ КРБ 38. 004. 02 02. 001	Котел водогрійний				
				КВ-ГМ-20-150, Q=23 МВт	3			
		2		Димосос ДН-17 з ел. двигуном				
				АО2-92-8, n=55 кВт, n=750 об./хв.	3			
		3		Вентилятор ВДН-12,5 з електродвигуном				
				4А200І-6-У3, N=30 кВт, n=1000 об./хв.	3			
		4		Ротаційна газомазутна форсунка РГМГ-20	3			
		5		Електроventильатор 19ЦС-63 з ел. дв. АО2-51-2, N=10 кВт				
				N=3000 об./хв.	3			
		6		Котел паровий Е-1/9-ГМ	4			
		7		Димосос Д-3,5 з електродвиг.				
				АО2-31-4, N=2,7 кВт n=1420 об./хв.	4			
		8		Пристрій пального АР-90 з електродвигуном АОЛ2-11-2				
				N=0,8 кВт, n=3000 об./хв.	4			
		9		Бак робочої рідини, V=3 м ³	2			
Зм.	Арк	№ докум.	Під	Дат	ІННІ ТГЕ КРБ 38.004. 02 02. 001			
Розробив	Пахомов				Котельна. Розташування устаткування	Літер.	Аркуш	Арк ців
Перевірів	Чижов					Д	1	4
						ЗНУ гр. 6.1449-с		
Н.контроль	Чижов							
Затвердив	Чейлитко							

