

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

Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики
(повна назва факультету)

Кафедра теплової та альтернативної енергетики
(повна назва кафедри)

"На правах рукопису"
УДК _____

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

(підпис) О.Ю. Черноусенко
(ініціали, прізвище)
“ ” _____ 2024р.

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

за спеціальністю 144 «Теплоенергетика»
(код і назва спеціальності)

Освітньої програми «Теплоенергетика та теплоенергетичні установки
електростанцій»,

на тему: «Реконструкція системи тепlopостачання міста Рівне з облаштуванням
котелень на альтернативному паливі»

Виконав: студент II курсу, групи ТУ-321мп Ткаченко Олексій Вікторович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник доц. к.т.н. Сірий О.А. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти:

з економічних питань ст. викладач Бойчук Н.Я. _____
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

з питань автоматизації ТП доц., к.т.н. Нікуленкова Т.В. _____
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

з питань охорони праці доц., к.т.н. Каштанов С.Ф. _____
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

з питань нормоконтроль проф., д-р т.н. Абдулін М.З. _____
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент Завідувач відділу технологій альтернативних палив _____
Інституту газу НАН України, д-р.т.н. П'яних К.Є _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає
запозичень з праць інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2024 року

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

Інститут Атомної та теплової енергетики
Кафедра Теплової та альтернативної
енергетики

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною
програмою Спеціальність 144 «Теплоенергетика»,
ОПП «Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій»

«До захисту
допущено»

Завідувачка кафедри

_____ Ольга ЧЕРНОУСЕНКО
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

“___” _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ
ТКАЧЕНКО Олексію Вікторовичу

(ПРІЗВИЩЕ, ІМ'Я, ПО БАТЬКОВІ)

1. Тема проекту (роботи) Реконструкція системи тепlopостачання міста Рівне з облаштуванням
котелень на альтернативному паливі

керівники проекту (роботи) _____ доц. к.т.н. СІРИЙ Олександр Анатолійович

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “___” _____ 2023 року С№ _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____ 20 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Місце розташування об'єкта: м. Рівне,
вул. Князя Володимира 75 Б.

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

1. Техніко-економічне обґрунтування проекту

2. Тепломеханічна частина

3. Автоматизація технологічних процесів, АСУ котельні

4. Електротехнічні рішення

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

6. Енергозбереження та енергоефективність

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

1. Теплова схема котельні, А1 – 1 аркуш.

2. Тепломеханічні рішення. Розташування трубопроводів, А1 – 2 аркуші

3. Паливоподача, А1 – 1 аркуш

4. Димовидалення, А1 – 1 аркуш

5. Схема автоматизації функціональна. Контрольно-вимірювальні прилади. Засоби автоматизації,
А1 – 1 аркуш.

6. Однолінійна схема електропостачання котельні. ГРІЩ, А1 – 1 аркуш.

7. Загальний вигляд котельні, 3Д, А1 – 1 аркуш.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	КАШТАНОВ С.Ф., доцент, к.т.н.		
Техніко-економічний розрахунок	БОЙЧУК Н.Я., ст. викладач		
Нормконтроль	АБДУЛІН М.З професор, д-р т.н.		
Техконтроль	ШЕЛЕШЕЙ Т.В., ст. викл., к.т.н.		
Автоматизація	НІКУЛЕНКОВА Т.В., доцент, к.т.н.		

7. Дата видачі завдання 11.09.2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Видача завдання	11.09.2023	
2	Розробка технічних рішень	18.09.2023	
3	Розробка техніко-економічного обґрунтування проекту	25.09.2023	
4	Розробка тепломеханічної частини проекту	08.10.2023	
5	Пророботка автоматизації технологічних процесів	15.10.2023	
6	Електротехнічні рішення	22.10.2023	
7	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	29.10.2023	
8	Енергозбереження та енергоефективність	07.11.2023	
9	Розрахунок Техніко-Економічних показників	20.11.2023	
10	Виконання креслень	03.12.2023	
11	Захист проекту (попередній)	22.12.2023	

Студент

(підпис)

Ткаченко О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Сірий О.А.

(прізвище та ініціали)

**Пояснювальна записка
до магістерської дисертації**

на тему:

«Реконструкція системи теплопостачання міста Рівне з облаштуванням котелень на альтернативному паливі»

«The Rivne's heat supply system reconstruction with the arrangement of boiler houses on alternative fuel»

Київ -2024

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на здобуття ступеня магістра за освітньо-професійною програмою підготовки «Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій» на тему: «Реконструкція системи тепlopостачання міста Рівне з облаштуванням котелень на альтернативному паливі» 86 сторінок та 8 листів графічної частини. Об'єкт розробки – водогрійна котельня, призначена для опалення та гарячого водопостачання житлового району з об'єктами інфраструктури міста Рівне. Мета роботи – реконструкція тепlopостачання м. Рівне для здешевлення виробництва тепла та збільшення автономності системи тепlopостачання шляхом зменшення залежності від палива, що постачається із-за кордону.

Охарактеризовано теплову схему обраної котельні, а також обґрунтовано вибір палива для котельні, основного та допоміжного обладнання, зокрема водогрійних твердопаливних котлів Ardenz TM 10 000 та насосів Wilo. Тріска була вибрана у якості палива через велику її доступність для Рівненської області, низьку ціну тріски та її зберігання, можливість улаштування автоматизованої паливоподачі на таку потужність, екологічну чистоту порівняно з іншими видами палива.

Проведене техніко-економічне обґрунтування даного проєкту та висвітлення питань з охорони довкілля і ефективності використання теплової енергії.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: котельня, тепlopостачання, енергоефективність, енергозбереження, котел, автоматизація, димова труба, насос.

SUMMARY

Master's thesis to obtain a master's degree under the educational and professional training program "Heat power engineering and thermal power plants" on the topic: "The Rivne's heat supply system reconstruction with the arrangement of boiler houses on alternative fuel" 86 pages and 8 sheets of graphic materials. The object of development is a water-heating boiler house, intended for heat supply and hot-water supply to the residential area with infrastructure facilities of Rivne city. The purpose of the work is to reconstruct the heat supply of Rivne to reduce the cost of heat production and increase the autonomy of the heat supply system by reducing dependence on fuel supplied from abroad.

The thermal scheme of the selected boiler house is characterized, as well as the choice of fuel for the boiler house, main and auxiliary equipment, in particular water-heating solid fuel boilers Ardenz TM 10,000 and Wilo pumps, is justified. Wood chips was chosen as fuel due to its high availability for the Rivne region, the low price of wood chips and its storage, the possibility of setting up automated fuel supply for such power, environmental cleanliness compared to other types of fuel.

The technical and economic substantiation of this project have been carried out and issues of environmental protection and the efficiency of the use of thermal energy have been covered too.

KEY WORDS: boiler house, heat supply, energy efficiency, energy saving, boiler, automation, chimney, pump.

Скорочення:

ДБН – державні будівельні норми

ДНАОП – державні нормативні акти з охорони праці

КВП – контрольно-вимірювальні прилади

КУМ – котельна модульна установка.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ	8
1.1. Вступ	8
1.2. Короткий опис обстежуваного підприємства	8
1.3. Вихідні дані для розрахунку	10
1.4. Розрахунок терміну окупності.....	11
2. ТЕПЛОМЕХАНІЧНА ЧАСТИНА.....	15
2.1. Загальні положення.	15
2.2. Теплові навантаження.	16
2.2.1 Режим споживання теплоносія	16
2.2.2 Виробіток тепла котельнею згідно режиму споживання	16
2.3. Теплова схема котельні.....	17
2.3.1. Опис теплової схеми	17
2.3.2. Розрахунок теплової схеми	18
2.4. Вибір основного обладнання	30
2.4.1 Котельна установка	30
2.4.2 Котловий насос	37
2.4.3 Мережний насос	38
2.5. Паливо та паливоподача.	39
2.5.1 Паливо.....	39
2.5.2 Паливоподача.	43
2.6. Опалення та вентиляція	47
2.6.1 Опалення	47
2.6.2 Вентиляція	47
2.7. Оцінка впливу на навколишнє середовище.	48
3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ, АСУ КОТЕЛЬНОЇ.....	52
3.1 Загальні положення.	52
3.2 Автоматизація технологічного обладнання.	53
3.2.1 Захист обладнання.....	53

					КП.МД.24.144.2141.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент	Ткаченко				Реконструкція системи теплопостачання міста Рівне з облаштуванням котельень на альтернативному паливі	Стадія	Аркуш
Керівник	Сірий					МДп	1
П. контр.						Аркушів	
Н. контр.	Абдулін					90	
Зав. каф.	Черноусенко					НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», ННІ АТЕ, каф. ТЕА	

3.2.2	Сигналізація	53
3.2.3	Автоматичне регулювання.....	54
3.2.4	Контроль	54
3.3	Автоматизація насосних установок.....	55
3.4	Автоматика безпеки.	56
3.5	Технічні вказівки з монтажу.	56
4.	ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ.....	57
4.1	Загальні дані	57
4.2	Основні показники по проекту	57
4.3	Електропостачання.....	58
4.4	Мережі 0,4 кВ	58
4.5	Облік електричної енергії	58
4.6	Захисні заходи	59
4.7	Система захисного заземлення.....	60
4.8	Освітлення	60
4.9	Захист від статичної електрики	61
4.10	Блискавкозахист.	61
5.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ..	63
5.1.	Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації спроектованого обладнання.....	64
5.1.1	Технічні рішення	64
5.1.2	Організація експлуатації	67
5.1.3.	Електропостачання	71
5.2	Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії.....	74
5.2.1	Параметри мікроклімату в приміщенні котельної.....	74
5.2.2	Склад повітря робочої зони	75
5.2.3	Виробниче освітлення	76
5.2.4	Захист, персоналу від виробничого шуму	76
5.2.5	Захист від виробничих вібрацій.....	77
5.2.6	Виробничі випромінювання.....	78

					КПІ.МД.24.144.2141.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент	Ткаченко				Реконструкція системи теплопостачання міста Рівне з облаштуванням котелень на альтернативному паливі	Стадія	Аркуш
Керівник	Сірий					МДп	2
П. контр.						Аркушів	
Н. контр.	Абдулін					90	
Зав. каф.	Черноусенко					НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», ННІ АТЕ, каф. ТЕА	

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	79
5.3.1 Технічні рішення та організаційні заходи щодо запобігання аварійних ситуацій.....	79
5.3.2 Обов'язки та дії персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій .	80
5.3.3 Вимоги щодо організації оповіщення у разі виникнення надзвичайної ситуації.....	81
5.3.4 Пожежна безпека	82
6. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ	85
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	89

					КПІ.МД.24.144.2141.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Ткаченко			Реконструкція системи теплопостачання міста Рівне з облаштуванням котелень на альтернативному паливі	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Сірий				МДп	3	90
П. контр.						НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», ННІ АТЕ, каф. ТЕА		
Н. контр.		Абдулін						
Зав. каф.		Черноусенко						

ВСТУП

Україна задекларувала свою свідому участь у глобальній політиці, спрямованій на сталий розвиток та зменшення шкідливого впливу на довкілля. Серед цілей цієї політики важливе місце займають заходи по широкому використанню відновлювальних джерел енергії (ВДЕ). Постійне зростання цін на викопне паливо призводить до того, що енергетичне використання альтернативних палив стає одним із головних напрямків на шляху до підвищення ефективності в енергетиці.

Враховуючи цілі сталого розвитку, Урядом країни було прийнято та наразі реалізується Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Передбачаються зміни у підходах до формування енергетичної політики держави: мінімізується домінування одного з видів виробництва енергії або джерел та/або шляхів постачання палива; зменшується залежність від палива, що постачається із-за кордону. Разом з цим віддається перевага підвищенню енергоефективності й використанню енергії із альтернативних видів палива.

Альтернативні види палива – тверде, рідке та газове паливо, яке є альтернативою відповідним традиційним видам палива і яке виробляється або видобувається з нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини. Це, зокрема, відходи – шлаки та відходи промисловості, сільського господарства, комунально-побутових та інших підприємств, які можуть бути джерелом або сировиною для видобутку чи виробництва альтернативних видів палива. Для таких видів палива використовують низку видів енергетичної сировини. Це, в тому числі, і сировина рослинного походження, відходи, тверді горючі речовини, інші природні і штучні джерела та види енергетичної сировини.

Варто розуміти, що паливо визначається альтернативним, якщо воно повністю виготовлене або ж видобуте з нетрадиційних та поновлювальних джерел і видів енергетичної сировини. Також до альтернативних видів палива належать суміші традиційного палива з альтернативним. Загалом, альтернативне

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

паливо поділяють на три різновиди: рідке, газове та тверде.

Впродовж багатьох десятиліть основними джерелами тепло/електроенергії були такі види викопного палива як вугілля, нафта і газ. Однак при їх спалюванні відбувається викид в атмосферу парникових газів, які призводять до зміни клімату та негативно впливають на добробут людей і довкілля. На енергетику припадає близько 60 % від загального обсягу глобальних викидів парникових газів. Зниження інтенсивності викидів вуглецю в енергетиці є ключовим завданням для досягнення довгострокових цілей у сфері боротьби зі зміною клімату.

Країни світу прискорюють перехід до недорогої, надійної і збалансованої енергетичної системи, інвестуючи у відновлювані джерела енергії, надаючи пріоритет енергозберігаючій практиці, а також використовуючи технології та інфраструктуру, що засновані на чистій енергії. Одним з джерел такої енергії являється біомаса. На сьогоднішній день вона служить альтернативою традиційному паливу – нафтопродуктам, газу, вугіллю. Для прикладу, у Європі 20-25 % енергії первинної генерації забезпечує біомаса. Як стверджують експерти, Україна за цим показником легко могла б дати фору своїм європейським партнерам і отримувати, фактично, половину необхідної енергії від біомаси. За даними 2018 року біоенергетика замістила 4 млрд м³ природного газу (при цьому не потрапило в атмосферу близько 8 млн. тон CO₂). А за прогнозами біомаси в Україні достатньо, щоб замінити весь імпорту газу та вугілля.

Враховуючи можливості України по виробництву біомаси, актуальним для багатьох областей національної економіки, особливо енергетичного сектору, являється перехід з традиційних видів палива на біомасу.

Біомаса – відновлювальне джерело енергії. Поняття «біомаса» відноситься до всіх матеріалів рослинного походження, які можуть бути використані для отримання енергії, включаючи: деревину, трави, рослинні та деревні відходи, гній великої рогатої худоби та свиней, біогаз та багато іншого.

Енергія біомаси має суттєві переваги у порівнянні з викопними видами

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

палива та поруч з іншими відновлювальними джерелами енергії, забезпечуючи енергопостачання, підвищення рівня життя та добробуту. Енергетичні системи на основі біомаси являють собою потенційний механізм, що сприяє сталому розвитку та охороні навколишнього середовища.

Серед основних переваг палива на біомасі слід відмітити:

- високу відновлювальність;
- повсюдну доступність, навіть у віддалених областях: паливо з біомаси доступно всюди, де ростуть дерева і сільськогосподарські культури, а також перероблюються продовольчі продукти та волокна;
- ресурс, що використовується за необхідності: біомаса являє собою джерело паливної енергії, що піддається зберіганню, який у будь-який момент можна використати у цілях енергопостачання, на відміну від інших відновлюваних джерел енергії, що характеризуються нерегулярністю та/або сезонністю;
- універсальність: біомаса являється потенційним джерелом всіх основних енергоносіїв – рідини, газу, тепла та електроенергії;
- відсутність впливу на клімат: біомаса CO₂-нейтральна і при умові екологічно раціонального отримання і спалювання енергія біомаси не викликає кліматичних змін та парникових газів, та практично повністю виключається викид шкідливих речовин;
- відносно низьку зольність при спалюванні (до 3% від маси);
- практична відсутність сірки та азоту в продуктах згоряння;
- більш стійка ціна на біомасу у порівнянні з викопним паливом;
- більш низькі затрати на зберігання палива (не потребує спеціальних споруд та шляхопроводів);
- може зберігатись в безпосередній близькості від житлових приміщень;
- не виділяє неприємного запаху при зберіганні та в процесі спалювання;
- характеризуються мінімальним ризиком самозаймання, вибухів, витікання при транспортуванні;
- не розкладається при тривалому зберіганні.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Серед біопалива найбільшу частку (близько 90%) займає тверде біопаливо.

Тверде біопаливо це:

- деревина та відходи деревообробних підприємств (тріска, тирса, стружка);
- торф;
- відходи харчових та аграрних підприємств (солома, відходи кукурудзи, відходи соняшника та ін.);
- волоконні рослинні відходи виробництва целюлози для виготовлення паперу.

Серед твердого біопалива близько 50% займає деревина та її продукти (дрова, тріска, пелети). Дрова в основному використовуються для опалення домашніх господарств та в котельнях невеликої потужності. Для комерційного та промислового теплопостачання використовуються тріска та пелети, оскільки дрібнофракційні відходи деревної промисловості чудово «вживаються» з лініями автоматичної подачі палива, що є ідеальним варіантом для автономної роботи твердопаливної котельні.

У багатьох випадках (особливо при великій потужності) перевага надається трісці, оскільки вона має вигідну ціну, велику доступність та запаси, простоту зберігання та більшу варіативність у виборі систем паливоподачі.

Саме деревна тріска була вибрана у якості палива для будівництва трьох котелень у м. Рівне. Будівництво проводиться у рамках реконструкції теплопостачання м. Рівне для здешевлення виробництва тепла та збільшення автономності системи теплопостачання шляхом зменшення залежності від палива, що постачається із-за кордону. В рамках реконструкції влаштовуються три котельні потужністю 20МВт кожна. Тріска була вибрана у якості палива через велику її доступність для Рівненської області, низьку ціну тріски та її зберігання, можливість улаштування автоматизованої паливоподачі на таку потужність, екологічну чистоту порівняно з іншими видами палива.

У даній роботі розрахунки будуть проведені для котельні по вул. Князя Володимира, 75Б.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

1.1. Вступ

Техніко-економічне обґрунтування проєкту модернізації теплопостачання м. Рівне виконано:

- для задоволення соціальних потреб населення і вимог ринкової економіки в частині надійного, автономного, якісного, екологічно чистого і безпечного теплопостачання;
- інвестиційної привабливості рішень і максимально швидкої самоокупності рекомендованих варіантів.

Реалізація проєкту передбачає передачу та перерозподіл теплових навантажень від котлів, що працюють на природному газі, на нововстановлені котли, що працюють на деревній трісці.

Створення нового енергоджерела на тирсі дає можливість ефективно заміщати імпортоване паливо (природний газ), що крім зниження собівартості виробленої енергії дозволяє скоротити витрати на утримання джерела тепла.

Мета проєкту:

- підвищення надійності теплопостачання району
- зменшення витрати газу на виробництво теплової енергії
- використання альтернативного палива (тріски)
- підвищення ефективності використання теплової енергії
- зниження викидів шкідливих речовин у атмосферу.

Таким чином, реалізація модернізації дозволить щорічно заощаджувати на закупівлі природного газу.

1.2. Короткий опис обстежуваного підприємства

Товариство з обмеженою відповідальністю «Рівнетеплоенерго» експлуатує в м.Рівне 37 котелень, 76 центральних теплових пункти, 49 індивідуальних теплових пунктів та 201,48 км теплових мереж у двотрубному виконанні, встановлена потужність 746,285 Гкал/год.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На даному прикладі проведемо техніко-економічний розрахунок реконструкції котельні по вул. Князя Володимира, 75Б.

Котельня має встановлену потужність 164,1 Гкал/год. Котельня опалює 136 житлових будинків, 6 дитячих садочка, 12 шкіл та лікарню які знаходяться переважно в центральній частині міста. Підключене навантаження складає 50,51 Гкал/год, з них 44,45 Гкал/год йде на потребу опалення та 6,06 Гкал/г на потреби гарячого водопостачання. Температурний графік котельні 115 - 70°C. Також котельня за допомогою парових турбін виробляє електричну енергію, яка йде на потреби котелень підприємства, зайву електричну енергію відають до центральної електричної мережі.

Котельня пароводогрійна. В приміщенні котельні встановлені парові котли типу Б-25-15-ГМ — 4 шт. (котел №7 знаходиться в неробочому стані), водогрійні: ТВГМ-30 — 2 шт. (котел №1 знаходиться в неробочому стані), ПТВМ-30 — 1 шт. Котли Б-25-15-ГМ (3 шт.) експлуатуються більше 35 років, при гарантійному терміні експлуатації 20 років, тобто відпрацювали майже два терміни.

В 2004 р. було виконано модернізацію парових котлів та збільшено робочий тиск з 1,7 до 2,4МПа, паропродуктивність з 25 до 28 тон/год та розрахункову температуру з 350 до 380°C.

Котли мають фізичний знос тому не виключено, що при наступному діагностуванні котли можуть бути заборонені до експлуатації.

Котли ТВГМ-30 та ПТВМ-30 встановлені в котельні та використовуються для компенсації пікового навантаження системи опалення, або як резервне джерело для системи опалення.

На кожному котлі ТВГМ-30 встановлено морально застарілі пальники типу РГМГ, які не мають якісного регулювання та мають підвищене споживання палива.

В котельні встановлені мережні насоси: 3В 200/2 – 2 шт. електропотужністю 200 кВт, продуктивністю – 400м³/год, напір – 1,05 МПа; 200Д/60 - 2 шт. електропотужністю 250 кВт, продуктивністю – 400м³/год, напір – 1,05 МПа. На насосах встановлені частотні перетворювачі

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В котельні для створення газоповітряної суміші для кожного котлу використовуються вентилятори типу ВДН-12, потужність електродвигунів - 200 кВт. Частотні перетворювачі наявні.

В якості димососів використовуються ДН-12, потужність електродвигунів - 55 кВт. Частотні перетворювачі наявні.

1.3. Вихідні дані для розрахунку

Вхідними даними розрахунку є:

- поточна конструктивна реалізація котельні;
- топологічне та інфраструктурне розташування об'єкту;
- поточний технічний стан тепло-генеруючих агрегатів;
- статистичне значення відпуску тепла за 2019-2020 опалювальний сезон;
- перспективне підвищення теплового навантаження котельні.

Для розрахунку візьмемо наступні значення:

- $T_c=182$ [діб] – середня тривалість опалювального періоду;
- $N_c=13,9$ [МВт] – середня теплова потужність котельні в опалювальний період;
- $Q_g=33,5$ [МДж/(нм³)] – розрахункова калорійність газу;
- $Q_t=10,13$ [МДж/кг] – розрахункова калорійність твердого палива;
- $\eta_g=89$ [%] - ККД при роботі обладнання на природному газі;
- $\eta_t=86$ [%] - ККД при роботі обладнання на твердому палеві;
- $C_g=8\,708,4$ [грн/(1000 нм³)] – розрахункова вартість газу;
- $C_t=875$ [грн/тону] – розрахункова вартість твердого палива.

Необхідний тепловий потік по споживачах централізованого теплопостачання за умови 100% покриття потреб споживання згідно з сезонною генерацією складає 70 024 Гкал за сезон, згідно статистичних даних.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Розрахунок терміну окупності

Витрата газового палива:

$$G_{\Gamma} = \frac{N_c}{\eta_{\Gamma} \cdot Q_{\Gamma}}; \quad (1.1)$$
$$G_{\Gamma} = \frac{13,9}{0,89 \cdot 33,5} = 0,46 \left[\frac{\text{НМ}^3}{\text{с}} \right] = 1656 \left[\frac{\text{НМ}^3}{\text{год}} \right] = 39,74 \left[\frac{\text{Тис НМ}^3}{\text{добу}} \right].$$

Витрата твердого палива:

$$G_{\text{Т}} = \frac{13,9}{0,86 \cdot 10,13} = 1,59 \left[\frac{\text{КГ}}{\text{с}} \right] = 5744 \left[\frac{\text{КГ}}{\text{год}} \right] = 137,9 \left[\frac{\text{ТОН}}{\text{добу}} \right].$$

Фінансові затрати на газове паливо за добу:

$$З_{\Gamma} = G_{\Gamma} \cdot Ц_{\Gamma} \quad (1.2)$$
$$З_{\Gamma} = 39,74 \cdot 8\,708,4 = 346\,106 \left[\frac{\text{грн}}{\text{добу}} \right].$$

Фінансові затрати на тверде паливо за добу:

$$З_{\text{Т}} = 137,9 \cdot 875 = 120\,623 \left[\frac{\text{грн}}{\text{добу}} \right].$$

Фінансові затрати на газове паливо за сезон:

$$З_{\Gamma\text{с}} = З_{\Gamma} \cdot T_{\text{с}} \quad (1.3)$$
$$З_{\Gamma\text{с}} = 346\,106 \cdot 182 = 62\,991\,410 \left[\frac{\text{грн}}{\text{сезон}} \right].$$

Фінансові затрати на тверде паливо за сезон:

$$З_{\text{Тс}} = 120\,623 \cdot 182 = 21\,953\,313 \left[\frac{\text{грн}}{\text{сезон}} \right].$$

В якості альтернативи газовим котлам пропонується встановлення твердопаливної котельні потужністю 20 МВт разом з автоматичною системою паливоподачі.

Попередня вартість устаткування та робіт складає:

№ з/п	Найменування робіт та матеріалів	Вартість, грн. з ПДВ
1	Котельна Установка Модульна КУМ.Р-Вт20.0 (без котлів)	8 550 000,00
2	Котел твердопаливний Ardenz TM 10000-150 (16 bar, 10000 кВт) – 2 шт.	19 997 040,00
3	Грейферна система подачі палива з операційним складом палива	5 820 000,00
4	Буферна ємкість 30 м ³ – 2 шт.	2 000 000,00
5	Інженерні мережі	1 920 000,00
6	Димові труби – 2шт	2 200 000,00
7.	Проектні роботи	180 000,00
Загалом:		41 267 040,00

Для розрахунку використовувалось програмне забезпечення ENSI Profitability.

Використовувались наступні вихідні данні:

- номінальна ставка дисконтування – $n_r=15,5\%$
- індекс інфляції – $b=8,0\%$

Реальна ставка дисконтування (номінальна ставка дисконтування, скоригована на інфляцію) визначається за формулою

$$r = \frac{n_r - b}{1 + b}. \quad (1.4)$$

$$r = \frac{0,155 - 0,08}{1 + 0,08} = 0,069 = 6,9\%.$$

Розрахунок різниці вартості газу та твердого палива за сезон:

$$P_{\Pi} = Z_{гс} - Z_{тс} \quad (1.5)$$

$$P_{\Pi} = 62\,991\,410,00 - 21\,953\,313,00 = 41\,038\,096,00 \text{ грн}$$

ЕЕ Потенціал – ТЕО					
Котельня по вул. Князя Володимира, 75 Б					
ЕЕ Заходи	Інвестиції, І	Чиста економія, В		Окупність	NPVQ*
	Грн.	[кВт/рік]	[Грн/рік]	Т _{ок} [роки]	
Встановлення окремого модуля з твердопаливними котлами	41 267 040,00	43 913 009,00	41 038 096,00	1,0	6,02

* базована на 6,9% реальної ставки дисконтування

Період окупності визначається за формулою

$$T_{ок} = \frac{I}{B}, \quad (1.6)$$

де І – інвестиції, грн;

В – чиста річна економія, грн.

$$T_{ок} = \frac{41\,267\,040}{41\,038\,096} = 1,006 \text{ рік.}$$

Згідно розрахунку потенціал енергозбереження при впровадженні даного заходу високий, термін окупності проєкту складає **1,0 рік**.

При цьому чиста приведена вартість проєкту становить

$$NPV = B \cdot \frac{1 - (1+r)^{-n}}{r} - I, \quad (1.7)$$

де n=10 – економічний строк служби, років.

$$NPV = 41\,038\,096 \cdot \frac{1 - (1 + 0,069)^{-10}}{0,069} - 41\,267\,040 = 2.483 \cdot 10^8 \text{ грн.}$$

А коефіцієнт чистої приведеної вартості

$$NPVQ = \frac{NPV}{I} \quad (1.8)$$

$$NPVQ = \frac{2.483 \cdot 10^8}{41\,267\,040} = 6.02.$$

Таким чином, пропонована модернізація котельні має високу економічну доцільність в широкому полі змін вхідних економіко-технічних характеристик палив, що розглядаються:

- Близько ±30% для вартості газу;
- Близько ±50% для вартості твердого палива;

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- Близько $\pm 30\%$ для калорійності твердого палива;

Високу економічну доцільність має варіант будівництва в одну чергу котельні з двома котлами 10 МВт кожен. Головними недоліками такого варіанту є неможливість підключення додаткового теплового навантаження та відсутність резервного котла при роботі у пікових режимах, що в перспективі унеможливить використання котельні у статусі «основної».

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕПЛОМЕХАНІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Загальні положення.

Проектом передбачено будівництво твердопаливної котельні потужністю 20МВт. Котельня являється резервним джерелом теплопостачання.

Місце розташування котельні: вул. Князя Володимира, 75Б, м. Рівне.

Паливо – деревна тріска.

По надійності відпуску тепла котельня відноситься до другої категорії.

Категорія приміщення котельні з вибухової, вибухопожежної та пожежної безпеки – "Г".

Котельня являється окремо розташованою.

Проект розроблений для умов будівництва з розрахунковими температурами зовнішнього повітря, що прийняті згідно ДСТУ -Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»:

- розрахункова температура найбільш холодної п'ятиденки (-21°C);
- середня температура найбільш холодного місяця ($-4,6^{\circ}\text{C}$);
- середня температура опалювального періоду ($0,1^{\circ}\text{C}$);
- тривалість опалювального сезону - 182 діб.

Температурний режим роботи котельні становить:

- $T_1 = 115^{\circ}\text{C}$, $T_2 = 70^{\circ}\text{C}$; $P_1 = 7$ Бар, $P_2 = 2$ Бар.

В якості теплогенеруючого обладнання використовується котел:

- 1) фірми БЗКО – ТМР-10000-150, 10000кВт, 2шт з механізованою подачею палива.

Робота котельні передбачена з постійним обслуговуючим персоналом.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Теплові навантаження.

2.2.1 Режим споживання теплоносія

- опалення, $Q_o^{\max} = 20$ МВт: вода 115-70°C (24 год./добу, 182 днів на рік).

2.2.2 Виробіток тепла котельнею згідно режиму споживання

1) витрата тепла на опалення

а) середнє навантаження за опалювальний період, МВт

$$Q_o^{\text{cp}} = Q_o^{\max} \times \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{cp.o}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{p.o}}}, \quad (2.1)$$

де $t_{\text{вн}}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря опалювальних будівель, °C;

$t_{\text{cp.o}}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, °C;

$t_{\text{p.o}}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря за опалювальний період, °C.

$$Q_o^{\text{cp}} = 20 \times \frac{22 - 0,1}{22 - (-21)} = 10,2 \text{ МВт.}$$

б) Річне навантаження

$$Q_o^{\text{рік}} = Q_o^{\text{cp}} \times T \times N, \quad (2.2)$$

де T – кількість годин на добу, год;

N – тривалість опалювального періоду, діб.

$$Q_o^{\text{рік}} = 10,2 \times 24 \times 182 = 44492,6 \frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}} = 38263,7 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}} = 160210 \frac{\text{ГДж}}{\text{рік}}$$

2) Число годин використання встановленої потужності на рік.

$$N = \frac{Q_o^{\text{рік}}}{Q_{\text{кот}}^{\max}}, \quad (2.3)$$

де $Q_{\text{кот}}^{\max}$ - встановлена потужність котельні, МВт.

$$N = \frac{44492,6}{20} = 2224,6 \frac{\text{год}}{\text{рік}}.$$

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Теплова схема котельні

2.3.1. Опис теплової схеми

Котельнею передбачається виробництво мережної води в режимі 115-70°C на опалення. Котельня працює як резервне джерело теплопостачання і вироблене тепло направляє в існуючу газову котельню. Схема котельні складається з трьох контурів. Перший контур: котли – буферна ємність (2шт. по ємністю 30м³), яка встановлюється для акумуляції тепла від котлів, а також служить для скидання тепла від котлів у випадку аварії. Циркуляція в контурі «котел - буферна ємність» здійснюється насосом котла.

Другий контур: буферна ємність – теплообмінник (2шт. по 12МВт), який встановлюється для розділення мережі існуючої котельні та нової щоб усунути негативний гідравлічний вплив мережі існуючої котельні, а також запобігти забрудненню контуру нової котельні від існуючих мереж. Циркуляція в контурі «буферна ємність – теплообмінник» здійснюється мережними насосами, встановленими на подаючому трубопроводі. Мережних насоса встановлено 3шт. - 2 робочі (по 50% витрати) та 1 резервний. Така кількість насосів вибрана для того, щоб зберегти номінальну витрату теплоносія через котел у випадку роботи одного котла.

Третій контур: теплообмінник – існуюча котельня. На цьому контурі встановлено лише теплолічильник комерційного обліку. Циркуляція в контурі «теплообмінник – існуюча котельня» здійснюється мережними насосами в існуючій котельні, встановленими на зворотному трубопроводі.

Принцип роботи схеми наступний: котли нагрівають теплоносії у буферній ємності, з якої далі теплоносії передає своє тепло через теплообмінники у мережу існуючої котельні.

Погодозалежне регулювання температури теплоносія здійснюється в існуючій котельні.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На котлах передбачений вузол змішування для підігріву зворотньої води на вході в котел за допомогою триходового крану. Також передбачено облік витрати води через котли.

Згідно паспортних даних котли розраховані на максимальний тиск води в системі не вище 1,6 МПа.

Приготування води для підживлення та підживлення тепломереж відбувається в існуючій котельні. Заповнення та підживлення тепломереж нової котельні здійснюється шляхом від зворотного трубопроводу існуючої котельні в зворотний трубопровід нової котельні.

Теплова схема котельні оснащена необхідними контрольно-вимірювальними приладами, засобами автоматизації та регулювання (детально описані в розділі «Автоматизація»).

Для визначення складу димових газів на газоходах після котлів передбачається закладна деталь для підключення переносного газоаналізатора (передбачений в розділі «Автоматизація»).

Категорія трубопроводів у відповідності з НПАОП 0.00-1.81-18 відносяться до IV категорії I-ї групи. Розрахунковий строк служби для трубопроводів відповідає терміну експлуатації нагрівачів і становить 20 років.

2.3.2. Розрахунок теплової схеми

2.3.2.1 Вихідні дані для розрахунку наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунку теплової схеми котельні

Величина	Позначення	Одиниця	Розрахункові режими					Примітки
			I	II	III	IV	V	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Температура зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	°C	-21	-4,6	0,1	6,778	—	згідно ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010
2 Температура повітря всередині опалювальних будівель	$t_{\text{вн}}$	°C	22					

Величина	Позначення	Одиниця	Розрахункові режими					Примітки
			$\bar{I}$	$\bar{II}$	$\bar{III}$	$\bar{IV}$	$\bar{V}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3 Максимальний відпуск теплоти на опалення та вентиляцію	$Q_{\text{о.в.}}^{\text{max}}$	МВт	20	—				З розрахунку теплових навантажень
4 Середній відпуск теплоти на гаряче водопостачання за добу найбільшого водоспоживання	$Q_{\text{гвс ср.}}$	МВт	-	—				
5 Вид палива			деревні пелети					
6 Максимальна температура прямої мережної води	$t_{1,\text{max}}$	°C	115	—				Задається
7 Мінімальна температура прямої мережної води в точці злому її графіку	$t_{1,\text{зл}}$	°C	—			70	—	
8 Максимальна температура поворотної мережної води	$t_{2,\text{max}}$	°C	70	—				
9 Температура сирої води з водопровідної мережі	T_1	°C	5				15	
10 Об'єм води в системі теплопостачання відносно сумарного відпуску теплоти на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання	$g_{\text{сист}}$	кг/МВт	65000					Згідно ДБН в.2.5-39:2008
11 Коефіцієнт власних витрат ХВО	$K_{\text{в.п. ХВО}}$		1,2					Задається
12 Коефіцієнт внутрішньокотельних втрат	$K_{\text{втр}}$		0,02					
13 Максимальний відпуск теплоти на ГВП	$Q_{\text{г.в.}}^{\text{max}}$	МВт	-	—				
14 Коефіцієнт зниження витікань води в системі теплопостачання	$K_{\text{вит}}$	-	1				0,5	
15 Температура мережної води на вході в котел	$t_{\text{вк}_2}$	°C	70					Задається
16 Номінальна теплопродуктивність одного водогрійного котла	$Q_{\text{к}}^{\text{ном}}$	МВт	10,0					

2.3.2.2 Розрахунок теплової схеми котельні

1) Температура зовнішнього повітря в точці злому температурного графіка мережної води

$$t_{з.зл} = t_{вн} - 0,354(t_{вн} - t_{ро}), \quad (2.4)$$

де $t_{вн}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С;

$t_{р.о.}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення, °С.

$$t_{з.зл} = 22 - 0,354(22 - (-21)) = 6,778^{\circ}\text{C}.$$

2) Коефіцієнт зниження витрати теплоти на опалення та вентиляцію в залежності від температури зовнішнього повітря

$$k_{ов} = \frac{t_{вн} - t_{з}}{t_{вн} - t_{ро}}, \quad (2.5)$$

де $t_{з}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С;

а) Режим I – максимальний зимовий режим з розрахунковою температурою зовнішнього повітря $t_{р.о}$

$$k_{ов} = \frac{22 - (-21)}{22 - (-21)} = 1.$$

б) Режим II – режим із середньою температурою найбільш холодного місяця $t_{ср.х.м}$

$$k_{ов} = \frac{22 - (-4,6)}{22 - (-21)} = 0,618.$$

в) Режим III – режим із середньою температурою зовнішнього повітря за опалювальний період $t_{ср.о}$

$$k_{ов} = \frac{22 - (0,1)}{22 - (-21)} = 0,509.$$

г) Режим IV – режим із середньою температурою зовнішнього повітря в точці зламу температурного графіка мережної води $t_{з.зл}$

$$k_{ов} = \frac{22 - 6,678}{22 - (-21)} = 0,356.$$

3) Розрахунковий відпуск теплоти на опалення та вентиляцію

$$Q_{ов} = Q_{ов}^{\max} \cdot k_{ов}, \quad (2.6)$$

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $Q_{o.6}^{\max}$ – максимальний відпуск теплоти на опалення та вентиляцію, кВт.

а) Режим I

$$Q_{ov} = 20000 \cdot 1 = 20000 \text{ кВт.}$$

б) Режим II

$$Q_{ov} = 20000 \cdot 0,618 = 12360 \text{ кВт.}$$

в) Режим III

$$Q_{ov} = 20000 \cdot 0,509 = 10180 \text{ кВт.}$$

г) Режим IV

$$Q_{ov} = 20000 \cdot 0,356 = 7120 \text{ кВт.}$$

4) Температура прямої мережної води на виході із котельні

$$t_1 = 18 + 64,5k_{ov}^{0.8} + 32,5k_{ov}. \quad (2.7)$$

а) Режим I

$$t_1 = 18 + 64,5 \cdot 1^{0.8} + 32,5 \cdot 1 = 115^\circ \text{C.}$$

б) Режим II

$$t_1 = 18 + 64,5 \cdot 0,618^{0.8} + 32,5 \cdot 0,618 = 82^\circ \text{C.}$$

в) Режим III

$$t_1 = 18 + 64,5 \cdot 0,509^{0.8} + 32,5 \cdot 0,509 = 72,1^\circ \text{C.}$$

г) Режим IV

$$t_1 = 70^\circ \text{C.}$$

5) Температура зворотної мережної води після опалення та вентиляції

$$t_2^{0.B} = t_1 - 45 \cdot k_{ov}. \quad (2.8)$$

а) Режим I

$$t_2^{0.B} = 115 - 45 \cdot 1 = 70^\circ \text{C}$$

б) Режим II

$$t_2^{0.B} = 82 - 45 \cdot 0,618 = 54,2^\circ \text{C.}$$

в) Режим III

$$t_2^{0.B} = 72,1 - 45 \cdot 0,509 = 49,2^\circ \text{C.}$$

г) Режим IV

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_2^{0.B.} = 70 - 45 \cdot 0,356 = 54^{\circ}C.$$

б) Розрахункова витрата мережної води на опалення та вентиляцію

$$G_{o.в} = \frac{Q_{ог}}{C_{\theta}(t_1 - t_2^{o.в.})}. \quad (2.9)$$

а) Режим I

$$G_{o.в} = \frac{20000}{4,19(115-70)} = 106,1 \text{ кг/с.}$$

б) Режим II

$$G_{o.в} = \frac{12360}{4,19(82-54,2)} = 106,1 \text{ кг/с.}$$

в) Режим III

$$G_{o.в} = \frac{10180}{4,19(72,1-49,2)} = 106,1 \text{ кг/с.}$$

г) Режим IV

$$G_{o.в} = \frac{7120}{4,19(70-54)} = 106,1 \text{ кг/с.}$$

7) Розрахункова витрата мережної води на виході з котельні для режимів I – IV

$$G_M = G_{o.в} = 106,1 \frac{\text{кг}}{\text{с.}}$$

8) Витрата води для підживлення на заповнення витікань в тепловій мережі (постійна для режимів I – IV)

$$G_{внт} = \frac{0,75}{100 \cdot 3600} \cdot Q_{ог} \cdot g_{сист} \cdot K_{внт}, \quad (2.10)$$

де $g_{сист}$ - питомий об'єм води в системі теплопостачання відносно сумарного сумарного відпуску теплоти на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання, кг/МВт.

$$G_{внт} = \frac{0,75}{100 \cdot 3600} \cdot 20 \cdot 65 \cdot 10^3 \cdot 1 = 2,7 \text{ кг/с.}$$

9) Витрата зворотної мережної води на вході в котельню для режимів I – IV

$$G_{M.зв} = G_M - G_{внт}; \quad (2.11)$$

$$G_{M.зв} = 106,1 - 2,7 = 103,4 \text{ кг/с.}$$

10) Необхідна кількість водогрійних котлів з округленням до найближчого більшого цілого числа

Встановлюємо котли типу ТМР-10000 фірми «БЗКО» потужністю 10000кВт.

$$N_{\kappa}^{\text{в}} = \frac{Q_{o,\text{в}} + Q_{\text{вб}}}{Q_{\kappa}^{\text{ном}}}, \quad (2.12)$$

де $Q_{o,\text{в}}$ – розрахунковий відпуск теплоти на опалення та вентиляцію, кВт;

$Q_{\kappa}^{\text{ном}}$ - номінальна теплопродуктивність одного водогрійного котла (по даним заводу-виробника), кВт.

а) Режим I

$$N_{\kappa}^{\text{в}} = \frac{20000}{10000} = 2 \text{ шт.}$$

б) Режим II

$$N_{\kappa}^{\text{в}} = \frac{12360}{10000} = 1,23 \approx 2 \text{ шт.}$$

в) Режим III

$$N_{\kappa}^{\text{в}} = \frac{10180}{10000} = 1,01 \approx 2 \text{ шт.}$$

г) Режим IV

$$N_{\kappa}^{\text{в}} = \frac{7120}{10000} = 0,71 \approx 1 \text{ шт.}$$

11) Завантаження водогрійних котлів

$$k_{\text{зав}}^{\text{в}} = \frac{Q_{o,\text{в}}}{N_{\kappa}^{\text{в}} \cdot Q_{\kappa}^{\text{ном}}} \cdot 100. \quad (2.13)$$

а) Режим I

$$k_{\text{зав}}^{\text{в}} = \frac{20000}{2 \cdot 10000} \cdot 100 = 100\%.$$

б) Режим II

$$k_{\text{зав}}^{\text{в}} = \frac{12360}{2 \cdot 10000} \cdot 100 = 62\%.$$

в) Режим III

$$k_{\text{зав}}^{\text{в}} = \frac{10180}{2 \cdot 10000} \cdot 100 = 51\%.$$

г) Режим IV

$$k_{\text{зав}}^{\text{в}} = \frac{7120}{1 \cdot 1000} \cdot 100 = 71\%.$$

12) Витрата води, що пропускається крізь один водогрійний котел

$$G_{\text{в.к}} = \frac{Q_{\text{о.г}}^{\text{max}}}{C_B(t_{1\text{max}} - t_{2\text{max}})N_{\text{к}}^{\text{г}}}, \quad (2.14)$$

де $Q_{\text{о.г}}^{\text{max}}$ – розрахунковий відпуск теплоти на опалення та вентиляцію, кВт;

$t_{1\text{max}}$ – максимальна температура прямої мережної води (режим I), °C ;

$t_{2\text{max}}$ – максимальна температура зворотної мережної води (режим I), °C ;

$N_{\text{к}}^{\text{г}}$ – необхідна кількість водогрійних котлів, шт.

$$G_{\text{в.к}} = \frac{20000}{4,19(115-70) \cdot 2} = 53,05 \text{ кг/с.}$$

Одержане значення порівнюємо із номінальною витратою води через котел $G_{\text{к}}^{\text{ном}} = 53,05 \text{ кг/с.}$ Оскільки $G_{\text{в.к}} < G_{\text{к}}^{\text{ном}}$, то далі приймаємо $G_{\text{в.к}} = G_{\text{к}}^{\text{ном}} = 53,05 \text{ кг/с.}$

13) Витрата води, що пропускається через всі водогрійні котли

$$G_{\text{в.к}\Sigma} = N_{\text{к}}^{\text{г}} \cdot G_{\text{в.к}}. \quad (2.15)$$

а) Режими I, II, III

$$G_{\text{в.к}\Sigma} = 2 \cdot 53,05 = 106,1 \text{ кг/с.}$$

б) Режими IV

$$G_{\text{в.к}\Sigma} = 1 \cdot 53,05 = 53,05 \text{ кг/с.}$$

14) Температура мережної води на вході у водогрійні котли при спалюванні природного газу $t_{\text{в.к}2} = 70^\circ\text{C}$ (для всіх режимів).

15) Температура мережної води на виході із водогрійних котлів

$$t_{\text{в.к}1} = t_{\text{в.к}2} + \frac{Q_{\text{о.г}}}{C_B \cdot G_{\text{в.к}\Sigma}}. \quad (2.16)$$

а) Режим I

$$t_{\text{в.к}1} = 115^\circ\text{C}.$$

б) Режим II

$$t_{\text{в.к}1} = 70 + \frac{12360}{4,19 \cdot 106,1} = 97,8^\circ\text{C}.$$

в) Режим III

$$t_{\text{в.к}1} = 70 + \frac{10180}{4,19 \cdot 106,1} = 92,9^\circ\text{C}.$$

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

г) Режим IV

$$t_{в.к1} = 70 + \frac{7120}{4,19 \cdot 53,05} = 102^{\circ}\text{C}.$$

16) Температура зворотної мережної води перед насосами для режимів I – IV

$$t_3 = \frac{t_2^{o,6} G_{м.36} + T' G_{вум}}{G_{м}}, \quad (2.17)$$

де T' - температура води для підживлення ($T' = 5^{\circ}\text{C}$).

а) Режим I

$$t_3 = 70^{\circ}\text{C}.$$

б) Режим II

$$t_3 = \frac{54,2 \cdot 103,4 + 5 \cdot 2,7}{106,1} = 52,9^{\circ}\text{C}.$$

в) Режим III

$$t_3 = \frac{49,2 \cdot 103,4 + 5 \cdot 2,7}{106,1} = 48,1^{\circ}\text{C}.$$

г) Режим IV

$$t_3 = \frac{54 \cdot 103,4 + 5 \cdot 2,7}{106,1} = 52,8^{\circ}\text{C}.$$

17) Витрата води на рециркуляцію

а) Режим I

$$G_{рец} = G_{в.к\Sigma} - G_{м}, \quad (2.18)$$

$$G_{рец} = 106,1 - 106,1 = 0 \text{ кг/с}.$$

б) Режими II – IV

$$G_{рец} = G_{в.к\Sigma} \frac{t_{в.к2} - t_3}{t_{в.к1} - t_3}. \quad (2.19)$$

1) Режим II

$$G_{рец} = 106,1 \cdot \frac{70 - 52,9}{97,8 - 52,9} = 40,4 \text{ кг/с}.$$

2) Режим III

$$G_{рец} = 106,1 \cdot \frac{70 - 48,1}{92,9 - 48,1} = 51,9 \text{ кг/с}.$$

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) Режим IV

$$G_{\text{рец}} = 53,05 \cdot \frac{70-52,8}{102-52,8} = 18,5 \text{ кг/с.}$$

18) Витрата води крізь регулюючий перепуск

$$G_{\text{пер}} = G_{\text{м}} \frac{t_{\text{в.к1}} - t_1}{t_{\text{в.к1}} - t_3}. \quad (2.20)$$

а) Режим I

$$G_{\text{пер}} = 0.$$

б) Режим II

$$G_{\text{пер}} = 106,1 \cdot \frac{97,8-82}{97,8-52,9} = 37,3 \text{ кг/с.}$$

в) Режим III

$$G_{\text{пер}} = 106,1 \cdot \frac{92,9-72,1}{92,9-48,1} = 49,3 \text{ кг/с.}$$

г) Режим IV

$$G_{\text{пер}} = 106,1 \cdot \frac{102-70}{102-52,8} = 69 \text{ кг/с.}$$

19) Дійсна витрата води на виході із котельної

$$G_{\text{м}}^{\text{д}} = (G_{\text{в.к}\Sigma} - G_{\text{рец}}) + G_{\text{пер}}. \quad (2.21)$$

а) Режим I

$$G_{\text{м}}^{\text{д}} = 106,1 - 0 = 106,1 \text{ кг/с.}$$

б) Режим II

$$G_{\text{м}}^{\text{д}} = 106,1 - 40,4 + 37,3 = 103 \text{ кг/с.}$$

в) Режим III

$$G_{\text{м}}^{\text{д}} = 106,1 - 51,9 + 49,3 = 103,5 \text{ кг/с.}$$

г) Режим IV

$$G_{\text{м}}^{\text{д}} = 53,05 - 18,5 + 69 = 103,6 \text{ кг/с.}$$

20) Неузгодженість балансу

$$\delta G_M = \left| \frac{G_M^{\partial} - G_M}{G_M} \right| \cdot 100. \quad (2.22)$$

а) Режим I

$$\delta G_M = \left| \frac{106,1 - 106,1}{106,1} \right| \cdot 100 = 0\%.$$

б) Режим II

$$\delta G_M = \left| \frac{103 - 106,1}{106,1} \right| \cdot 100 = 2,9\%.$$

в) Режим III

$$\delta G_M = \left| \frac{103,5 - 106,1}{106,1} \right| \cdot 100 = 2,4\%.$$

г) Режим IV

$$\delta G_M = \left| \frac{103,6 - 106,1}{106,1} \right| \cdot 100 = 2,3\%.$$

Оскільки $\delta G_M \leq 3\%$, то розрахунки виконані з необхідною точністю.

Розрахунок теплової схеми котельні представлений в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку теплової схеми котельної

Найменування	Розрахунковий режим			
	Максимально зимовий I	Середній найбільш холодного місяця II	Середній опалювального періоду III	В точці злому температурного графіку IV
1	2	3	4	5
1 Температура зовнішнього повітря в точці злому температурного графіка мережної води $t_{н.зл.}, ^\circ\text{C}$	-	-	-	6.778
2 Коефіцієнт зниження витрати теплоти на опалення та вентиляцію в залежності від	1	0,618	0,509	0,356

Найменування	Розрахунковий режим			
	Максимально зимовий I	Середній найбільш холодного місяця II	Середній опалювального періоду III	В точці злому температурного графіку IV
1	2	3	4	5
температури зовнішнього повітря K_{OB}				
3 Сумарний відпуск теплоти на опалення та вентиляцію Q_{OB} , кВт	20000	12360	10180	7120
4 Температура прямої мережної води на виході із котельні t_1 , °C	115	82	72.1	70
5 Температура поворотної мережної води після опалення та вентиляції $t_2^{o.s}$, °C	70	54,2	49,2	54
6 Розрахункова витрата мережної води на опалення та вентиляцію $G_{o.g}$, кг/с	106,1	106,1	106,1	106,1
7 Розрахункова витрата мережної води на виході з котельні G_m , кг / с	106,1	106,1	106,1	106,1
8 Витрата води для підживлення на заповнення витікань в тепловій мережі G_{vit} , кг/с	2,7	2,7	2,7	2,7
9 Витрата зворотної мережної води на вході в котельню $G_{m.l}$, кг/с	103,4	103,4	103,4	103,4
10 Необхідна кількість водогрійних котлів з округленням до найближчого більшого цілого числа N_k^o , шт	2	2	2	1

Найменування	Розрахунковий режим			
	Максимально зимовий I	Середній найбільш холодного місяця II	Середній опалювального періоду III	В точці злому температурного графіку IV
1	2	3	4	5
11 Завантаження водогрійних котлів $k_{зав}^6, \%$	100	62	51	71
12 Витрата води, що пропускається крізь один водогрійний котел $G_{6,K}, \text{кг/с}$	53,05	53,05	53,05	53,05
13 Витрата води, що пропускається через всі водогрійні котли $G_{6,K\Sigma}, \text{кг/с}$	106,1	106,1	106,1	53,05
14 Температура мережної води на вході у водогрійні котли $t_{6,K2}, ^\circ\text{C}$	70	70	70	70
15 Температура мережної води на виході із водогрійних котлів $t_{6,K1}, ^\circ\text{C}$	115	97,8	92,9	102
16 Температура зворотної мережної води перед насосами $t_3, ^\circ\text{C}$	70	52,9	48,1	52,8
17 Дійсна витрата води на рециркуляцію $G_{рец}, \text{кг/с}$	0	40,4	51,9	18,5
18 Витрата води крізь регулюючий перепуск $G_{пер}, \text{кг/с}$	0	37,3	49,3	69
19 Дійсна витрата води на виході із котельної $G_M^0, \text{кг/с}$	106,1	103	103,5	103,6

2.4. Вибір основного обладнання

2.4.1 Котельна установка

Котельня оснащується твердопаливними водотрубними водогрійними котлами з похило-пересувним колосниковим полотном.

Трубна система котлоагрегатів розрахована на тиск до 16 бар та температуру теплоносія до 130⁰С. Всі конструктивні елементи поверхонь нагрівання виконані з умови повної компенсації всіх температурних напружень, що виникають при роботі.

Гранично допустиме підвищення надлишку повітря при збереженні номінальної теплової потужності – 3.

Технологія нахильно-пересувного колосникового полотна для спалювання твердого палива забезпечує максимальну надійність генерації та ресурс роботи обладнання.

Крім того, пропонована технологія спалювання забезпечує максимально широкий діапазон зміни характеристик палива, що використовується, а також можливість його зміни через вимоги економічної доцільності чи фізичної наявності.

З огляду на зазначене найбільш технічно оптимальним та економічно доцільним є реалізація проекту з котлами на рухливій похилій колосниковій решітці з водотрубним теплообмінником.

Котел складається з двох основних складових частин: водотрубний теплообмінник 1 (сам котел, в обшивці і теплоізоляції) і топка з рухомою колосниковою решіткою 2 (далі по тексту топка). Комплектується пристроєм подачі палива – плунжер 40 з проміжним бункером 38 (далі по тексту плунжер) і шафою керування. Бункер розташований з тильної сторони топки.

Теплообмінник являє собою зварну конструкцію, що об'єднує в собі конвективну частину 25, підйомну шахту 17, топковий блок 32. Конвективна частина 25 складається з змійовиків 34, стояків 35 і колекторів 36.

Топка 2 складається з рухомої колосникової решітки, плунжера подачі

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

палива, повітроводів первинного 14 і вторинного повітря 12, люків для огляду 7, автоматичного золовидалення 8.

Рухома колосникова решітка складеться з рухомих 33 і не рухомих 18 рядів колосників. Рухомі колосники розділені на три зони 20, 21, 22 і рухаються завдяки гідроциліндрам 42.

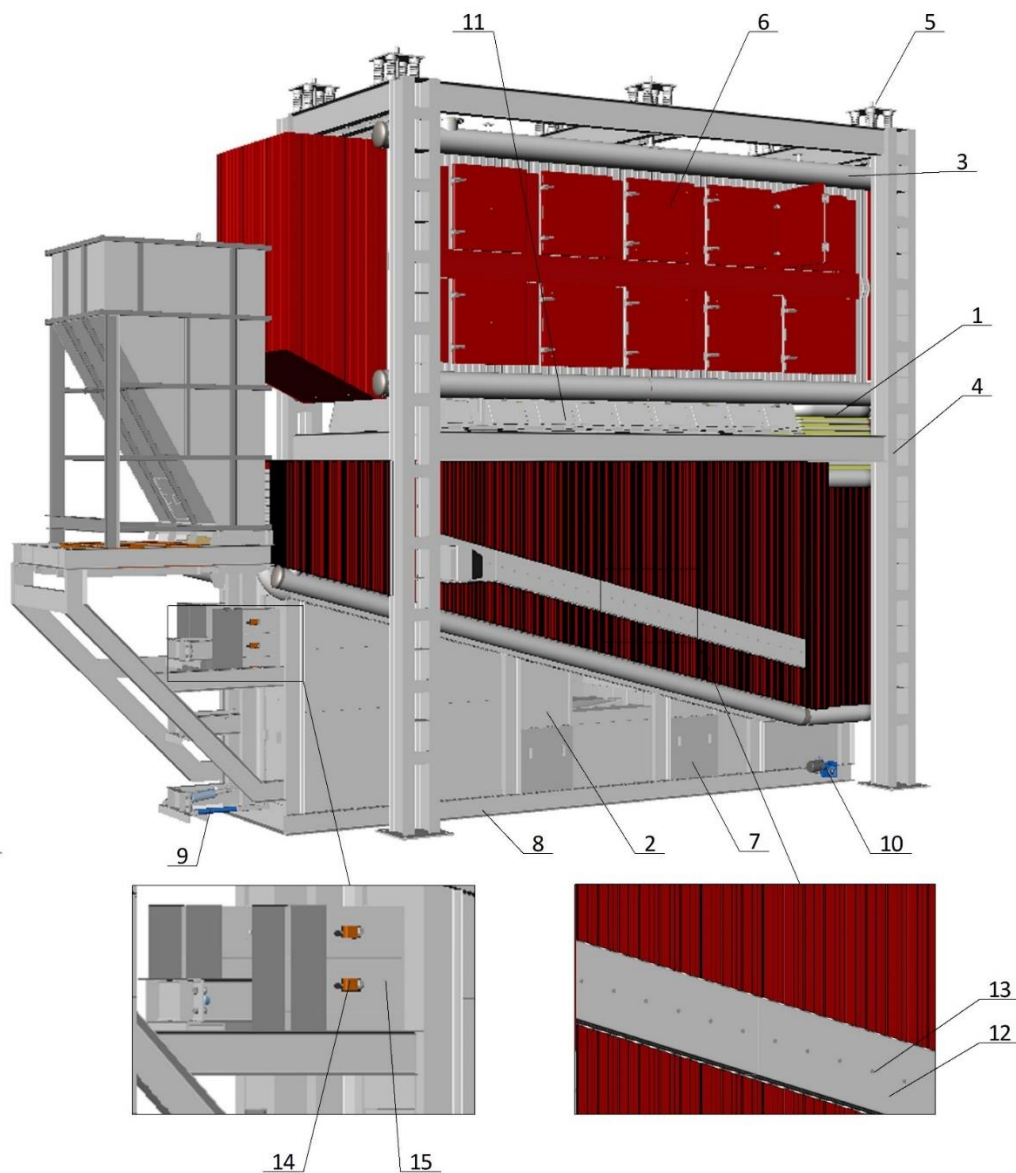


Рис.1 Котел водоگрійний ТМ 10000

1. Водотрубний теплообмінник; 2. Топка з рухомою колосниковою решіткою; 3. Трубопроводи в межах котла;
4. Каркас котла; 5. Підвісна система кріплення теплообмінника; 6. Двері для чистки конвективного пучка; 7. Люки для огляду топки; 8. Зольник з автоматичним видаленням золи; 9. Гідроциліндр золовидалення; 10. Мотор-редуктор золовидалення; 11. Люки для видалення золи з конвективної частини;
12. Короб вторинного повітря; 13. Заслінка для регулювання вторинного повітря;
14. Заслінка для регулювання первинного повітря; 15. Короб вторинного повітря

Патрубки для видалення повітря з котла розташовані в верхній частині котла. Схема розміщення показана на рис. 4.

Для видалення води з котла передбачена система дренажів. Схема розміщення дренажів показана на рис. 5.

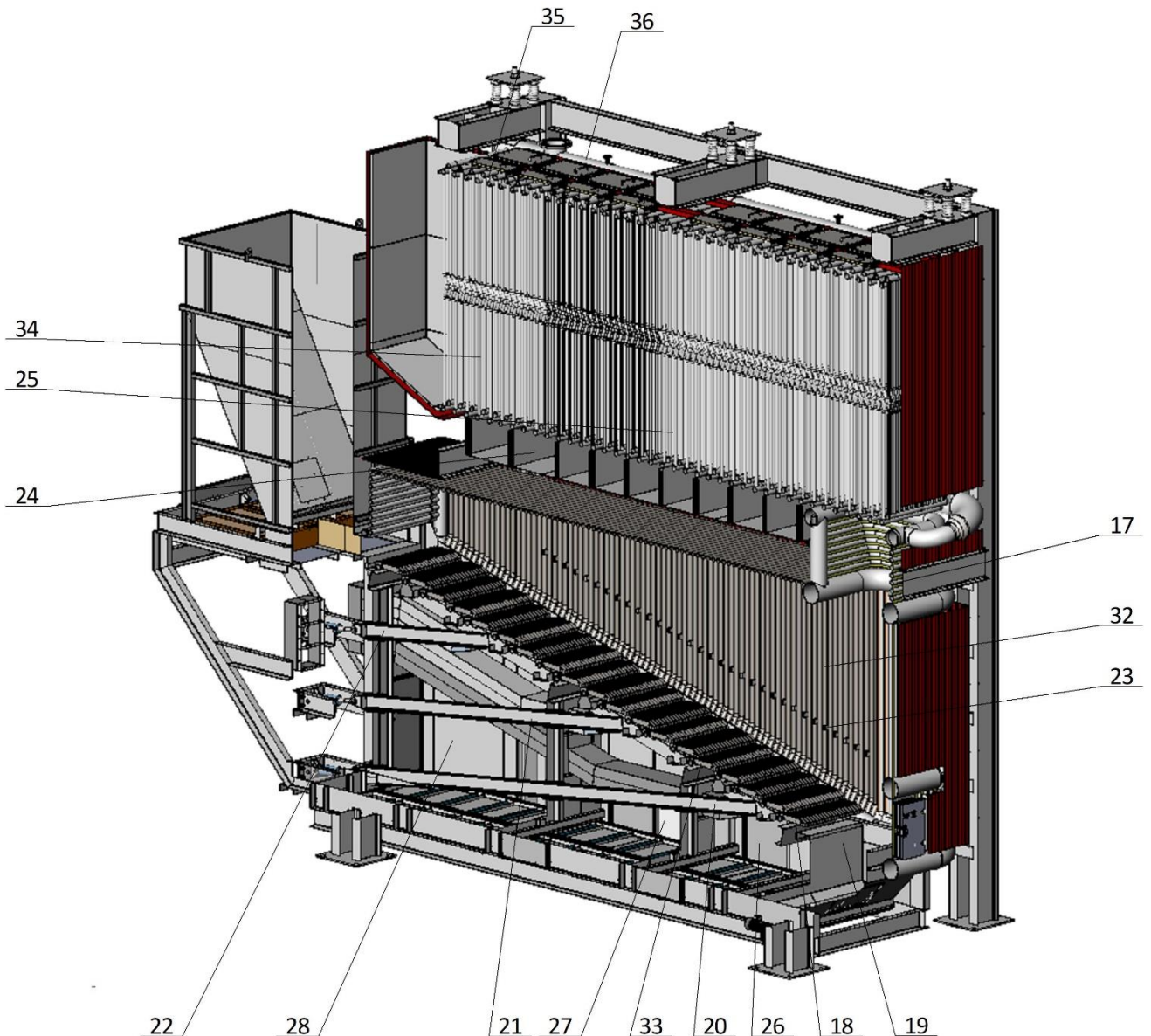


Рис.2 Котел водогрійний ТМ 10000 (розріз)

17. Підйомна шахта теплообмінника; 18. Не рухомі колосники; 19. Місце провалу золи; 20. Направляюча колосникової решітки зони «допалу палива»; 21. Направляюча колосникової решітки зони «горіння»; 22. Направляюча колосникової решітки зони «розпалу і сушки» палива; 23. Сопла вторинного повітря; 24. Зольник теплообмінника; 25. Конвективна частина теплообмінника; 26. Зони первинного повітря «допалу палива»; 27. Зони первинного повітря «горіння»; 28. Зони первинного повітря «розпалу і сушки»; 32. Топковий блок; 33. Рухомі колосники; 34. Змійовики; 35. Стояки; 36. Колектори.

Для управління і контролю роботи котла передбачений пульт управління, прилади та датчики КВПіА. Ручки управління і індикація пульта управління розташована на дверцятах шафи управління, датчики КВПіА встановлені на корпусі котла.

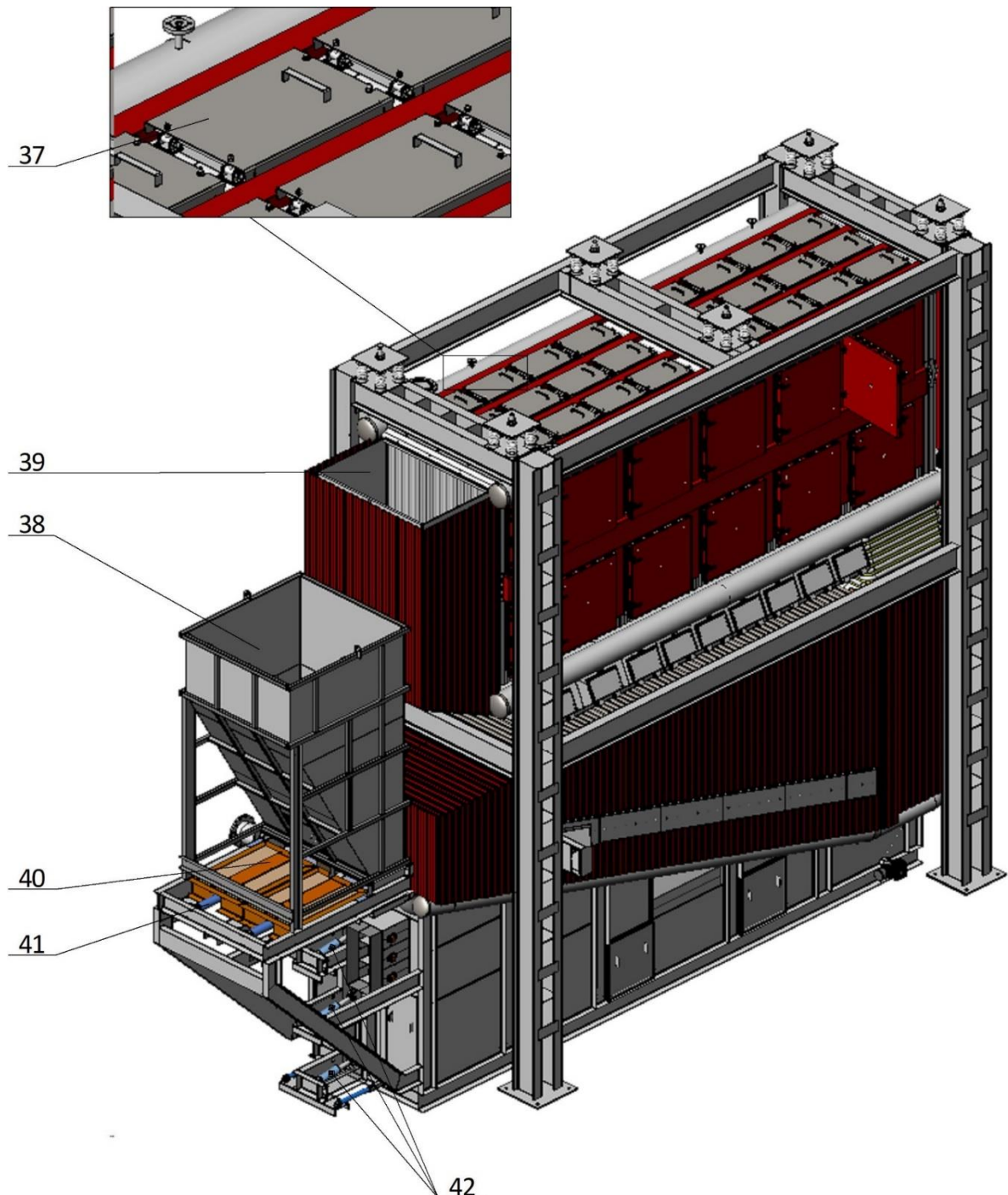


Рис.3 Котел водогрійний ТМ 10000

37. Люки для чистки конвективної частини; 38. Бункер для завантаження палива; 39. Димохід; 40. Плунжер; 41. Гідроциліндри плунжера; 42. Гідроциліндри направляючих колосникової решітки.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КПІ МД.24.144.02141.ПЗ

Лист

33

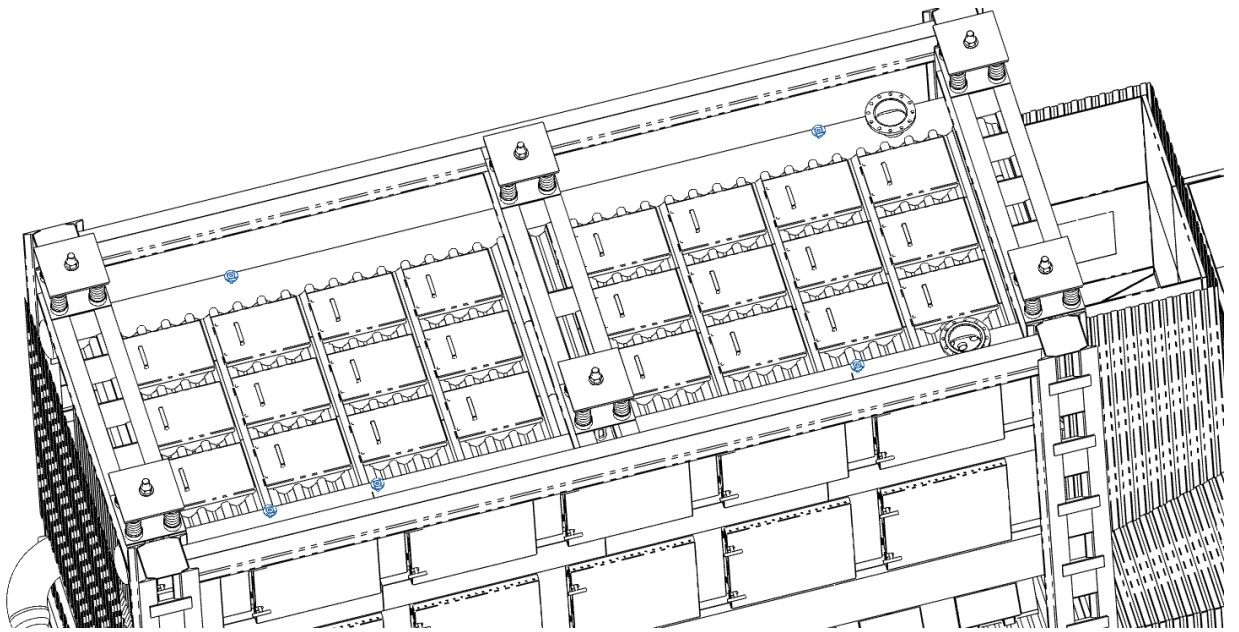


Рис.4 Схема розміщення кранів для видалення повітря з котла ТМ 10000.

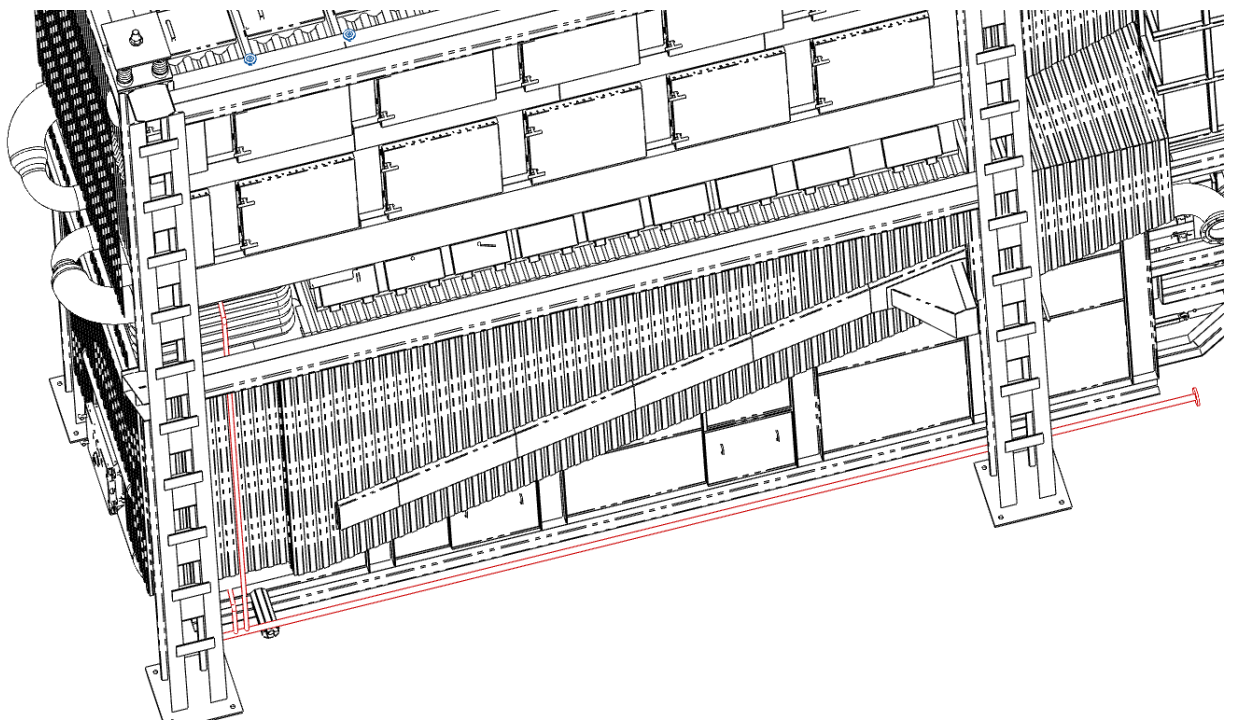


Рис.5 Схема розміщення трубопроводів дренажу котла ТМ 10000.

Принцип роботи котла

Паливо з проміжного бункера 38, який розташований на плунжері 40, за допомогою гідроциліндрів 41, що штовхають плунжер, подається в котел. Паливо розгоряється в зоні «розпалу і сушки», далі паливо горить в зоні «горіння» і догорає в зоні «допалу». Первинне повітря подається під колосникову решітку в три зони:

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

«розпал і сушка», «зона горіння», «зона догорання». Вторинне повітря подається над колосниковою решіткою через сопла 23, які розташовані в коробі вторинного повітря 12. Зола і попел збирається в нижній частині топки і видаляються автоматичним золовидаленням 8. Час перебування палива в тій чи іншій зоні залежить від типу палива, а також його якості. Під час пуско-налагоджувальних робіт, за допомогою системи керування котлом, задається час руху і паузи гідроциліндрів направляючих колосникової решітки 42, для кожної зони – час руху і паузи гідроциліндрів різний. Для налаштування тепло-екологічних показників горіння - регулюють заслінки первинного 14 і вторинного 13 повітря. Первинне повітря регулюється для кожної зони горіння – окремо. Вторинне повітря регулюється по всій довжині топки. Повітря подається в короба первинного і вторинного повітря 12 і 15 за допомогою вентиляторів і за допомогою заслінок 13 і 14 розподіляється по зонах горіння.

Гарячі димові гази з топкового блоку 32 потрапляють в підйомну шахту теплообмінника 17, потім через конвективну частину 25, віддаючи своє тепло теплоносію, надходять в патрубки виходу димових газів 39 і за допомогою димососу через циклон і рукавний фільтр (додаткова комплектація) потрапляють в димову трубу.

Відпрацьовані продукти спалювання у вигляді попелу і золи, основна частина, збираються в нижній частині рухомої колосникової решітки в системі золовидалення 8. Дрібні частинки попелу та золи, що захоплюються димососом, частково осідають на змійовиках 34, решта потрапляє в газохід, затримуються циклоном і рукавним фільтром.

Теплоносій (вода) подається у теплообмінник котла через патрубок зворотної води, омиває внутрішні поверхні труб і нагріваючись до заданої температури, через патрубок прямої води надходить в опалювальну систему.

Перед розпалюванням котел повинен бути заповнений водою.

- Тиск і температура води заміряються на вході в котел і на виході з котла.

Для контролю тиску і температури води, на котлові повинні бути

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлені вимірювальні прилади, що показують значення (поставляються окремо при додатковій комплектації).

- Підключення до електромережі вентилятора і димососа здійснюється через шафу управління (управління, контролю і сигналізації), шафа може бути встановлена на бічній стінці котла, на окремій стойці або на стіні котельні в безпосередній близькості від котла.

Котли працюють під розрідженням.

Всі гідроциліндри приводяться в рух від маслостанції, по заданому алгоритму роботи системи керування котлом.

Для очистки конвективної частини 25 від сажі, необхідно відкрити двері 6 і за допомогою металевої щітки і/або стисненого повітря сажа змитається в зольник теплообмінника 24, з якого через люк 11 видаляються з котла. Також для зручності обслуговування в верхній частині котла розміщені люки 37, за допомогою яких також проводять очистку конвективної частини.

Таблиця 2.3 Технічні характеристики котла

Модель котла	ТМ-10 000
Тип котла	Водогрійний, водотрубний, механізована подача палива
Номінальна теплопродуктивність, кВт	10 000
Діапазон регулювання потужності, кВт	3 000-10 000
Температура води на виході котла, °С, не більше	115
Температура води на вході в котел, °С, не менше	70
Максимальний робочий тиск води, МПа (бар)	1,6 (16)
Мінімально допустимий робочий тиск, МПа (при графіку 115-70°С)	0,6
Мін протік води, що циркулює через котел, для забезпечення зняття номінальної теплопродуктивності, м³/ год (при графіку 115-70°С)	191
Об'єм теплоносія в котлі, л	7 100
Температура відхідних газів при номінальній і	160

мінімальній теплопродуктивності, °С, не менше		
Гідравлічний опір, при циркуляції мін. потоку води, бар		1,1
Розрідження за котлом, Па, не менше		15
Аеродинамічний опір котла, при роботі на номінальній теплопродуктивності, Па, не більше		1 500
Час розпалення, год., не більше		1-3
Розміри підключення	пряма та зворотна вода	Ду 250
	Патрубок дренажний	Ду 50
	Патрубок спуска повітря	Ду 20
	Димохід, мм	1 180 x 1 860
Коефіцієнт корисної дії, %		86
Встановлена потужність електрообладнання базова комплектація, кВт, не більше (з димососом)		170
Витрата палива, кг/год (вологість 25%)		3441
Об'єм накопичувального баку для палива, м ³		18
Рівень звуку, Дб, не більше на відстані 1 м від котла на робочому місці оператора		75
		67
Час спрацювання захисних пристроїв, с, не більше		3
Напруга мереж		380В; 50Гц
Габаритні розміри, мм, не більше	довжина	12 425
	ширина	3 970
	висота	9 480
Маса котла (без води), кг, не більше		80 000

2.4.2 Котловий насос

Даний насос служить для подачі мережної води від буферної ємності до котла і від котла до буферної ємності.

Його подачу визначають по максимальній витраті мережної води, отриманій при розрахунку теплової схеми, та напору, необхідному для подолання гідравлічного опору системи.

1) Подача насоса

$$V = \frac{G_m}{\rho_g} \cdot 3600, \quad (2.23)$$

де G_m – витрата мережної води, кг/с; ρ_v – густина води, кг/м³.

$$V = \frac{53,05}{1000} \cdot 3600 = 191 \text{ м}^3/\text{год.}$$

2) Напір насоса

$$H_m = 1,1 \cdot (\Delta P_{\text{в.к.}} + \Delta P_{\text{тр}}), \quad (2.24)$$

де $\Delta P_{\text{в.к.}}$ – втрати тиску в котлі, кПа; $\Delta P_{\text{в.к.}}=111$ кПа;

$\Delta P_{\text{тр}}$ – втрати тиску в трубопроводах та арматурі, кПа; $\Delta P_{\text{тр}}=35$ кПа.

Отже

$$H_m = 1,1 \cdot (111 + 35) = 160,6 \text{ кПа або } \frac{160,6}{9,81} = 16,4 \text{ м вод. ст.}$$

Вибираємо два насоса (робочий та резервний) мережної води Wilo BL-E 80/165-22/2 з напором $H=18$ м вод.ст., потужністю двигуна 22 кВт, $V=210 \text{ м}^3/\text{год.}$

2.4.3 Мережний насос

Даний насос служить для подачі мережної води від буферної ємності до теплообмінника і від теплообмінника до буферної ємності. Мережних насоса встановлено 3шт. - 2 робочі (по 50% витрати) та 1 резервний.

Тоді витрата насоса

$$V = \frac{106,1}{2 \times 1000} \cdot 3600 = 191 \text{ м}^3/\text{год.}$$

2) Напір насоса

$$H_m = 1,1 \cdot (\Delta P_{\text{в.т.}} + \Delta P_{\text{тр}}), \quad (2.25)$$

де $\Delta P_{\text{в.т.}}$ – втрати тиску в теплообміннику, кПа; $\Delta P_{\text{в.к.}}=50$ кПа;

$\Delta P_{\text{тр}}$ – втрати тиску в трубопроводах та арматурі, кПа; $\Delta P_{\text{тр}}=20$ кПа.

Отже

$$H_m = 1,1 \cdot (50 + 20) = 77 \text{ кПа або } \frac{77}{9,81} = 7,8 \text{ м вод. ст.}$$

Вибираємо три насоса (2 робочих та резервний) мережної води Wilo BL-E 125/210-7,5/2 з напором $H=9$ м вод.ст., потужністю двигуна 7,5 кВт, $V=200 \text{ м}^3/\text{год.}$

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5. Паливо та паливоподача.

2.5.1 Паливо.

Деревна тріска є продуктом перших та других операцій прорідження, вирубки перезрілих та гинучих лісонасаджень, вирубки насаджень, пошкоджених комахами чи в результаті кліматичного впливу, вирубки захисних дерев (видів, що висаджуються одночасно з основними видами дерев для їх захисту від заморозків та бур'яну) та суцільної рубки лісосіки (рубка всіх насаджень в кінці періоду зміни лісових культур). Також тріску отримують при подрібненні залишків деревообробних підприємств та матеріалів, що залишаються після лісозаготівлі.

Тріска являє собою подрібнені частки деревини довжиною 5-50мм вздовж волокон, частки більшої довжини (бруски) і мілку фракцію (дріб'язок).

Якість тріски класифікується наступними типами.

Клас тріски	Допустима масова доля и гранулометричний склад				Допустимі максимальні розміри частинок	
	макс. 20 %	60-100 %	макс. 20 %	макс. 4%	макс. переріз	макс. довжина
G 30	> 16 мм	16-2,8 мм	2,8-1 мм	< 1мм	3 см ²	8,5 см
G 50	> 31,5 мм	31,5-5,6 мм	5,6-1 мм	< 1мм	5 см ²	12 см
G 100	> 63 мм	63-11,2 мм	11,2-1 мм	< 1мм	10 см ²	25 см

	Клас тріски	Значення	Опис
Клас вологості	W 20	< 20 %	"суха"
	W 30	20-30 %	"з довгим терміном зберігання"
	W 35	30-35 %	"з обмеженим терміном зберігання"
	W 40	35-40 %	"волога"
	W 50	40-50 %	"свіжозрублена"
Класи об'ємної густини	S 160	< 160 кг/м ³	"низька об'ємна густина"
	S 200	160-250 кг/м ³	"середня об'ємна густина"
	S 250	> 250 кг/м ³	"висока об'ємна густина"
Класи зольності	A 1	< 1 %	"низька зольність"
	A 2	1-3 %	"підвищена зольність"

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При виробництві тріски з цілих дерев її вологість залежить від методу виробництва тріски. Вологість тріски, отриманої від свіжозрублених дерев, складає приблизно 50-60% від загальної ваги, проте після просушки дерев у літній період протягом 3-6 місяців вологість знижується до 35-45%. Для спалювання в котлах допускається використання тріски з вологістю від 20 до 50%.

Приблизно половина маси свіжозрубленого дерева складається з води. Друга половина являє собою суху деревину, що містить 85% летких речовин, 14,5% твердого вуглецю та 0,5% золи. При спалюванні деревини її компоненти перетворюються на водяну пару, двоокис вуглецю (CO_2), оксиди азоту (NO_x), сірки (SO_2) та золу.

Горючі речовини деревини можна розділити на 2 групи: леткі речовини та твердий вуглець. 80% енергії деревина генерує за рахунок згоряння летких речовин чи газів та 20% за рахунок твердого вуглецю.

Середній склад робочої маси деревної тріски наступний:

- вологість $W_t^r = 40\%$;
- зола $A^r = 3\%$
- сірка $S_{o+k}^r = 0,1\%$
- вуглець $C^r = 33,62\%$
- водень $H^r = 3,64\%$
- азот $N^r = 0,49\%$
- кисень $O^r = 19,15\%$.

Для твердого та рідкого палива нижчу теплоту згоряння можна визначити по формулі, кДж/кг

$$Q_H^p = 339 \cdot C^p + 1256 \cdot H^p - 109 (O^p - S_{op+k}^p) - 25,14 \cdot (9 \cdot H^p + W^p) \quad (2.26)$$

де 25,14 – теплота пароутворення при температурі 0 °C і атмосферному тиску, кДж/кг;

H^p – вміст водню та водяних парів в робочому паливі, %;

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 – коефіцієнт, який показує, що при згоранні 1 кг водню в поєднанні з киснем утворюється 9 кг води.

$$Q_H^P = 339 \cdot 33,62 + 1256 \cdot 3,64 - 109(19,15 - 0,1) - 25,14 \cdot (9 \cdot 3,64 + 40) = 12063,4 \text{ кДж/кг.}$$

Витрату натурального палива визначаємо по формулі, кг/с:

$$B_H = \frac{10^3 \cdot Q_T^H}{Q_H^P \cdot \eta_K}, \quad (2.27)$$

де Q_T^H – номінальна теплова потужність котлоагрегату, МВт;

η_K – коефіцієнт корисної дії котлоагрегату.

$$B_H = \frac{1000 \cdot 10}{12063,4 \cdot 0,86} = 0,96 \text{ кг/с} \times 3600 = 3470 \text{ кг/год.}$$

Для двох котлів $3470 \times 2 = 6940 \text{ кг/год.}$

Теоретично необхідний об'єм повітря (стехіометричний) при $\alpha=1$, $\text{м}^3/\text{кг}$:

- для твердого та рідкого палива:

$$V^0 = 0,0889 \cdot (C^P + 0,375 \cdot S_{\text{ор+к}}^P) + 0,265 \cdot H^P - 0,0333 \cdot O^P. \quad (2.28)$$

$$V^0 = 0,0889 \cdot (33,62 + 0,375 \cdot 0,1) + 0,265 \cdot 3,64 - 0,0333 \cdot 19,15 = 3,32 \text{ м}^3/\text{кг.}$$

Теоретичний об'єм продуктів згоряння при $\alpha=1$, у випадку твердого та рідкого палива, $\text{м}^3/\text{кг}$:

- об'єм трьохатомних газів:

$$V_{RO_2}^0 = 1,866 \cdot \frac{C^P + 0,375 \cdot S_{\text{ор+к}}^P}{100}; \quad (2.28)$$

- об'єм двохатомних газів (дорівнює теоретичному об'єму азоту):

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot V^0 + 0,008 \cdot N^P; \quad (2.29)$$

- об'єм водяної пари:

$$V_{H_2O}^0 = 0,111 \cdot H^P + 0,0124 \cdot W^P + 0,0161 \cdot V^0 \quad (2.30)$$

Тоді

$$V_{RO_2}^0 = 1,866 \cdot \frac{33,62 + 0,375 \cdot 0,1}{100} = 0,628 \text{ м}^3/\text{кг};$$

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot 3,32 + 0,008 \cdot 0,49 = 2,63 \text{ м}^3/\text{кг};$$

$$V_{H_2O}^0 = 0,111 \cdot 3,64 + 0,0124 \cdot 40 + 0,0161 \cdot 3,32 = 0,953 \text{ м}^3/\text{кг.}$$

Питомий об'єм повітря при $\alpha > 1$, $\text{м}^3/\text{кг}$, буде:

$$V_{\Pi} = \alpha \cdot V^0 \quad (2.31)$$

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для спалювання тріски коефіцієнт надлишку повітря приблизно дорівнює 2.

Тоді

$$V_{\Pi} = 2 \cdot 3,32 = 6,64 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Об'єм продуктів згоряння палив при $\alpha > 1$, $\text{м}^3/\text{кг}$, визначається за формулами

$$V_{R_2} = V_{N_2}^0 + (\alpha - 1) \cdot V^0; \quad (2.32)$$

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0,0161 \cdot (\alpha - 1) \cdot V^0. \quad (2.33)$$

Питома сумарна кількість димових газів при $\alpha > 1$, $\text{м}^3/\text{кг}$:

$$V_{\text{ДГ}_{\text{пит}}} = V_{RO_2} + V_{R_2} + V_{H_2O}. \quad (2.34)$$

$$V_{R_2} = 2,63 + (2 - 1) \cdot 3,32 = 5,95 \text{ м}^3/\text{кг};$$

$$V_{H_2O} = 0,953 + 0,0161 \cdot (2 - 1) \cdot 3,32 = 1,006 \text{ м}^3/\text{кг};$$

$$V_{\text{ДГ}_{\text{пит}}} = 0,628 + 5,95 + 1,006 = 7,584 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Витрата димових газів при нормальних умовах, $\text{м}^3/\text{год}$:

$$V_{\text{ДГ}_{\text{ну}}} = V_{\text{ДГ}_{\text{пит}}} \cdot B_{\text{н}} \quad (2.35)$$

$$V_{\text{ДГ}_{\text{ну}}} = 7,584 \cdot 3470 = 26316,8 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Витрата димових газів при нормальних умовах, $\text{м}^3/\text{год}$:

$$V_{\text{ДГ}} = V_{\text{ДГ}_{\text{ну}}} \cdot \frac{t_{\text{ДГ}} + 273,15}{273,15} \quad (2.36)$$

$$V_{\text{ДГ}} = 26316,8 \cdot \frac{160 + 273,15}{273,15} = 41732 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Для двох котлів $41732 \times 2 = 82744 \text{ м}^3/\text{год}.$

Конструктивно приймаємо газохід для котла розмірами 1х2м. Тоді швидкість димових газів в ньому становитиме

$$V_{\text{ДГ}}^{10000} = \frac{V_{\text{ДГ}}}{3600 \cdot F} \quad (2.37)$$

де F – площа перерізу газоходу, м^2 .

$$V_{\text{ДГ}}^{10000} = \frac{41732}{3600 \cdot 2} = 5,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Відвід продуктів згоряння з усіх котлів здійснюється в індивідуальну димову трубу для кожного котла Ду1200, Н=30м.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Річна витрата палива

Витрата на виробництво 1 МВт тепла складає, кг/1МВт:

$$B_{1\text{МВт}} = \frac{1 \cdot 10^3}{Q_H^p \cdot \eta} \cdot 3600; \quad (2.38)$$
$$B_{1\text{МВт}} = \frac{1000}{12063,4 \cdot 0,86} \cdot 3600 = 298,4 \frac{\text{кг}}{1\text{МВт}};$$

Річна витрата палива

$$B_{\text{річне}} = Q_{\text{річне}} \times B_{1\text{МВт}}; \quad (2.39)$$
$$B_{\text{річне}} = 44492,6 \times 298,4 = 13276591,8 \frac{\text{кг}}{\text{рік}} = 13276,6 \frac{\text{тонн}}{\text{рік}}.$$

Теж в умовному паливі: $13276,6 \cdot 0,412 = 5468,5 \left[\frac{\text{т.у.п.}}{\text{рік}} \right]$.

Річна кількість димових газів:

$$V_{\text{річне}}^{\text{дим}} = V_{\text{ном}}^{\text{дим}} \times \frac{B_{\text{річне}}}{B_{\text{ном}}}, \quad (2.40)$$
$$V_{\text{річне}}^{\text{дим}} = V_{\text{дг}} \times \frac{B_{\text{річне}}}{B_H} = 82744 \times \frac{13276591,8}{6940} = 158293704,9 \left[\frac{\text{м}^3}{\text{рік}} \right] = 158,3 \frac{\text{млн.м}^3}{\text{рік}} \times$$
$$\frac{273}{160+273} = 99,8 \times 10^6 \left[\frac{\text{нм}^3}{\text{рік}} \right].$$

2.5.2 Паливоподача.

Паливо зберігається у операційному складі. Операційний склад складається з основи бетонно - металевої конструкції у вигляді бункера накопичувача, з якого гідравлічним грейфером виймається паливо у необхідній кількості.

Об'єм складу – 1400м^3 . Запас палива при об'ємній густині тріски 250кг/м^3 становить 2 доби. Доставка палива в склад передбачається автотранспортом. Вивантаження здійснюється безпосередньо в складі.

Паливо завантажується у операційний склад фронтальним навантажувачем у кількості необхідній для роботи котельні при максимальному навантаженні у продовж однієї робочої зміни.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис.6. Фронтальний навантажувач

Фронтальний навантажувач – універсальний вид техніки, затребуваний при роботах на складах, будівництвах, кар'єрах, лісозаготівлях і при зведенні доріг. Даний тип операційного складу пропонується через його оптимальний баланс між надійністю, енергозатратністю у роботі, ціні.

Для транспортування палива з операційного складу котельні в приймальні бункера котлів встановлюється тельфер з гідравлічним грейфером.

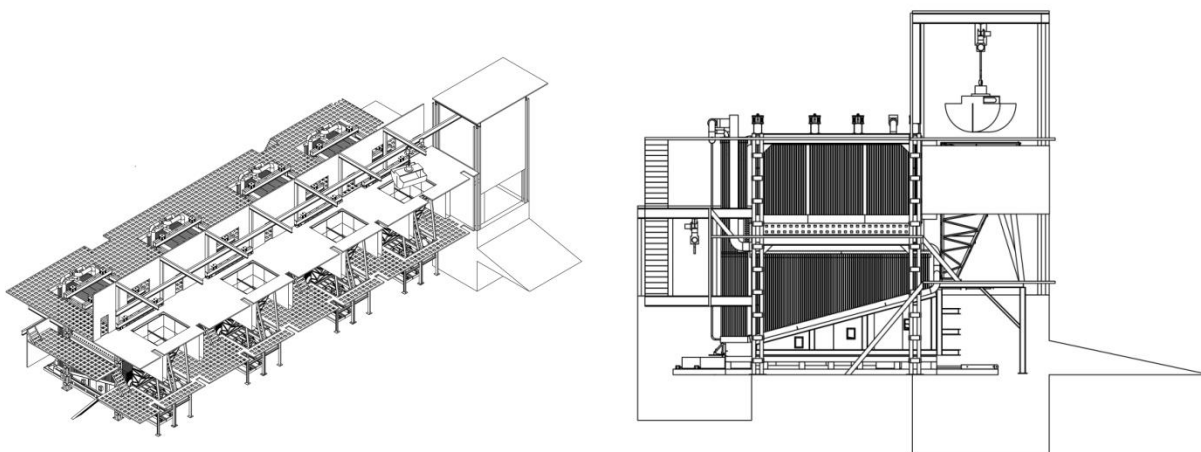


Рис.7. Загальний вигляд паливоподачі

Гідравлічна система грейфера досить надійна і не вимагає частого обслуговування, здатна працювати в температурному діапазоні від -40 до +40, що дозволяє експлуатувати дану техніку в будь-яких погодних умовах. Завдяки гідравлічній системі, можна створювати необхідне зусилля для врзання в паливо.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

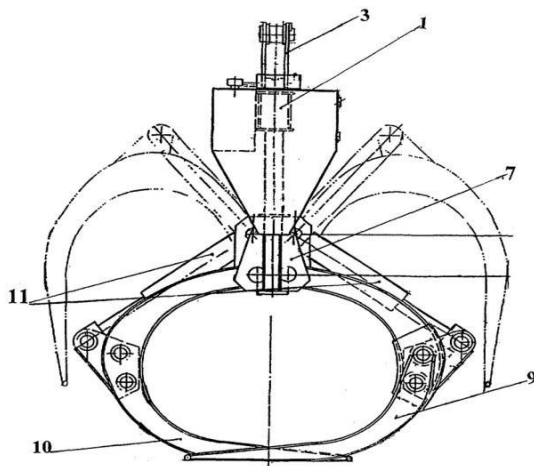


Рис.8. Загальний вигляд грейфера

1 — верхня балка; 3 — підвіска; 7 — рами двотаврового перетину; 9 и 10 — щелепи; 11 — гідроциліндри.

Система грейферної подачі пропонується через її оптимальне співвідношення «продуктивність/ел. навантаження», а також через її низьку чутливість до таких параметрів як насипна щільність, вологість, фракційність, зольність та інші.

Зі складу за допомогою грейфера здійснюється подача палива в бункер-дозатор котла.

Бункер-дозатор котла оснащений заслінкою для припинення подачі палива. Ємність бункера-дозатора – 14 м³. Подача палива з бункера в котел здійснюється гідравлічним штовхачем.

Розпал котла відбувається вручну.

Система очищення димових газів, видалення та утилізація золи.

Частки, що відокремилися, в газовому потоці знаходять в мультициклон, де відбувається їх відділення. Мультициклон являє собою пристрій, що працює по інерційному принципу, призначений для уловлювання пилу, розміром не менше 10 мкм. Ефективність уловлювання складає 85-98%.

Циклон обладнаний люками для проведення огляду і чистки внутрішніх поверхонь. Під мультициклоном знаходиться бункер для збору золи.

Деревна тріска є низькозольним паливом (зольність на суху масу (Ас) становить до 3%).

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 Вихід золи

№ з/п	Найменування показника, розмірність	
1	Розрахунковий годинний вихід шлаку і золи, т/год.	0,208
	- в тому числі подова зола	0,156
	- циклонна зола	0,052
2	Річний вихід золи, т	398,3

Зола з котла видаляється автоматично шнеком на скребковий транспортер і збирається в контейнері для вивезення.

Зола від мультициклону осипається в бункер і теж збирається в контейнер для вивезення.

Джерелами викидів забруднюючих речовин котельні є:

- Димова труба – **дж. викиду № 1, №2** – Н=30 м, Ø=1200мм, 2шт.
Здійснюється викид димових газів після мультициклону від 2-х твердопаливних котлів, що працюватимуть на твердому паливі (деревна тріска).

Очікувані забруднюючі речовини – оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту, сірки діоксид, оксид вуглецю, метан та речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

Викиди вуглецю діоксиду (CO₂) від спалювання біопалива (відходів деревини) є кліматично нейтральними і, отже, приймаються рівними нулю.

- Майданчик завантаження/розвантаження контейнера золи – **дж. викиду № 3** (не організоване) здійснюється завантаження автосамоскидів золою.

2.6. Опалення та вентиляція

2.6.1 Опалення

Опалення котельного залу здійснюється за рахунок теплових надходжень від обладнання, технологічних трубопроводів. Також встановлюється резервне опалення електричним тепловентилятором потужністю 24кВт (2шт).

Котельня працює з обслуговуючим персоналом, внутрішня температура в котельній залі в зимовий період прийнята плюс 12°C.

Для котельного залу тепловий баланс наступний. По нормативним даним тепловиділення від котлів становлять 1,5% від їх теплопродуктивності, що в даному випадку складе 300кВт. Додатково тепловиділення від іншого обладнання та газоходів складатимуть ≈ 15 кВт. Втрати тепла відбуваються через огорожуючі конструкції і становлять 54кВт.

2.6.2 Вентиляція

Припливна та природня вентиляція прийнята з природним спонуканням.

Вентиляція залу котельні – 3-кратна з врахуванням повітря, яке потрібне для підтримання горіння палива. Об'єм приміщення котельного залу (по внутрішньому контуру) $\sim 2002\text{м}^3$.

Кількість повітря для трикратного повітрообміну.

$$L^{3\text{крат}} = 3 \times V_{\text{прим}} \quad (2.41)$$

$$L^{3\text{крат}} = 3 \times V_{\text{прим}} = 3 \times 2002 = 6006 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Кількість повітря на горіння

$$L^{\text{гор}} = V_{\text{год}}^{\text{max}} \cdot V_0 \cdot \alpha. \quad (2.42)$$

$$L^{\text{гор}} = 6940 \times 3,32 \times 2 = 46081,6 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

де $V_{\text{год}}^{\text{max}} = 6940 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$ - витрата палива на 2 котла.

Сумарна кількість повітря

$$\Sigma L = L^{3\text{крат}} + L^{\text{гор}}. \quad (2.43)$$

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Sigma L = L^{\text{3крат}} + L^{\text{гор}} = 6006 + 46081,6 = 52087,6 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

В підсумку витрата тепла на нагрів повітря від температури мінус 21 °С до плюс 12°С складе

$$Q_{\text{пов}}^{\text{год}} = \Sigma L \cdot \rho_{\text{п}} \cdot C \cdot \Delta t. \quad (2.44)$$

$$Q_{\text{пов}}^{\text{год}} = \Sigma L \cdot \rho_{\text{п}} \cdot C \cdot \Delta t = \frac{52087,6}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1.005 \cdot 33 = 575,8 \text{ кВт}.$$

Площа припливної решітки розраховується за формулою:

$$f = V_{\text{пов}} / (3600 \times w) \quad (\text{м}^2); \quad (2.45)$$

w – швидкість повітря, яке проходить через решітку на вході в котельню, 1м/сек;

$$f = 52087,6 / (3600 \times 2) = 7,3 \quad (\text{м}^2).$$

Приток передбачений через 8 вентиляційних металічних решіток розмірами 500(н)х900мм, розміщених в стіні (Fж.п.=2,368 м² сумарно).

Площа витяжних пристроїв при швидкості повітря 1м/с:

$$f = 6006 / (3600 \times 1) = 1,67 \quad (\text{м}^2).$$

Витяжна вентиляція здійснюється через 4 дефлектори Ø 800 у покрівлі (Fв.п.=2,0 м² сумарно).

2.7. Оцінка впливу на навколишнє середовище.

Даний розділ розроблений окремим томом проекту відповідно до вимог діючих нормативних документів (ОВНС).

Дотримання заходів, передбачених в проекті, значно знижує вплив на навколишнє середовище, що може виникнути в процесі експлуатації об'єкту

Вплив об'єкта в цілому на стан навколишнього природного середовища, оцінюється як прийнятний.

Використання у якості палива деревної тріски сприяє зниженню рівня забруднення навколишнього середовища, зниженню кількості шкідливих речовин, що викидаються, підвищенню ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шкідливий вплив на повітряне середовище та мікроклімат навколишньої атмосфери знижується на 5-15%.

Заходи по охороні довкілля та детальні розрахунки викидів забруднюючих речовин (діоксин вуглецю, метан, оксид діазоту, діоксид сірки, сажі та інші дані по викидам у навколишнє середовище) проєкт (ОВНС).

В період експлуатації котельні джерелом утворення забруднюючих речовин будуть 2 твердопаливних котли Ardenz ТМ 10000-150 потужністю 10МВт кожний.

Витрата палива на котельню (тріска відібрана) максимально - годинна витрата – 6,94 т, річне використання палива – 49305,6 т.

Відведення продуктів згоряння від проєктованих котлів буде здійснюватися в проєктовані металеві димові труби висотою - 31,0 м з діаметром гирла – 1,2 м, що стоять окремо.

Відведення продуктів згоряння від кожного котла здійснюється за допомогою димососів Д1250 продуктивністю – 69000 м³ /год.

Для зменшення викидів завислих речовин (недиференційований за складом пил) проєктними рішеннями передбачається встановлення після кожного котла мультициклону батарейного МСР-42 з ефективністю очищення – 85-98%.

Зола, що утворюється в результаті спалювання твердого палива (тріска відібрана) відвантажується і тимчасово зберігається в герметично закритому металевому контейнері, що виключає пиловиділення.

Вловлений пил після мультициклону батарейного МСР-42 потрапляє до закритого зольного ящика, звідки відвантажується і зберігається в герметично закритому металевому контейнері, що виключає пиловиділення.

Перелік забруднюючих речовин та їх валові викиди наведено в таблиці 2.5

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5. Перелік забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу

Найменування забруднюючої речовини	Код речовини	Клас небезпеки	ГДК, мг/м ³	Секундний викид, г/с	Валовий викид, т/год
1	2	3	4	5	6
Діоксид азоту	301	3	0,2	5,97	99,036
Оксид вуглецю	337	4	5,0	5,82	96,56
Метан	410	-	50,0	0,15	2,476
Завислі речовини (недиференційований за складом пил)	2902	3	0,5	1,044	17,332
Оксид діазоту	-	-	-	0,12	1,98
Діоксид вуглецю	-	-	-	839,676	13929,3
Усього (з урахуванням парникових газів):				852,78	14146,69
Усього (без урахування парникових газів):				12,954	214,908

Характеристика джерел викиду, їх параметри, а також кількісний та якісний склад викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря наведено в таблиці 5.3.

Після впровадження проєктованої діяльності рівень забруднення атмосферного повітря не перевищуватиме нормативні значення і не буде негативно впливати на здоров'я людей і оточуюче середовище.

Отже за оцінкою впливу на атмосферне повітря проєктовану діяльність можна вважати прийнятною.

Таблиця 5.3 - Характеристика джерел викиду, та їх параметри

№ дж.	Джерело виділення забруднюючих речовин	Джерело викиду забруднюючих речовин					Параметри газоповітряної суміші на виході з джерела викиду			Викид забруднюючих речовин			
		Найменування	висота, Н, м	діаметр, d, м	Координати		швидкість w, м/с	об'єм, $\frac{m^3}{c}$ $\frac{nm^3}{c}$	температура, °C	Код	Найменування	г/с	т/рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Котел №1	Труба	31,0	1,2	0	0	17,0	$\frac{19,2}{11,7}$	175	301	Діоксид азоту	2,985	49,518
										337	Оксид вуглецю	2,910	48,280
										410	Метан	0,075	1,238
										2902	Завислі речовини (недиференційований за складом пил)	0,522	8,666
										-	Оксид діазоту	0,060	0,990
										-	Діоксид вуглецю	419,838	6964,652
2	Котел №2 Ardenz TM 10000-150	Труба	31,0	1,2	3	-3	17,0	$\frac{19,2}{11,7}$	175	301	Діоксид азоту	2,985	49,518
										337	Оксид вуглецю	2,910	48,280
										410	Метан	0,075	1,238
										2902	Завислі речовини (недиференційований за складом пил)	0,522	8,666
										-	Оксид діазоту	0,060	0,990
										-	Діоксид вуглецю	419,838	6964,652

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД.21.144.01240.ПЗ

Арк.

51

3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ, АСУ КОТЕЛЬНІ

3.1 Загальні положення.

Проект автоматизації котельні розроблений згідно з технологічними завданнями розділів: «Тепломеханічні рішення котельних установок» /ТМК/, «Електротехнічних рішень» /ЕТР/, а також відповідно до діючих нормам, правил та стандартів.

Даний розділ проекту виконано у відповідності з вимогами нормативних документів:

- ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні»;
- НПАОП 40.00-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»;
- «Правила улаштування електроустановок» ПУЕ.

Проектом автоматизації котельні передбачені наступні заходи:

- захист обладнання (автоматика безпеки);
- автоматичне регулювання (управління) обладнанням котельні;
- контроль роботи обладнання;
- сигналізація аварійних ситуацій;
- керування технологічними процесами котельні.

Для виконання всіх перерахованих розділів автоматизації передбачено встановлення щита автоматики (ГРЩ/ЩА), щитів управління котлами (ЩК – 2 шт.) для місцевого керування обладнанням котельні.

В даному проекті використовуються такі прилади і апаратура:

- для виміру і регулювання температури – термометри біметалічні, термометри рідинні, термометри опору;
- для виміру тиску – манометри, датчики-реле тиску;
- для виміру і регулювання рівнів – датчик-реле рівня;
- для контролю мікроконцентрації чадного газу СО в повітрі приміщення котельні – газосигналізатор «Варта 1-03», Держреєстр № У1435-01, виробник ЗАТ «ТЕМіО», Україна;

Прилади розміщуються на технологічному і сантехнічному обладнанні та на щиті автоматизації.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Автоматизація технологічного обладнання.

3.2.1 Захист обладнання

Котлові щити управління та автоматики керують роботою котлів, забезпечують роботу котлів в автоматичному режимі та мають всі необхідні нормативні функції захисту та виконують своєчасне відключення котлів при недопустимих відхиленнях від заданих режимів експлуатації:

- підвищення температури води на виході з котла;
- зниження тиску повітря первинного та вторинного дуття;
- зменшення розрідження в топці;
- підвищення, або зниження тиску води на виході з котла;
- зменшення витрати води через котел.

Автоматика котлів забезпечує своєчасне і надійне автоматичне їх відключення при припиненні подачі електроенергії, а також, при несправностях в ланцюгах захисту автоматики керування.

Сигнал «Аварія в роботі котлового обладнання» передається на щит автоматизації котельні ЩАК від загально котлового контролера.

3.2.2 Сигналізація

В котельні передбачена світлозвукова сигналізація. Сигнали для яких передбачається світло-звукова сигналізація:

- зупинка котла;
- несправність обладнання;
- порушення електропостачання котельні;
- зниження температури приміщення котельні нижче допустимої;
- несправності в ланцюгах захисту автоматики керування;
- пожежа в котельні;
- припинення тяги за котлом;
- загазованість в котельні;
- спрацювання датчику охоронної сигналізації;

- пониження чи підвищення тиску в зворотному трубопроводі теплової мережі;
- пониження температури зворотної мережної води нижче 5°C;
- підвищення температури води на виході з котла вище норми;
- спрацювання теплового захисту насосів.

3.2.3 Автоматичне регулювання

В даній котельні передбачено автоматичне регулювання:

- процесу горіння палива в котлах;
- температури води в зворотному трубопроводі перед котлом;
- керування клапаном на лінії підживлення в залежності від тиску в зворотному трубопроводі;
- витратою на всіх насосах за допомогою частотних перетворювачів.

3.2.4 Контроль

Для контролю параметрів, які необхідні при експлуатації котельні, передбачені показуючі прилади.

Для контролю параметрів зміна яких може призвести до аварійної ситуації передбачені сигналізуючі та показуючі прилади.

Для контролю параметрів які необхідні для аналізу роботи обладнання передбачені реєструючі та підсумовуючі прилади.

В проєкті передбачені показуючі прилади:

- температури прямої і зворотної мережної води;
- тиск в подаючому і зворотному трубопроводі теплової мережі (до і після фільтра);
- тиск води в трубопроводах підживлення тепломережі.

В проєкті передбачені реєструючі прилади для вимірювання:

- тиск води в подаючому трубопроводі системи тепlopостачання;
- витрата води в подаючому трубопроводі системи тепlopостачання;
- тиск води до мережних циркуляційних насосів;

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

д) витрата води через котел;

е) витрата води на підживлення.

Для насосних установок передбачені наступні показуючі прилади:

а) манометри для вимірювання тиску води в всмоктуючих патрубках (після запірної арматури) і в напірних патрубках (до запірної арматури) всіх насосів.

3.3 Автоматизація насосних установок.

Згідно з технологічним завданням розділу ТМК розміщено і підлягає автоматизації таке обладнання:

- мережні насоси;
- котлові насоси.

Для забезпечення автоматизації насосних установок проектом передбачено контролюючі та регулюючі контролери, які забезпечують наступні функції керування:

- місцеве керування мережними насосами із щитів місцевого управління;
- автоматичне ввімкнення в роботу резервного насосу /АВР/ при виході з ладу робочого;
- взаємозаміна роботи насосів з інтервалом в 7 діб;
- керування котловими насосами;
- сигналізація нормальної роботи і аварійного стану систем на щиті автоматизації.

Для регулювання температурою теплової мережі в проєкті передбачена система автоматичного регулювання.

Контрольно-вимірювальні прилади та електроапаратура розміщуються на технологічному і сантехнічному обладнанні та на щитах автоматизації.

Живлення щита автоматики виконується від мережі трьохфазного струму 380 В, 50 Гц. по II категорії.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Автоматика безпеки.

В проєкті передбачені газосигналізатори «Варта 1-03» для контролю небезпечної концентрації чадного газу СО в повітрі приміщення котельні.

Система автоматики формує такі сигнали на щиті ЩАБС:

- «пожежа в котельні»;
- зникнення напруги на вводах в котельню;
- концентрація чадного газу СО в повітрі котельні вища за норму.

При досягненні хоча б одного з вказаних сигналів, контролер, встановлений на щиті ЩАБС, подає відповідний світло-звуковий сигнал.

Система контролю загазованості діє цілодобово і припиняє подачу палива в котли при виникненні пожежі.

Живлення газосигналізаторів та щита сигналізації виконується від мережі однофазного струму 220 В, 50 Гц. по I категорії.

Для контролю несанкціонованого відкриття дверей до котельні в проєкті «ЗС» передбачено датчик руху з передачею сигналу до операторської.

3.5 Технічні вказівки з монтажу.

Монтаж апаратури, приладів та засобів автоматизації виконувати згідно з чинними нормами і правилами, технічними умовами і інструкціями заводів-виробників.

Для прокладки трас ліній технологічної сигналізації до приладів та трас автоматизації застосовуються кабель з мідними жилами КВВГнг.

Електропроводку передбачається прокладати в металорукавах і в сталевих трубах, відкрито на лотках і кабельних конструкціях, та в трубах у підготовці підлоги приміщень - закрито.

Монтаж кабельних мереж та обладнання виконувати з урахуванням розташування санітарно-технічного обладнання. Електромонтажні роботи проводити в відповідності з діючими ПУЕ «Правилами будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» (НПАОП 40.00-132-01), із СНіП 3.05.06-85 «Електротехнічні пристрої».

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ

4.1 Загальні дані

Електротехнічна частина проєкту котельні розроблена на підставі:

завдання суміжних підрозділів;

і згідно з вимогами:

- ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні»;
- ДБН В.2.5-23-2010 «Проектування об'єктів цивільного призначення» ;
- «Правила улаштування електроустановок» ПУЕ;
- НПАОП 40.00-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» ;
- ДСТУ Б В.2.5-82:2016 «Електробезпека в будівлях і спорудах».
- ДСТУ Б А.2.4-4:2009 «Основні вимоги до проектної документації» ;
- ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення»

4.2 Основні показники по проєкту

№з/п	Найменування	Одиниці виміру	Величина	Примітки
1	2	3	4	5
1	Напруга	В	~380/220	
2	Встановлена потужність			
	Всього:	кВт	572	
	в т.ч. технологія	кВт	569	
	електроосвітлення	кВт	3	
3	Розрахункова потужність	кВт	400	
4	Категорія надійності електропостачання		II	
5	Річне споживання електроенергії	тис. кВт*год.	889,8	

4.3 Електропостачання

Електропостачання котельні здійснюється від двох незалежних джерел живлення по другій категорії надійності (існуюче). Перемикання вводів виконується автоматично пристроєм автоматичного включення резерву.

Електроспоживачами котельні є: головний розподільчий щит котельні/щит автоматики (ГРЩ/ЩА) – 1 шт., щит автоматики котла – 2шт.

Розрахунок електричних навантажень виконано з урахуванням коефіцієнтів попиту та неспівпадіння максимумів згідно ДБН В.2.5-23:2010 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування об'єктів цивільного призначення». Результати розрахунку наведені в таблиці.

Прокладка кабелів і проводів від щитів до обладнання передбачено в коробах/лотках.

4.4 Мережі 0,4 кВ

Проектом передбачається:

- устаткування в приміщенні котельні з живленням від існуючої шафи вводу ВРУ КЛ-0,4 кВ марки ВВГнгд перетином 5х16 мм² із автоматичним вимикачем $I_{ном.} = 1000$ А, груповими автоматичними вимикачами відповідних номіналів і пускорегулюючої апаратури для керування електроустаткуванням.

- живлення пожежної сигналізації та сигналізатора загазованості виконати кабелем марки FLAME-X 950 (N)HXH FE180/E30, живлення іншого обладнання – кабелем марки ВВГнгд.

4.5 Облік електричної енергії

Технічний облік електроенергії, що використовується споживачами котельні, здійснюється в котельні лічильником встановленим в ввідній шафі ГРЩ/ЩА.

Комерційний облік електроенергії здійснюється у вступних панелях силових трансформаторів ТП.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.6 Захисні заходи

Конструкція, виконання, спосіб установки, клас ізоляції електроустаткування, електротехнічні мережі виконані з урахуванням діючих нормативних документів при проектуванні і експлуатації електроустановок.

З метою забезпечення нормативних безпечних умов праці і заходів по пожежній безпеці проектом передбачається наступне:

- забезпечення селективного відключення ушкодженого електроустаткування автоматичними вимикачами;

- улаштування автоматичного ввімкнення резервних насосів;

- ізоляцію провідників силової й освітлювальної мереж на напругу не нижче 500 В;

- згідно НПАОП 40.00-1.32-01 живлення споживачів з підвищеною небезпекою враженням електричним струмом (у т.ч. у розеточних мережах для гарантованого забезпечення захисту людей від враження струмом) передбачається через пристрої захисного відключення (ПЗВ), що спрацьовують при струмі витоку більше 30 мА типу „АС”;

- заземлення корпусів світильників робочого та аварійного освітлення виконується відгалуженням від нульового захисного провідника у світильнику;

- як аварійне освітлення (освітлення основних проходів) використовуються світлодіодні акумуляторні світильники;

- лінії групової мережі, що прокладаються від групового щитка до світильників робочого та аварійного освітлень, штепсельних розеток і стаціонарних електроспоживачів, виконуються трьох- і п'ятипроводними (фазні - L, нульовий робочий - N і нульовий захисний - РЕ провідники). Забороняється об'єднання нульових робочих і нульових захисних провідників різних групових ліній. Нульовий робочий і нульовий захисний провідники не дозволяється підключати на щитках під загальний контактний затискач. Перетин РЕ провідників повинен бути рівним або більше перетину фазного провідника;

- на вводі в котельню виконується система зрівнювання потенціалів шляхом

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приєднання між собою РЕ або PEN провідників мережі живлення, металевих труб комунікацій, металевих частин системи вентиляції за допомогою спеціально прокладених провідників марки ПВ-3 1х6.

4.7 Система захисного заземлення

Для захисту від електротравм прийняте виконання системи захисного заземлення TN-C-S.

Заземлення електроустановок виконується відповідно до вимог ПУЕ гл. 1.7.

Заземленню підлягають всі частини електроустановок, що в нормальному режимі не проводять струм, які можуть потрапити під напругу внаслідок порушення ізоляції, у т.ч. всіх металевих неструмопровідних частин устаткування, світильників, кабельних конструкцій, металевих труб електропроводки й т.п.

Для захисного заземлення використовується:

зовнішній заземлюючий пристрій $R \leq 4$ Ом (контур заземлення котельні);

окремих нульовий захисний провідник „РЕ”, третій в однофазній і п'ятий із трифазної мережах.

4.8 Освітлення

В котельні передбачене робоче, ремонтне, охоронне і аварійне освітлення. Освітлення площадок для проходів до котельні виконано в відповідності з ДБН В.2.5-23:2010 «Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення». Аварійне освітлення передбачене у вигляді акумуляторних світильників. Ремонтне освітлення передбачене в вигляді ручного переносного ліхтаря ВРСФ1-УХЛ1, 1ExdIICT6. Як охоронне освітлення використати одну з груп світильників робочого освітлення.

Робоче освітлення виконати кабелем марки ВВГнгд, евакуаційне (СПВ) та аварійне освітлення (CAO) – кабелем марки FLAME-X 950 (N)HXH FE180/E30.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.9 Захист від статичної електрики

Захист від статичної електрики передбачений у вигляді:

- заземлення всіх металевих частин технологічного обладнання та комунікацій;
- нейтралізації заряду шляхом використання різних засобів від статичної електрики;
- швидкість руху води в апаратах і трубопроводах не перевищує проектних значень (1,5 м/с – для води);
- фланцеві з'єднання трубопроводів виконуються без застосування діелектричних шайб;
- зменшення питомого об'ємного та поверхневого електричного опору шляхом наявності в приміщенні вологості повітря в межах 60-80%.
- використання обслуговуючим персоналом антиелектростатичного взуття;
- заземлення електродвигунів насосів за допомогою додаткової РЕ жили;
- використання в підшипниках електропровідних мастил.

4.10 Блискавкозахист.

У відповідності до ДСТУ Б В.2.5-38:2008 „Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд” приміщення автономної котельні відноситься до II-ої рівня по блискавкозахисту.

Блискавкоприймачем слугує існуюча цегляна димова труба висотою 60 м з доповнюючим металевим штирем висотою - 5 м.

Розрахунок: згідно табл. 10 ДСТУ Б В.2.5-38:2008 для II рівня блискавкозахисту:

- висота блискавкоприймача:

$$h = 60 + 5 = 65 \text{ м};$$

- висота зони захисту:

$$h_0 = 0,8 \cdot h = 0,8 \cdot 65 = 52 \text{ м};$$

- радіус зони захисту на землі:

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_o = [0,8-1,43 \cdot 10^{-3}(h-30)] h \quad (4.1)$$

$$r_o = [0,8-1,43 \cdot 10^{-3} (65-30)] \cdot 65 = 48,7 \text{ м}$$

- висота димових труб нової котельні $h_x = 30 \text{ м}$;
- зона захисту на потрібній висоті:

$$r_x = (r_o \cdot (h_o - h_x)) / h_o = (48,7 \cdot (52-30)) / 52 = 20,6 \text{ м};$$

- нова димова труба знаходиться на відстані 12м від існуючої
- найбільш віддалені місця будівлі нової котельні ні знаходяться від блискавкоприймача на відстані = 35 м;

Висновок: приміщення котельної і її елементи знаходяться в зоні блискавкозахисту існуючої димової труби.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці відіграє важливу роль, як суспільний чинник, оскільки, якими б вагомими не були трудові здобутки, вони не можуть компенсувати людині втраченого здоров'я, а тим більше життя. Необхідно пам'ятати, що через нещасні випадки та аварії гинуть на виробництві не просто робітники та службовці, на підготовку яких держава витратила значні кошти, а перш за все люди — годувальники сімей, батьки та матері дітей.

Крім того, охорона праці має важливе економічне значення - це і висока продуктивність праці, зниження витрат на оплату лікарняних, компенсацій за важкі та шкідливі умови праці. Наслідки нещасних випадків коштують у 10 разів дорожче, ніж вартість заходів щодо їх попередження.

Особливе значення охорона праці має на промислових та енергетичних об'єктах у зв'язку з підвищеною кількістю шкідливих факторів, що впливають на здоров'я людини та їх великим значенням для народного господарства, а також з можливими тяжкими екологічними і економічними наслідками внаслідок аварії.

Проектом передбачено будівництво котельні потужністю 20МВт з двома котлами, що працюють на твердому паливі (деревна тріска). Також у складі комплексу будується димова труба та система автоматичної паливоподачі. Котельня являється окреморозташованою, будівля котельні має ступінь вогнестійкості – II. Обладнання котельні розміщене в будівлі і частково на відкритому майданчику та складається з котлів, насосів, вентиляторів, димососів, циклонів очистки димових газів. Температурний режим роботи котельні становить: $T_1 = 115\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_2 = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Напруга живлення електрообладнання – 380В. Робота котельні передбачена з постійним обслуговуючим персоналом.

В даному розділі запропоновані технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації устаткування котельні і визначені основні заходи з гігієни праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1. Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації спроектованого обладнання

5.1.1 Технічні рішення

Технічні рішення, прийняті у проєкті, враховують вимоги ДБН В.2.5-77:2014 "Котельні", ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування", НПАОП 0.00-1.81-18 «Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском», НПАОП 0.00-1.69-13 Правила охорони праці під час експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій, теплових мереж і тепловикористовувальних установок, стандартів техніки безпеки і гарантують безпечні умови експлуатації та обслуговування котельні.

Котли оснащені сучасною автоматикою, що дозволяє здійснювати безпечне управління і контроль за роботою котельні в цілому. Робота котлів і допоміжного обладнання повністю контролюється пристроєм цифрового програмного керування.

Розміщення котлів і допоміжного обладнання виконано згідно з [4]:

- 1) відстань від фронту котла до стіни складає 6 м;
- 2) прохід між щитами управління – 2 м;
- 3) ширина проходу між стінами і котлами, а також між котлами – 1.8 ,2 м відповідно;
- 4) вільні проходи мають висоту 2,2 м.

Площадки та сходи виконані згідно з [21]:

- 1) висота перил площадок – 1 м;
- 2) площадки і сходи драбин виконані з рифленої листової сталі;
- 3) ширина сходищів - не менше 200мм, висота між сходищами – не більше 200мм;
- 4) ширина драбини не менше 1,0 м, кут нахилу не перевищує 45°.

Для керування роботою, забезпечення безпечних умов і розрахункових режимів експлуатації котлів, їх оснащено згідно з [4]:

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 1) пристроями, що оберігають від підвищення тиску (запобіжними пристроями);
- 2) манометрами;
- 3) приладами для вимірювання температури середовища;
- 4) запірною і регулюючою арматурою;
- 5) приладами безпеки.

Всі вищеперераховані прилади і пристрої поставляються в комплекті з котлами.

Конструкція котлів та їх основних частин забезпечує надійність, монтаж і ремонтоздатність, довговічність і безпечну експлуатацію на розрахункових параметрах протягом розрахункового ресурсу безпечної роботи котла, прийнятого в технічних умовах (технічному завданні), узгодженого згідно з вимогами ДСТУ 8634:2016, а також можливість проведення технічного опосвідчення, очистки, промивки та експлуатаційного контролю металу. Конструкція котла забезпечує можливість рівномірного прогріву його елементів при пуску і нормального режиму роботи, а також можливість вільного теплового розширення окремих елементів. Елементи котлів, що не є поверхнями нагріву, в яких можливий нагрів стінок вище допустимої температури, надійно теплоізовані. Ділянки елементів котлів, трубопроводів з підвищеною температурою поверхні, доступні для обслуговуючого персоналу покриті тепловою ізоляцією, що забезпечує температуру зовнішньої поверхні не більше 45 °С, при температурі навколишнього середовища не більше 25 °С. Будова газоходів виключає можливість утворення вибухонебезпечного скупчення газів, а також забезпечує необхідні умови для очищення газоходів від відкладень продуктів згоряння. Газоходи котлів мають вибухові пристрої із відводами призначеними для газів у місця, безпечні для обслуговуючого персоналу.

Котли обладнані автоматичними регуляторами, що дозволяють підтримувати його у режимі нормальної роботи, не допускаючи виникнення аварійних ситуацій.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Устаткування і трубопроводи котельної з температурою більш +45°C теплоізовані і пофарбовані у відповідні кольори відповідно до вимог. Усі струмоприймачі заземлені відповідно вимогам розділу 1-7 ПУЕ.

Площа легко скидних поверхонь становить не менше ніж 0,03м² на 1м³ об'єму приміщення котельного залу.

Безпечна експлуатація обладнання і арматури забезпечена їх раціональним розміщенням з забезпеченням вільних проходів для доступу до них. Приміщення котлів обладнано припливно-витяжною вентиляцією, яка забезпечує оптимальні умови праці.

В проекті передбачена максимально можлива механізація і автоматизація технологічних процесів, що дозволяє виключити наявність постійних робочих місць безпосередньо біля котлоагрегату та іншого обладнання, безпечне та зручне обслуговування обладнання, найменшу довжину комунікацій.

Усі трубопроводи обладнані у верхніх точках повітроспускниками, а в нижніх точках дренажними відводами.

Засувки і вентилі, для відкривання яких потрібно велике зусилля, забезпечені обвідними лініями і механічними чи автоматичними електричними приводами.

Вибір всього електроустаткування, яке застосовується в проекті (електродвигуни, пускова і захисна апаратура і т.д.), його монтаж і експлуатація, підведення електроенергії проводиться відповідно до існуючих правил і норм для даного устаткування.

Згідно з [29] водогрійні котли оснащені автоматичною системою безпеки, що контролює наступні параметри:

- підвищення температури води на виході з котла;
- зниження тиску повітря первинного та вторинного дуття;
- зменшення розрідження в топці;
- підвищення, або зниження тиску води на виході з котла;
- зменшення витрати води через котел.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При відхиленні будь-якого з вище перерахованих параметрів від норми система автоматично завершує подачу палива в котел. Трубопроводи системи теплопостачання теплоізовані. Трубопроводи системи теплопостачання монтуються із сталевих електрозварних труб згідно ДСТУ 8943:2019. Трубопроводи покриваються двома шарами ґрунту та зверху високотемпературною емаллю в 2 шари.

5.1.2 Організація експлуатації

Робота котельні передбачена з постійною присутністю персоналу.

Кожний працівник котельні повинен бути за віком не молодший 18 років, пройти медичний огляд, мати спеціальну технічну підготовку і посвідчення про здачу екзаменів/атестацію/комісії за участю інспектора Держпромгірнагляду України по котлонагляду.

Наказом по організації, яка має на балансі дану котельню, призначається особа із числа інженерно-технічних працівників відповідальна за експлуатацію котельні, а також теплової мережі. Вона повинна мати спеціальну технічну освіту і досвід роботи з котельним обладнанням, повинна бути атестована і мати відповідне посвідчення.

При допуску атестованого персоналу котельні до виконання своїх обов'язків необхідно відповідальній особі забезпечити:

- досконале вивчення на місці теплової схеми котельні, системи оперативного включення обладнання і підпорядкування персоналу керуючим інстанціям;
- проведення тренувальних запусків і зупинок обладнання котельні в нормальному і аварійному режимах;
- навчання персоналу діям в аварійних ситуаціях, особливо у випадках відключення електроенергії, води.
- вивчення режимної карти котлоагрегатів і дій персоналу після досягнення її показників в роботі обладнання. Режимна карта повинна знаходитися в рамці за склом на фронті обслуговування котла.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Котельня працює з постійною присутністю 2-х осіб. Начальник котельні та інший інженерний персонал входить до штатного персоналу об'єкту.

Загальна чисельність персоналу котельні розподіляється по таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 Загальна чисельність персоналу котельні

Найменування посад та професій	Група виробничих процесів	Чисельність по змінам				Резерв	Всього
		1	2	3	4		
Старший оператор	1б	1	1	1	1		4
Машиніст	2б	1	1	1	1		4
Начальник котельні		1					1
Всього:							9

Примітки:

1. В обов'язки машиніста входить не тільки підміна старшого оператора, але і дрібний ремонт обладнання котельні, включаючи електрообладнання, КВП і автоматику.

2. Штатний розклад може уточнюватися керівником за обставин, але не на шкоду безпеці в роботі котельні.

Робота персоналу подового недопустима через явну можливість перевтоми. Робота однієї людини в нічні зміни не допускається.

Дрібний і поточний ремонт обладнання виконує персонал котельні на місці. Середній і капітальний ремонт, а також пуско-налагоджувальні роботи виконуються централізованим порядком при залученні спеціалізованих організацій.

Перебування у котельні людей, що не є робочою зміною, може бути допущено з дозволу відповідальної особи по котельні.

Котлоагрегат не можна залишати без догляду, поки в топці є вогонь, а в котлах зберігається тиск працюючих насосів.

Правила для персоналу котельні повинні бути вивішені в котельні на видному місці.

Для нормальної експлуатації котельня повинна бути забезпечена:

- засобами зв'язку;
- необхідним для роботи інструментом у відповідності до виробничої інструкції для машиністів котельних установок;
- вивішеними на робочому місці інструкціями по експлуатації основного і допоміжного обладнання котельні та іншими службовими інструкціями;
- нанесенням на шкалу манометрів червоної риски по поділці, що відповідає максимальним робочим тискам відповідного робочого середовища;
- аптечкою та засобами індивідуального захисту;
- вивішеною на робочому місці тепловою схемою котельні з розшифровкою запірної арматури.

Як правило, огляд котельні проводиться кожного разу в період прийому-здачі зміни чергового персоналу з відповідним записом в вахтовий та ремонтний журнали з метою виконання:

- огляд загального стану робочого обладнання;
- занесення в журнал показників витрати по лічильникам теплової енергії на видачу споживачам, води, електроенергії;
- при необхідності проведення профілактичного ремонту, періодичної продувки нижніх точок котлів, підтяжка сальників арматури і т. ін.;
- виявлення робіт більш серйозного значення чи необхідності пуску в експлуатацію резервного устаткування;
- інформування керівництва про помічені вади в роботі котельні.

В котельні повинні бути і заповнюватися в кожну зміну:

- вахтовий журнал ведення і передачі чергувань;
- ремонтний журнал обладнання котельні.

Зазначені оперативні документи мають стандартну форму і ведуться з першого дня роботи котельні.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особливості роботи персоналу даної котельні будуть в тому, що з метою більш ефективної системи обслуговування котельного обладнання централізовано будуть проводитися такі операції:

- Силами відділу головного енергетика підприємства буде виконуватись дрібний та середній ремонт котельного обладнання, електрообладнання, КВП і А. Більш серйозний ремонт по котельні буде виконуватись спеціалізованими організаціями.
- Оперативне втручання в ліквідацію поломок обладнання чи його заміни.

У щоденній роботі котельні необхідно забезпечити:

- допуск до роботи з котельним обладнанням тільки тих осіб, які атестовані по даним видам робіт;
- раз у зміну підлив запобіжних клапанів на котлі, вручну, раптово та короткочасно підважуючи важелі на клапанах;
- раз у зміну зовнішній огляд арматури, сенсорних екранів щитів, датчиків та приладів з метою виявлення їх справності;
- один раз на добу проводити експрес аналіз води після ХВП;
- справність обладнання, включаючи резервне;
- своєчасний ремонт і перевірку обладнання;
- виконання правил і розпоряджень інспекцій;
- наявність на видних місцях в котельні теплових схеми роботи обладнання, а також інструкції для персоналу котельні;
- наявність табличок на устаткуванні з указівкою його паспортних даних, а на трубопроводах - стрілок руху середовища і відповідного їхнього фарбування;
- дотримання правил по техніці безпеки, включаючи питання електробезпеки;
- персонал інструментом і спецодягом відповідно до нормативів;
- своєчасне навчання персоналу з подальшою атестацією;
- знання персоналом режимів роботи котельні на час його чергування, включаючи можливі відключення в роботі обладнання;

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ведення журналу роботи котельні, вахтового журналу та режимної карти котла, дані в які заносяться раз на 24 год, або раз у зміну.
- наявність і збереження технічної і проєктної документації по даній котельні, що зберігається в особи, відповідальної за котельню.

5.1.3. Електропостачання

Тип електричної мережі, від якої живиться устаткування котельної (електродвигуни вентиляторів, насосів) - трифазна, чотирипровідна електрична мережа напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю.

Котельня по небезпеці електротравматизму відноситься до категорії особливо небезпечних приміщень, оскільки має більше двох чинників підвищеної небезпеки:

- а) струмовідна підлога;
- б) можливість одночасного контакту обслуговуючого персоналу з корпусом споживача електричної енергії і з металоконструкціями, що мають контакт з землею.

Технічні рішення по запобіганню електротравм від дотику до нормально струмовідних частин:

- ізоляція нормально струмоведучих елементів електроустановок відповідно до вимог нормативів (згідно вимогам "ПУЕ", опір ізоляції нового обладнання має становити не менше 1 кОм на 1 В напруги);
- забезпечення недоступності неізольованих струмовідних елементів (розміщення їх на недоступній висоті, в недоступних місцях, в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, в металевих шафах, обмеження їх металевими сітками та ін.);
- використання захисних блокувань в електричних апаратах і устаткуванні (механічних, електричних), що забезпечує виключення напруги при відкритті апаратів електроустаткування, при знятті напруги, при попаданні персоналу в небезпечну зону;
- підведення кабелів до споживачів в тубах, в закритих конструкціях

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підлоги, розводка електропроводки в приміщеннях в каналах стін, стелі, підлоги.

Технічні рішення по запобіганню електротравмам при переході напруги на нормально неструмовідні частини: проектом передбачене використання металічних корпусів електроустаткування, каркасів, щитів і шаф. Для усунення небезпеки ураження людини струмом, у разі її дотику до неструмоведучих металевих частин електроустановок, що опинилися під напругою, проектом передбачено використання захисного заземлення (система TN-C) металевих корпусів електроустаткування, каркасів, щитів і шаф, що передбачає навмисне електричне з'єднання нормально неструмоведучих елементів устаткування із заземленим PEN-провідником.

Пробій фази на корпус приводить до короткого замикання в електромережі. Спрацьовує захист від короткого замикання (спрацьовує автомат максимального струмового захисту і пошкоджений споживач відключається від мережі).

Система електрозахисних засобів: перелік електрозахисних засобів регламентується ПУЕ. Для роботи з електроустаткуванням обслуговуючий персонал забезпечується діелектричними рукавичками, гумовими ботами, інструментами з ізольованими ручками; також використовують гумові килимки і діелектричні підставки.

По надійності електропостачання електроспоживачі котельні відносяться згідно ДБН В.2.5- 77-2014 до споживачів II-ї категорії.

Електроприймачами котельні є внутрішнє освітлення, електроприводи технологічного устаткування.

Електропостачання котельні здійснюється від розподільчої шафи "ШВР", встановленої в котельні. Живлення шафи "ШВР" здійснюється двома незалежними лініями електропостачання.

Управління основною електроапаратурою котельні автоматичне з пультів управління котлів, які живляться від розподільчої шафи котельні, інші струмоприймачі - від шаф керування та через розетки напівгерметичні з заземленням напругою 380/220 В.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розподільчі мережі, які живлять агрегати і вузли обладнання виконано кабелями та проводами з мідними жилами відповідних перерізів по стінам та металоконструкціям у кабельних лотках. Прокладка кабелів від датчиків виконується в захисних трубах з герметизацією в місцях з'єднання.

Розміщення приладів і проводок уточнюється при монтажі.

Для засобів автоматизації проектом прийнята система захисного заземлення типу TN-C-S S.

Для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом, проектом передбачити захисне заземлення всіх металевих частин електрообладнання, що не знаходяться під напругою. Головною заземлюючою шиною системи зрівнювання потенціалів прийнята нульова шина РЕ шафи ШВР.

Провідники системи зрівнювання потенціалів прокладені по кабельних конструкціях, разом з кабелями.

Електротехнічне обладнання приєднується до системи зрівнювання потенціалів за допомогою заземлюючої жили кабелю.

Металеве та електропровідне обладнання, трубопроводи, вентиляційні короби та короби та кожухи термоізоляційні трубопроводів та апаратів, розташованих в котельні, а також на зовнішніх установках, естакадах та каналах, повинні являти собою на всій довжині безперервний ланцюг, котрий в межах котельні повинен бути приєднаний до контуру заземлення не менше ніж в двох точках.

Блискавкозахист котельні забезпечується від існуючої димової труби (див. розділ 4).

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Параметри мікроклімату в приміщенні котельної

Вимоги по виробничій санітарії розглядаються для основних виробничих приміщень і для приміщень постійного перебування персоналу. У приміщенні щитової забезпечуються оптимальні параметри мікроклімату, в котельній, де перебування людей періодичне, забезпечуються допустимі параметри мікроклімату. Метеорологічні умови на виробництві або мікроклімат визначають наступні параметри:

- температура повітря в приміщенні $t, ^\circ\text{C}$;
- відносна вологість повітря $W, \%$;
- рухливість повітря $V, \text{м/с}$;
- потужність теплових випромінювань, Вт/м^2 .

Параметри мікроклімату нормуються по ДСН 3.3.3.042-99 (Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони) залежно від групи виробничих процесів і періоду року. Згідно ДБН В.2.5-77:2014 для котельні на твердому паливі визначена група виробничих процесів 2б.

Таблиця 5.2 – Допустимі і оптимальні параметри мікроклімату котельної

Період року	Теплий			Холодний		
	$t, ^\circ\text{C}$	$W, \%$	$V, \text{м/с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$W, \%$	$V, \text{м/с}$
Параметри оптимальні (для щитового приміщення)	22-24	40-60	0,1	21-23	40-60	0,1
Допустимі (для приміщення котельні)	21-28	60	0,1-0,3	20-24	75	0,1-0,2

Для забезпечення необхідних, згідно норм, параметрів мікроклімату проектом передбачено:

- припливно-витяжна система вентиляції (природна), що забезпечує не менш ніж трьохкратний повітрообмін приміщення. У літній період

- приток повітря додатково відбувається через вікна;
- для підтримки необхідної температури в приміщенні котельні в зимовий час передбачена система опалення, у літній – система кондиціонування.
 - зменшення виділення тепла й вологи за рахунок застосування ізоляції.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Процеси, що відбуваються в котельній, характеризуються наявністю шкідливих речовин. Згідно [24] вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони регламентується гранично допустимими концентраціями (ГДК), і їх кількість повинна постійно контролюватися. У котельній передбачений трьохкратний повітрообмін. Повітрообмін приймається без урахування повітря, що поступає в топку котлів. Видалення надмірного тепла і вологи відбувається за рахунок вентиляції приміщень.

Для забезпечення складу повітря робочої зони згідно вимогам проектом передбачені технічні рішення:

- у приміщенні котельні передбачена установка газоаналізатора з датчиками контролю загазованості по приміщеннях. Газоаналізатор має світлову і звукову сигналізацію, а також вихід на аварійне відключення подачі природного газу;
- передбачений контроль за вмістом шкідливих речовин в повітрі робочої зони, який здійснюється не рідше за один раз на тиждень;
- обов'язково регулярний медичний огляд персоналу котельної (1 раз на 12 (24) місяців залежно від виду робіт);
- відведення димових газів здійснюється по газоходах від котла до димососу і від димососа до труби. Димова труба забезпечує розсіювання шкідливих викидів на великі відстані.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2.3 Виробниче освітлення

Приміщення котельні оснащено природним і штучним освітленням.

а) Природне освітлення нормується величиною коефіцієнта природного освітлення К.П.О. згідно [20]. Потрібне по нормах значення коефіцієнта залежать від системи природного освітлення, від поясу світлового клімату і розряду робіт.

Для котельні природне освітлення передбачається через віконні отвори в зовнішніх стінах.

б) Штучне освітлення нормується величиною освітленості, яка по нормах залежить від розряду робіт, системи освітлення, типу джерела світла і підрозряду робіт. Величина освітленості Е нормується в люксах згідно [20].

У приміщенні котельної передбачаються такі види електроосвітлення:

- 1) робоче виконане світильниками ЛСП 02В, напругою 220 В, 50 Гц;
- 2) контрольне освітлення основних проходів у вибухозахищеному виконанні для вибухонебезпечних зон класу В-1а, напругою 220 В, 50 Гц;
- 3) аварійне від акумуляторного ліхтаря;
- 4) ремонтне за допомогою переносного світильника, напругою 24 В, 50Гц.

5.2.4 Захист, персоналу від виробничого шуму

Рівень звуку L_A , дБА, нормуються згідно [16].

Значення рівнів звукового тиску не повинні перевищувати регламентованих граничним спектром ГС-75.

У котельні джерелами шуму є вентилятори, димососи, насоси. Рівні звуку допоміжного устаткування досягають: для насосів 75 дБА; для вентиляторів, димососів 86- 92 дБА; для котлів 75 дБА.

Для виробничих приміщень котельні згідно [16] припустимі рівні звуку 82дБА; для приміщень керування, робочих кімнат 60 дБА.

Зниження шуму, що виникає при роботі обладнання котельної, передбачається наступними заходами:

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вентилятори встановлюються за котлом біля стіни будівлі, найбільш віддаленої від робочих місць обслуговуючого персоналу;
- димососи встановлюються ззовні будівлі котельні;
- встановленням насосів з низькими шумовими характеристиками;
- підбір всіх вентиляторів з умови їх роботи в режимі максимальних ККД, що є одночасно режимом малошумної роботи;
- установка вентиляторів на звукопоглинальній підставці з пружинними віброізоляторами і підключення їх до мережі повітропроводів через гнучкі вставки;
- службово-побутові приміщення захищені від шуму діючого устаткування глухими стінами;
- для зниження рівня звукового тиску в газоході при швидкості потоку понад 15 м/с встановлюються пластинчасті глушники шуму з напівжорсткої мінеральної плити в оболонці з склотканини і перфорованого листа;
- діаметри арматури та трубопроводів підібрані за умов не перевищення допустимої швидкості потоку теплоносія, внаслідок чого шумові характеристики залишається в межах норми.

5.2.5 Захист від виробничих вібрацій

Джерелом вібрацій в котельні є вентилятори, димососи, котли, насоси.

Зниження вібрації обладнання передбачається такими заходами:

- вентилятори та димососи встановлені на віброізоляційних основах;
- вентилятори та димососи вибрані з двигунами, що мають низьку частоту обертання;
- вентилятори та димососи відділені від повітропроводів та газоходів гнучкими вставками.
- всі насоси, приводи встановлені на індивідуальних фундаментах із застосуванням віброгасячих матеріалів, також застосовуються вібровставки для з'єднання патрубків насосів з трубопроводами;

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						77
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- дистанційним керуванням обладнання у випадках, де це можливо;
- автоматизацією технологічних операцій і процесів;
- застосуванням працівниками засобів індивідуального захисту (спецодяг, рукавиці, спецвзуття).

5.2.6 Виробничі випромінювання

У процесі експлуатації обладнання котельні персонал піддається наступним видам виробничих випромінювань:

- інфрачервоне випромінювання – при роботі тепломеханічного устаткування;
- ультрафіолетове випромінювання – при виконанні зварних робіт.

Умови праці в котельні пов'язані з впливом інтенсивного теплового випромінювання. Інфрачервоне випромінювання залежить від кількості, потужності, режиму роботи двигунів і умов теплової ізоляції обладнання.

Для інфрачервоного випромінювання нормується інтенсивність теплового випромінювання від нагрітої поверхні тепломеханічного обладнання, освітлюючих приладів, інсоляції на постійних робочих місцях в залежності від опроміненої поверхні тіла робітника, категорії робіт, що виконуються, тривалості впливу.

Інтенсивність теплового випромінювання від нагрітих поверхонь технологічного обладнання, освітлюючих приладів, інсоляції на постійних робочих місцях не повинна перевищувати: 35 Вт/м² при опроміненні 50% поверхні тіла і більше; 70 Вт/м² при опроміненні 25...50% поверхні тіла; 100 Вт/м² при опроміненні не більш 25% поверхні тіла.

Технічні рішення щодо попередження шкідливого впливу випромінювання на працюючих:

- ізоляція обладнання, трубопроводів та арматури з температурою поверхні більше 45°C;

- автоматизація технологічних процесів і операцій, дистанційне керування, що дає змогу вивести персонал із зон шкідливого впливу випромінювань;
- екранування робочих зон при необхідності;
- застосуванням працівниками засобів індивідуального захисту (спецодяг, рукавиці, спецвзуття).

Для підтримання нормального сольового балансу у організмі працівників встановлено автомати газованої води з додаванням солі.

По можливості зварювальні роботи проводяться на спеціальних зварювальних ділянках з зварювальними постами.

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Безпека в надзвичайних ситуаціях регламентується ПЛАС. Основними складовими ПЛАС є: розробка технічних рішень та організаційних заходів щодо запобігання аварійним ситуаціям, оповіщення, евакуації та дій персоналу котельні у разі виникнення надзвичайної ситуації (НС), а також визначення основних заходів з пожежної безпеки.

До надзвичайних ситуацій, що можуть виникнути в котельні перш за все відносяться аварії та пожежі.

5.3.1 Технічні рішення та організаційні заходи щодо запобігання аварійних ситуацій.

Котельня являється складним технологічним виробничим об'єктом підвищеної небезпеки, що вимагає застосування спеціальних заходів щодо забезпечення безаварійної його роботи.

Для запобігання аварій в котельні застосовуються такі рішення:

- застосування обладнання, приладів, виробів та матеріалів, якість яких перевірена часом та підтверджена необхідними дозволами та сертифікатами;

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						79
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- дотримання правильного режиму експлуатації обладнання (недопущення перевищення робочих параметрів обладнання);
- обслуговування котельні висококваліфікованим персоналом, які кожен рік проходять повторну перевірку знань;
- обслуговування котельні з суворим дотриманням відповідних інструкцій та нормативів;
- дотримання регламенту по профілактичному обслуговуванні та ремонту обладнання;
- контроль якості теплоносія, палива;
- контроль якості інструменту та механізмів, які використовуються для обслуговування котельні.

5.3.2 Обов'язки та дії персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій

При виникненні аварії в котельні перша особа, що помітила аварію негайно повідомляє про аварію оператора котельні. Приймає міри по рятуванню людей, захоплених аварією. Після прибуття відповідального керівника робіт по ліквідації аварії, доповідає йому про обстановку, що склалася.

Дії оператора котельні:

- не допускати сторонніх осіб в котельню;
- забезпечити безпеку обслуговуючого персоналу, будівлі і обладнання котельні, у випадку необхідності надати першу допомогу постраждалим та викликати швидку допомогу;
- зберегти обстановку в котельні у тому стані, який виявився після аварії, якщо це не загрожує життю людей;
- зупинити котлоагрегат;
- зупинити паливоподачу;
- при необхідності викликати пожежну охорону;
- попередити про припинення роботи та евакуацію людей;
- викликати ремонтний персонал, приступити до ліквідації аварії;

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						80
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- час зупинки котла зареєструвати у журналі.

Відповідальна особа за експлуатацію котельні при отриманні інформації про аварію повинен:

- прибути негайно до місця аварії;
- при необхідності викликати пожежну охорону;
- перевірити правильність дій персоналу;
- координувати дії спеціальних служб і ремонтного персоналу;
- організувати чергування, не допускати сторонніх осіб до місця аварії;
- повідомити про те, що сталося керівника підприємства, на балансі якого знаходиться котельня;
- очолити, у разі необхідності, керівництво ліквідацією аварії;
- дати вказівки про перевірку справності технологічних трубопроводів та обладнання;
- організувати ремонтно-відновлювальні роботи.

5.3.3 Вимоги щодо організації оповіщення у разі виникнення надзвичайної ситуації.

В котельні існує система аварійної звукової та світлової сигналізації, що спрацьовує у встановлених випадках, перерахованих у розділі 3.

Оповіщення про надзвичайну ситуацію здійснюється одним з наступних способів або їх комбінацією:

- поданням звукових і (або) світлових сигналів в усі виробничі приміщення будівлі з постійним або тимчасовим перебуванням людей;
- ввімкненням евакуаційних знаків "Вихід";
- ввімкненням евакуаційного освітлення та світлових показників напрямку евакуації.

СО вмикається автоматично від сигналу про пожежу. Також з приміщення оперативного (чергового) персоналу СО (диспетчера пожежного поста) слід передбачено можливість запуску СО вручну, що забезпечує надійну роботу СО не тільки при пожежі, а і у разі виникнення будь-якої іншої НС.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Звукові оповіщувачі повинні комбінуватися зі світловими, які працюють у режимі спалахування, у приміщеннях, де люди перебувають у шумозахисному спорядженні та у приміщеннях з рівнем шуму понад 95 дБ.

СО в режимі "Тривога" повинна функціонувати протягом часу, необхідного для евакуації людей, але не менше 15 хвилин.

Вихід з ладу одного з оповіщувачів не повинен призводити до виведення з ладу ланки оповіщувачів, до якої вони під'єднанні.

Електропостачання СО здійснюється за I категорією надійності згідно з (ПУЕ) від двох незалежних джерел енергії: основного - від мережі змінного струму, резервного - від акумуляторних батарей тощо.

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

Звукові оповіщувачі повинні відповідати вимогам ДСТУ EN 54-3:2003 "Системи пожежної сигналізації. Частина 3. Оповіщувачі пожежні звукові".

Світлові оповіщувачі, які працюють у режимі спалахування, повинні бути червоного кольору, мати частоту мигтіння в межах від 0,5 Гц до 5 Гц та розташовуватись у межах прямої видимості з постійних робочих місць.

5.3.4 Пожежна безпека

Питання попередження пожеж і зменшення створюваної ними шкоди актуальні з погляду як безпеки і збереження життя і здоров'я людей, так і економіки. Особливе значення питання пожежної безпеки мають на об'єктах енергетики у зв'язку з наявністю на них великої кількості матеріалів, що горять,

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						82
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розгалуженого кабельного господарства з великими струмовими навантаженнями.

У котельні небезпека виникнення пожеж пов'язана з наявністю великої кількості палива, різних масел в системах мастила технологічного устаткування і в електротехнічних установках; споживачів електроенергії різної потужності і напруги; високих температур теплоносія, димових газів, поверхонь технологічного устаткування і трубопроводів.

Джерелами пожежі є:

- іскри, що утворюються при коротких замиканнях;
- нагріваче електроустаткування при його перевантаженні;
- вибух обладнання.

Котельня окреморозташована.

Котельня розміщується в одноповерховій будівлі. Будівля обладнана пожеже-охоронною сигналізацією, аварійним освітленням, та наглядною інформацією про шляхи евакуації на випадок пожежі.

Виробничі режими будівлі:

- 1) ступінь пожежної та вибухопожежної безпеки – категорія "Г";
- 2) ступінь вогнестійкості – II.

Стіни котельні залізобетонні, перекриття – залізобетонні панелі. Вікна – металопластикові. Двері та ворота металеві. Підлога бетонна.

Евакуація людей з приміщення котельні здійснюється через двоє входних дверей та ворота. Відстань від робочих місць до евакуаційних виходів відповідає вимогам нормативних документів СНиП 2.09.02-85 "Производственные здания".

Пожежна безпека даної котельні забезпечена наступними заходами:

- у будівництві котельні забороняються до застосування матеріали і речовини, на які відсутні дані щодо їхньої пожежної безпеки;
- розміщення обладнання забезпечує безперешкодну евакуацію з приміщення котельні;
- котельня оснащена системою автоматичної сигналізації по загазованості окисом вуглецю, задимленню і відключенню електроенергії. У всіх

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						83
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

випадках здійснюється автоматична зупинка котлоагрегатів, перекриття подачі палива в котел та вимкнення вентиляторів;

- заземленням обладнання та трубопроводів;
- блискавкозахистом котельні;
- все електротехнічне устаткування систем пожежної сигналізації і автоматичного пожежогасіння відноситься до споживачів електроенергії першої категорії і живляться від двох незалежних джерел;
- у покритті котельні присутні витяжні дефлектори природньої вентиляції;
- відключенням тепловентиляторів при пожежі;
- котельня обладнана вибухобезпечною освітлювальною арматурою.

Проектом передбачено наявність в котельні ремонтної мережі 24 Вольт;

- котельня забезпечується необхідними засобами пожежегасіння:
 - приміщення котельні обладнано первинними засобами пожежегасіння в образі 6-х порошкових вогнегасників ВП-9Б;
 - в приміщенні котельні встановлено пожежні крани Ф50, 4шт продуктивністю не менше 2,5л/с кожен;
- контроль за роботою котельні здійснюється постійною присутністю обслуговуючого персоналу. Ремонт обладнання, арматури, приладів контролю та регулювання виконується спеціалізованими організаціями, що мають відповідні ліцензії і дозволи.

Відповідно до Закону України "Про пожежну безпеку" власники котельні чи уповноважені особи зобов'язані забезпечити її пожежну безпеку, якщо інше не передбачено відповідним договором.

Комплектацію вищевказаних засобів власник котельні виконує перед пуском її в експлуатацію.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						84
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

В об'ємі даного проєкту вирішено та передбачено:

- Вимоги по виміру температур систем T1 і T2, обліку тепла та води на підживлення мережі.
- Теплову ізоляцію трубопроводів, арматури, обладнання та газоходів.
- Автоматичне підживлення тепломереж.
- Частотне регулювання всіх насосів.

В проєкті застосовуються водогрійні котли з ККД 86%.

Даний котел відповідає сучасним принципам спалювання палива та виготовлений з використанням високоякісних матеріалів.

Можливість незалежної роботи кожного із котлів забезпечує максимальний сезонний коефіцієнт корисної дії, низький викид в атмосферу шкідливих речовин та мінімальний рівень шуму.

Автоматикою котла передбачено автоматичне регулювання горіння палива в необхідних режимах.

Всі зливи з трубопроводів та обладнання збираються в дренажну трубу та направляються в каналізаційний колодезь.

Для технологічного контролю котельня обладнана всіма необхідними приладами у відповідності з вимогами нормативів.

На газоході за котлом розміщується штуцер для підключення приладу для контролю складу димових газів.

Проектні об'єми теплоізоляції гарячих поверхонь обладнання та трубопроводів забезпечують втрати тепла через них не більше нормативних 1,5 - 2% від потужності котельні. При цьому вони використовуються для опалення самої котельні.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						85
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1. Техніко-економічні показники роботи котельні

№ п/п	Найменування показників	Одиниці вимірювання	Значення	Примітки
1	2	3	4	5
1	Вид будівництва		Нове	
2	Встановлена продуктивність котлів (твердопаливних)	МВт (Гкал/год)	20 (17,2)	
3	Розрахункова продуктивність котельні	МВт (Гкал/год)	20 (17,2)	
4	Річний виробіток тепла (з урахуванням власних потреб і втрат)	ГДж/рік Гкал/рік	160210 38263,7	
5	Річний відпуск тепла споживачам	ГДж/рік Гкал/рік	157005,8 37498,4	98%
6	Річне число годин використання встановленої продуктивності	годин	2224,6	
7	Річна витрата палива:	тонн	16968,8	
8	те ж умовного палива:	т.у.п	6356	Коеф.перевод у K=0,441
10	Встановлена потужність струмоприймачів	кВт	572	P _{розр} =400 кВт
11	Річна витрата електроенергії	тис. кВт·год	889,8	
12	Річна витрата води	м ³	-	
13	Максимальна годинна витрата води	м ³ /год	-	
14	Чисельність персоналу котельні	чол.	9	
15	Будівельний об'єм котельні	м ³	2002	
16	Загальна площа приміщень котельні	м ²	182	
17	Питомі показники на потужності струмоприймачів на 1 МВт встановленої	кВт/МВт	28,6	

№ п/п	Найменування показників	Одиниці вимірювання	Значення	Примітки
	продуктивності			
18	Питома витрата палива на 1Гкал:	$\frac{\text{кг}}{1\text{Гкал}}$	443,5	
19	Питома витрата умовного палива на 1Гкал відпущеної теплової енергії	$\frac{\text{кг умов.пал.}}{1\text{Гкал}}$	166,3	
20	Сумарний річний виробіток теплової енергії	$\frac{\text{МВт-годин}}{\text{рік}}$	44492,6	
21	Об'єм димових газів (при н.у)	млн. нм ³ /рік	113,7	
22	Кількість новостворених робочих місць	місце	9	
23	Тривалість будівництва	місяць	6	
24	Термін окупності будівництва	рік	1	

А даній роботі досліджувалося влаштування котельні на твердому паливі. Влаштування обумовлене необхідністю економії енергоресурсів, зменшенням залежності від палива, що постачається із-за кордону та зниженням інтенсивності шкідливих викидів у атмосферу.

Техніко-економічні розрахунки показали економічну ефективність цього будівництва. Кожне технічне рішення мало в своїй підоснові також і економічне обґрунтування. В наслідок чого, застосовувались найновітніші технології та обладнання в цій галузі, які потребують значних капіталовкладень, проте ефективна робота яких швидко себе окупує.

В проєкті був виконаний розрахунок теплових навантажень на опалення. На базі цих розрахунків і розрахунку теплової схеми котельні було прийнято рішення встановити два водогрійних котла Ardenz ТМ 10000-150 фірми «БЗКО», надійність роботи яких підтверджено на багатьох об'єктах. Допоміжне обладнання, що застосовується в системах, також підібрано з точки зору надійності та ефективності роботи.

Проектом передбачається автоматизація регулювання роботи обладнання, що зводить втручання людини в обслуговування котельні до мінімуму, та гарантує високу якість, надійність і безпечність роботи всіх систем.

Техніко-економічними розрахунками підтверджено, що будівництво котельні економічно доцільно, а прийняті проектом рішення за умовами належної експлуатації забезпечать ефективне функціонування обладнання з економним споживанням теплової енергії.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						88
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
2. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.
3. НПАОП 0.00-1.69-13 Правила охорони праці під час експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій, теплових мереж і тепловикористовувальних установок.
4. НПАОП 0.00-1.81-18 Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском.
5. ДБН В.2.5-77:2014 Котельні.
6. ПУЕ-2017 Правила улаштування електроустановок.
7. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
8. ДНАОП.0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
9. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія.
10. Зінич П. Л. Вентиляція громадських будівель. – К.:2002. – 255 с.
11. Зайченко Є. С. Теплотехнічний розрахунок і підбір огорожуючих конструкцій будинків різного призначення. Методичні вказівки. – К.: КНУБА, 1998. – 33 с.
12. Трофімович В.В. Моніторинг довкілля та інженерні методи охорони біосфери. Методичні вказівки. –К.: КНУБА , 2001.-60 с.
13. Ткачук А.Я., Потапов В.О., Зайченко Є.С., Росковшенко Ю.К. Методичні рекомендації з організації дипломного проектування за напрямком “Опалення , вентиляція і кондиціонування повітря житлових, громадських, промислових та сільськогосподарських будівель”.- К.: КНУБА , 1999.- 19с.

					КПІ МД.24.144.02141.ПЗ	Лист
						89
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. Сафонов В.В. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проєктів інженерно-будівельних спеціальностей. – К.: Основа , 2001 – 335 с.
15. Боженко М.Ф., Сало В.П. Посібник з практичних занять з дисципліни “Джерела теплопостачання та споживачі теплоти”. – К.: ІВЦ „Видаництво „Політехніка”, 2004. -192 с.
16. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
17. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
18. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
19. Основи охорони праці: Підручник. 2ге видання, доповнене та перероблене. / К.Н.Ткачук, М.О.Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз’яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.
20. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.
21. ДСТУ Б В.2.6-52:2008 Сходи маршеві, площадки та огорожі сталеві. ТУ.
22. О.М. Алабовський, М.Ф. Боженко, Ю.В. Хоренженко. Проєктування котелень промислових підприємств: Курсове проєктування з елементами САПР: Навч. посібник – К.: Вища шк., 1992.-207с.

Ім'я користувача:
Риндюк Дмитро Вікторович

Дата перевірки:
05.01.2024 12:47:56 EET

Дата звіту:
05.01.2024 13:09:09 EET

ID перевірки:
1016046175

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
92674

Назва документа: Ткаченко Олексій ТУ-з21мп

Кількість сторінок: 95 Кількість слів: 16980 Кількість символів: 135536 Розмір файлу: 4.45 MB ID файлу: 1015744475

28.5% Схожість

Найбільша схожість: 7.2% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1009603561)

21.7% Джерела з Інтернету 408 Сторінка 97

21.2% Джерела з Бібліотеки 275 Сторінка 107

0.11% Цитат

Цитати 3 Сторінка 108

Не знайдено жодних посилань

0.31% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 10 слів та 0%)

0.18% Вилучення з Інтернету 94 Сторінка 109

0.24% Вилученого тексту з Бібліотеки 93 Сторінка 111

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 321