

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Кафедра електричної інженерії

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розробка системи диспетчеризації котельні санаторно-оздоровчого
комплексу

Виконав: студент VI курсу, групи ЕЕМЗ-61

спеціальності 141 електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

Куцин Б. К.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Белякова І.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Вакуленко О.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Тарасенко М.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Габрусєв Г.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Тарасенко М.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«02» вересня

2020 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Куцину Богдану Костянтиновичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи диспетчеризації котельні санаторно-оздоровчого комплексу

Керівник роботи Белякова Ірина Володимирівна, к.т.н, доцент

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

Затверджені наказом ректора від «01» вересня 2020 року № 4/7-619

2. Термін подання студентом завершеної роботи 15 грудня 2020 р

3. Вихідні дані до роботи Генплан санаторно-оздоровчого комплексу, технічні дані встановленого електрообладнання

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітичний розділ

2. Проектно-конструкторський розділ

3. Розрахунково-дослідницький розділ

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

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

1. Аналіз роботи котелень на конденсаційних котлах та ефективність встановлення системи керування і диспетчеризації

2. Загальний план розташування засобів контрольно-вимірювальних приладів і автоматизації 3

3. План розташування силового, освітлювального обладнання та КВПіА у котельні

4. Система диспетчерського автоматизованого управління обладнанням котельні

5. Функціональна схема автоматизації котельні

6. Схеми електричні принципи управління каскадом котлів та циркуляційними насосами за допомогою контролерів 412

7. Схеми підключень живлення та управління котлами і циркуляційними насосами

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Гурик О. Я. к.т.н., доцент		
	Клепчик В.М. ст. викл.		
Нормоконтроль	Вакуленко О.О., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання 2 вересня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	02.09.20-20.09.20	
2	Аналітичний розділ	21.09.20-11.10.20	
3	Проектно-конструкторський розділ	12.10.20-15.11.20	
4	Розрахунково-дослідницький розділ	16.11.20-06.12.20	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	25.11.20-15.12.20	
6	Загальні висновки	07.12.20-09.12.20	
7	Оформлення пояснювальної записки	09.12.20-15.12.20	
8	Оформлення графічної частини	16.11.20-15.12.20	

Студент

(підпис)

Куцин Б.К.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Белякова І.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Куцин Б. К. Розробка системи диспетчеризації котельні санаторно-оздоровчого комплексу. 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Кваліфікаційна робота. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕЕмз-61. – Тернопіль.: ТНТУ, 2020.

Стор. - 65; рис. - 22; табл. - 8; плакатів - 9; джерел – 19.

У кваліфікаційній роботі здійснено розробку системи диспетчеризації котельні санаторно-оздоровчого комплексу.

Проведено розрахунок електричних навантажень та освітлювальної системи котельні санаторно-оздоровчого комплексу. Проаналізовано роботу котелень на конденсаційних котлах та особливості системи керування та диспетчеризації. Розроблено систему керування каскадом з 5 конденсаційних котлів на базі контролерів Logamatic 412, що забезпечують роботу котельні повністю в автоматичному режимі, з можливістю дистанційного контролю та налаштування необхідних параметрів котельної. Проведено розробку схеми диспетчеризації котельні та щита управління. Передбачено управління насосами, відсікання подачі газу в котельню при спрацюванні сигналізаторів загазованості, системи пожежної сигналізації та при відключенні електроенергії.

Проведено дослідження економічної ефективності при застосуванні автоматизованого теплопостачання та диспетчеризації.

Розглянуто заходи з техніки безпеки та електробезпеки при обслуговуванні технологічного обладнання котельні, здійснено розрахунок занулення.

Ключові слова: СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ, КОНДЕНСАЦІЙНИЙ КОТЕЛ, АВТОМАТИЗАЦІЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Котельні на конденсаційних котлах	8
1.2 Особливості побудови центральної системи керування котлами	14
1.3 Переваги диспетчеризації котелень	18
1.4 Постановка завдань кваліфікаційної роботи	20
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	21
2.1 Вибір типу та потужності котла	21
2.2 Розрахунок електричних навантажень котельні	25
2.2.1 Вибір електрообладнання	25
2.2.2 Вибір проводів живлення електрообладнання	29
2.3 Розрахунок освітлювальної системи	30
2.3.1 Вибір системи та типу джерел освітлення.	30
2.3.2 Розрахунок освітлювального електричного навантаження котельні	31
2.3.3 Вибір мережі освітлення та щитів	33
2.4 Вибір джерела безперебійного живлення для газового котла	37
3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	40
3.1 Створення системи диспетчеризації котельні	40
3.1.1 Система диспетчерського автоматизованого управління інженерним обладнанням	40
3.1.2 Основні рішення по автоматизації	42
3.1.3 Розробка щита управління	43
3.1.4 Розробка системи автоматичного контролю та керування на базі контролера SIEMENS	44
3.1.5 Розробка системи керування каскадом котлів на базі контролерів Logamatic 412	47
3.2 Економічна ефективність при застосуванні автоматизованого теплопостачання	51
	56

4 ОХОРОА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Техніка безпеки при обслуговуванні технологічного обладнання котельні	56
4.2 Електробезпека і розрахунок занулення	59
4.3 Дії у разі виникнення аварій та надзвичайних ситуацій техногенного характеру	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	64

ВСТУП

Актуальність теми.

На сьогоднішній день в Україні практично всі теплові мережі морально застаріли, при цьому споживання теплової енергії в житловому фонді міст майже вдвічі вище, ніж у Європі. Також у системах тепlopостачання різних галузей використовуються великі і зростаючі обсяги органічного палива, ціни на яке постійно зростають[1].

Система диспетчерського автоматизованого управління (АСДУ) інженерним обладнанням забезпечує реалізацію розподіленої системи незалежного моніторингу та управління інженерним устаткуванням і механізмами будівлі, розосереджених по території санаторно-оздоровчого комплексу з єдиним диспетчерським центром [2]. Система диспетчеризації котельні може забезпечити зниження загального енергоспоживання до 20-25% за рахунок впровадження енергозберігаючих алгоритмів роботи обладнання, автоматичної оптимізації режимів і інших заходів. Також забезпечить: зручність в експлуатації, виключення впливу людського фактору в управлінні об'єктом; оперативне оповіщення про виникнення збою устаткування; можливість віддаленого управління і контролю. Витрати на диспетчеризацію швидко окупаються, оскільки після її проведення відпадає необхідність в постійній присутності на об'єкті обслуговуючого персоналу.

Таким чином, вибір оптимальної, енергоощадної та автоматизованої системи тепlopостачання та створення системи диспетчеризації котельні є актуальним завданням, оскільки результати проекту будуть спрямовані не тільки на теплозаощадження та підвищення енергоефективності об'єкту, але і на вирішення екологічних та соціальних задач.

Метою кваліфікаційної роботи є створення системи диспетчеризації та автоматизації котельні санаторно-оздоровчого комплексу для зниження енергоспоживання та теплозаощадження.

Завдання дослідження:

- проаналізувати роботу котелень на конденсаційних котлах та особливості системи керування та диспетчеризації;
- здійснити розрахунок електричних навантажень та освітлювальної системи котельні санаторно-оздоровчого комплексу,
- розробити систему керування каскадом котлів на базі контролерів Logamatic 412;
- провести розробку щита управління та схеми диспетчеризації котельні.

Об'єкт дослідження – система електропостачання котельні санаторно-оздоровчого комплексу.

Предмет дослідження – система автоматизації котельного обладнання та диспетчеризації об'єкту.

Наукова новизна отриманих результатів: дістали подальший розвиток системи автоматичної оптимізації режимів та диспетчеризації котелень на конденсаційних котлах.

Практичне значення отриманих результатів виявляється у створенні системи автоматизації та диспетчеризації котельні санаторно-оздоровчого комплексу, що забезпечує зниження загального енергоспоживання та теплозаощадження.

Апробація.

Результати досліджень за темою кваліфікаційної роботи були представлені на IX-й Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (25-26 листопада 2020 року), Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя [2].

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків, переліку посилань (19 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 65 сторінок, 8 таблиць, 22 рисунка.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Котельні на конденсаційних котлах

Системи опалювання, побудовані на базі конденсаційних котлів, займають все більш впевнені позиції. Даний вид котельного обладнання має багато переваг, характеризується високим коефіцієнтом корисної дії і низьким рівнем викидів шкідливих речовин. Особливо цікавими для професіоналів в галузі тепlopостачання є котли настінні й підлогові потужністю від 45 кВт і вище. У котельнях такої потужності економічність конденсаційних котлів набуває нового значення, так як тарифи на газ вже не такі як для побутових споживачів.

Основні переваги котельних на конденсаційних котлах:

- малі габарити котельних і невелика вага обладнання;
- економія газу до 35% за сезон за рахунок високої ефективності і глибокої модуляції;
- можливість каскадної установки (до 16 котлів);
- низький рівень шуму і знижена вібрація (у порівнянні з традиційними котлами);
- економія на димоході (можливість викиду димових газів через стіну, значно менший діаметр);
- низькі викиди NO_x та CO_2 (в 5 - 7 разів нижче, ніж у традиційних котлів).

Переваги конденсаційних котлів по даному пункту очевидні - потрібно менше місця для установки котла або групи котлів, знижуються витрати на транспортування, монтаж і будівельну частину облаштування котельні. Економія газу до 35% за сезон за рахунок високої ефективності і глибокої модуляції.

Ці два пункти краще розглядати в комплексі, так як обидва дуже сильно впливають на економію газу конденсаційним котлом. Існує міф, що конденсаційні котли дійсно ефективні при опаленні теплими підлогами, в

іншому випадку їх ефективність не набагато більше традиційного котла. На щастя, це не так, у конденсаційного котла в конструкції передбачений пальник з модуляцією з повним попереднім змішуванням повітря і газу. Такий пальник дозволяє досягати досить глибокої модуляції потужності (до 10...15% від номіналу) не тільки зменшуючи кількість газу, але і повітря. Причому, надлишок повітря значно нижча, ніж у традиційних котлах (<1.3), що сприяє конденсації. До того ж в нашому кліматі вельми довгі так звані перехідні періоди опалення (весна-осінь), коли середньодобові температури на вулиці не нижче $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Таким чином, конденсація в такому котлі йде навіть при роботі зі стандартною радіаторних системою опалення. Причому, в режимі знижених навантажень ККД конденсаційного котла може досягати максимальних значень, на відміну від атмосферних газових котлів, ККД яких тільки падає в такому режимі через високий надлишку повітря.

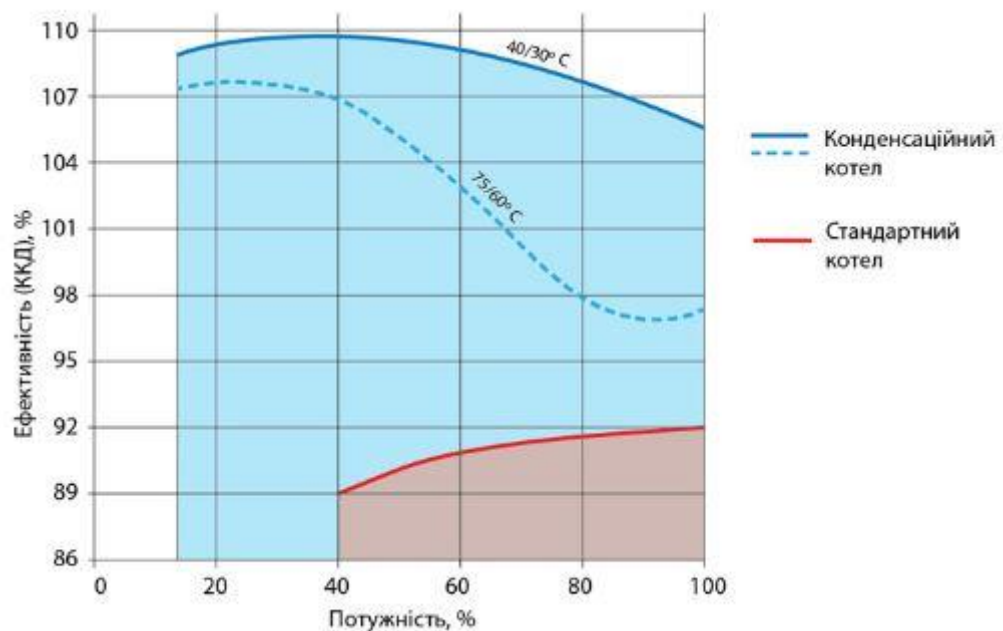


Рисунок 1.1 – Ефективність котла в залежності від навантаження

Для зручності установки в каскаді для конденсаційних котлів пропонується спеціальні аксесуари, які перетворюють окремо встановлені котли в єдину систему. Переваги каскадної системи з конденсаційними котлами - легкість монтажу, особливо якщо додатково замовити гідравлічні й димохідні аксесуари для каскаду котлів, і дуже компактні розміри котельні, особливо з настінними моделями. Варто відзначити модуляцію потужності

такої котельні, до прикладу, котельня потужністю 600 кВт може розвантажуватися до 11 кВт, що дає в перехідний період (восени і навесні) недосягну для традиційних котлів економію [3].

Конденсаційний котел це дороге і сучасне обладнання, що працює на газі. У багатьох європейських країнах покупка конденсаційного котла є обов'язковою при установці нового газового обладнання. До додаткових переваг такої техніки можна віднести [4]:

- розширені можливості автоматики (управління декількома контурами, можливість декількох режимів опалення, управління через інтернет і ін.);
- комбіноване опалення - легко комбінується з будь-якими іншими джерелами тепла - тепловими насосами, сонячними колекторами, твердопаливними і електродкотлами.

Назва "конденсаційні" котли отримали в зв'язку з тим, що в них застосована технологія добування додаткового тепла при зміні агрегатного стану води з пари, що міститься в димових газах, в конденсат.

У процесі згоряння природного газу утворюється водяна пара, який в звичайних котлах випаровується разом з димовими газами (рис. 1.2). Але якщо цей пар перетворити в рідину, то можна отримати додаткову кількість теплової енергії і передати її теплоносію. Для цього в конденсаційних котлах встановлений вторинний теплообмінник через який проходить поворотний теплоносій (рис 1.3).

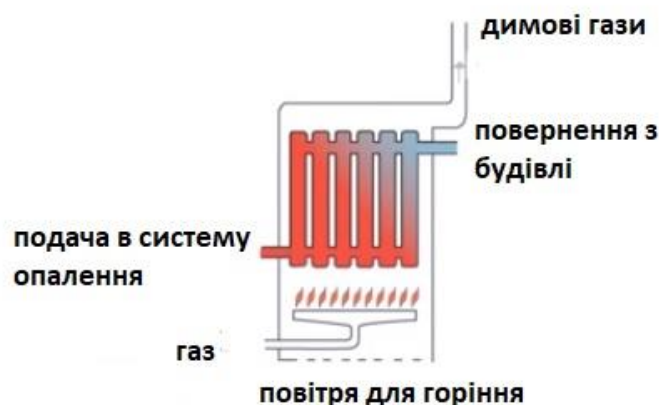


Рисунок 1.2 – Принцип роботи звичайного конвекційного котла

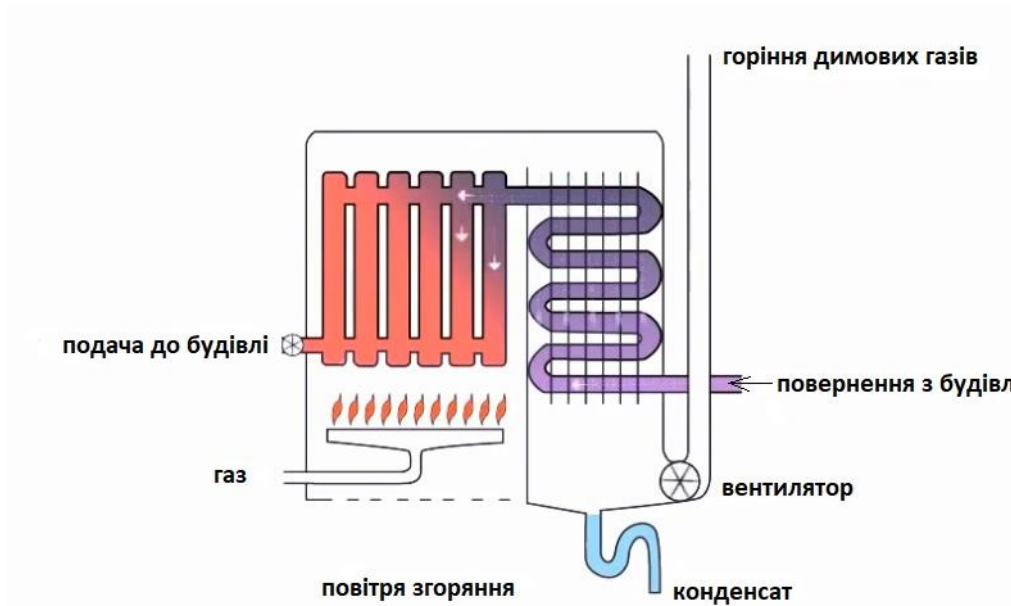


Рисунок 1.3 – Принцип роботи конденсаційного котла

Температура при якій відбувається перетворення з пари в рідину називається точкою роси, а сам процес конденсацією. Для води ця температура становить приблизно 57-58 °С. Це максимальна температура оборотки при якій котел буде працювати енергоефективно. При більш високій температурі - його ККД буде аналогічним традиційному котла.

Роботу конденсаційного котла можна розбити на кілька етапів [5]:

1) Продукти згоряння, проходячи крізь перший (стандартний) теплообмінник, охолоджуються до температури вище точки роси, передаючи теплоносію близько 90% енергії.

2) Продукти згоряння надходять у другий (конденсаційний) теплообмінник, де відбувається зниження їх температури до 50 градусів. Для охолодження використовується зворотна лінія подачі води опалювальної системи (чим холодніша вода в зворотньому трубопроводі, тим вищий ККД конденсаційного котла).

3) Відбувається конденсація пари і передача теплоносію додаткової, прихованої (близько 10-15%) енергії. Продукти згоряння на виході мають низьку температуру. Конденсаційний теплообмінник виготовляється з антикорозійних матеріалів (алюмініє-кремнієвого сплаву, нержавіючої сталі).

Це впливає на довговічність експлуатації котла, теплообмінник якого, піддається впливу хімічно агресивного конденсату.

4) Конденсат надходить у спеціальний резервуар, після чого виводиться по трубі в каналізацію. З метою захисту навколишнього середовища в деяких країнах встановлені правила по забору конденсату. Якщо потужність котла більше 200 кВт, то необхідно встановити нейтралізатор, що містить магній і кальцій, здатні «знешкодити» агресивність конденсату.

При розрахунку ККД газових котлів оперують двома параметрами - нижня теплотворна здатність газу (яка не враховує енергію пара в димових газах) і верхня. Оскільки до 70-х років конденсаційні технології не використовувалися, а що утворюється в процесі відведення газів конденсат тільки прискорював корозію теплообмінників, то при розрахунку ККД газового котла використовувалася нижня теплотворна здатність. З впровадженням конденсаційних технологій, тепло міститься в парі навчилися отримувати, але ККД розраховувався все одно по нижній теплотворній здатності. ККД традиційного котла становить до 98%. Плюс близько 11% це додаткове тепло конденсації. Разом ККД конденсаційного котла виходить на 109%.

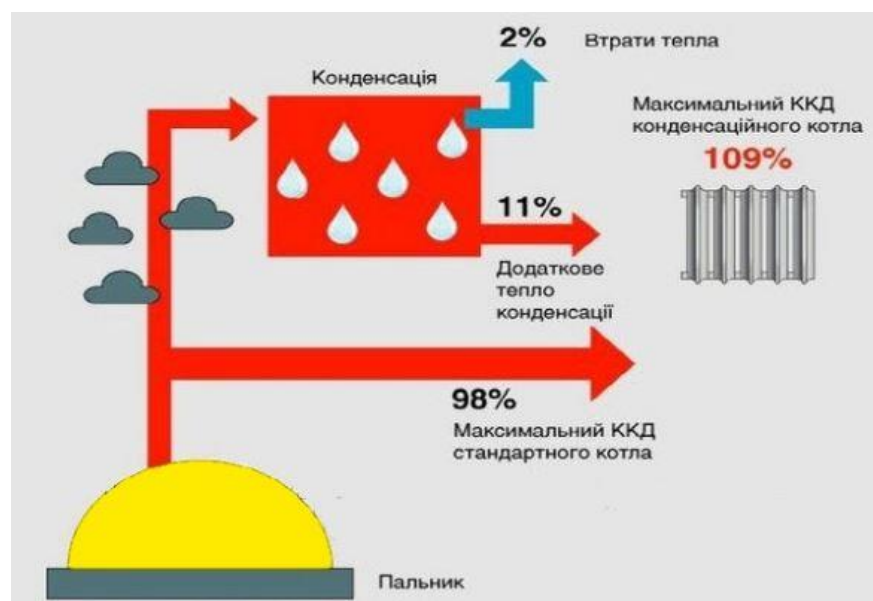


Рисунок 1.4 – ККД газових конденсаційних котлів [5].

Звичайно, реальний ККД не може бути більше 100%, зате ми бачимо наскільки конденсаційні котли ефективніше традиційних.

При експлуатації конденсаційних котлів утворюється конденсат - досить агресивна рідина з вмістом кислот. У різних європейських країнах існують різні вимоги до його відводу. Це або скидання в каналізацію, або збір в спеціальну ємність з нейтралізуючим гранулятом. В Україні таких вимог поки немає. У котлів потужністю до 30 кВт конденсату утворюється небагато, близько 30 літрів на добу, і його можна відводити в каналізацію.

Конденсаційні котли найбільш ефективні в низькотемпературних системах опалення, з температурою поворотного теплоносія до 55 °С. Цей момент потрібно врахувати при проектуванні або ремонті. У системах опалення з низькотемпературним режимом потрібно встановити більшу кількість радіаторів, зробити менший крок труби теплої підлоги. Зате витрата газу буде мінімальним. У середньостроковій, а тим більш довгостроковій перспективі, при постійному зростанні цін на природний газ, пристрій системи з низькотемпературним теплоносієм і конденсаційним котлом - вигідне вкладення коштів.

У котельні санаторно-оздоровчого комплексу встановлено конденсаційні газові котли Buderus Logamax plus GB 162-100 (Німеччина). Вони характеризуються компактними розмірами і низьким рівнем шуму, а завдяки інноваційному рекуперативному теплообміннику ефективність при роботі котла на 9,25% вище в порівнянні з традиційними котлами [6].

Особливості газового котла Buderus Logamax plus GB 162-100 [6]:

- для комунальних об'єктів чи великих заміських будинків;
- для полегшення монтажу можливе використання насосних груп;
- керамічний пальник з плоским полум'ям;
- зручність конструкції котла Buderus;
- коефіцієнт корисної дії котла 110,5%;
- адаптація до будь-якої гідравлічної системи;
- використання автоматики Logamatic RC 35 з наявністю сервісного меню як опції;

- можливість реалізації ГВС за допомогою бойлера непрямого нагріву;
- підключення до будь-яких систем;
- відсутність шуму при роботі;
- підвищена зносостійкість теплообмінника;
- блок KombiVENT змішує повітря з газом.

Котел має вбудовану функцію захисту від замерзання, а це значить, що для котла не потрібно зовнішня система захисту від замерзання. Система захисту від замерзання включає котел при температурі котлової води 7°C і вимикає при 15°C . Іншу опалювальну систему котел не захищає від замерзання.

Якщо конденсаційний котел працює в температурному режимі (60/40 $^{\circ}\text{C}$), то економія газу в середньому складе 13%.

Вимоги до монтажу конденсаційного котла відрізняються від вимог до монтажу традиційного котла:

- для відведення димових газів використовується спеціальний кислотостійкий високотемпературний пластик або нержавіюча труба, які або монтують («гільзи») в димохідний канал або кріплять до фасаду будинку;
- передбачити злив конденсату від котла в господарсько-побутових каналізацію через гідрозатвор (із застосуванням спеціальних нейтралізаторів кислоти). Щодня в каналізацію може зливатися до декількох десятків літрів конденсату.

1.2 Особливості побудови центральної системи керування котлами

Сучасні системи опалення часто мають кілька генераторів тепла або об'єднують декілька джерел енергії: газ, відновлювальні джерела енергії (енергія повітря, сонячна енергія, геотермальна енергія), тверде або рідке паливо. Це дає, насамперед, економічну перевагу та ефективність роботи за будь-яких умов.

Для ефективної взаємодії компонентів вони повинні регулюватися центральною системою керування, що забезпечує зручність використання, управління, модульність та масштабування системи опалення.

З системою керування Logamatic 4000 або Logamatic EMS plus можна ефективно і розумно контролювати всі компоненти опалювальної системи. Таким чином котел Logamax plus GB162 надає великі можливості для нового будівництва або/та реконструкції існуючих систем опалення.

Ключові переваги Logamax plus GB162 [7]:

- діапазон плавної зміни потужності від 18 до 100%;
- стандартизований коефіцієнт використання палива до 110%;
- технологія ALU plus для теплообмінника: завдяки новій внутрішній конфігурації трубок дозволяє забезпечити максимальну теплопередачу при компактному розмірі теплообмінника; дана конструкція також дозволяє зменшити витрати на технічне обслуговування і забезпечити більш тривалий термін служби теплообмінника;
- система ETA plus для оптимального використання енергії і мінімізації загальних експлуатаційних витрат;
- система FLOW plus для максимального використання теплоти конденсації димових газів і роботи з низьким рівнем шуму;
- насосна група з повною теплоізоляцією та енергозберігаючим насосом класу A++;
- сумісність з системами керування Logamatic EMS Plus, EMS/2, Logamatic серій 4000 та 5000 з можливістю віддаленого моніторингу;
- просте технічне обслуговування і сервіс завдяки компактній і зручній конструкції.

У котлах Logamax plus GB162 використовується принципово нова система адаптивного контролю горіння. Автоматика котла через електрод іонізації полум'я зчитує інформацію про якість горіння. Після обробки цих даних котел впливає на газовий клапан і вентилятор, що подає повітря для горіння, до тих пір, поки параметри горіння не стануть оптимальними.

Вбудований модуляційний насос керується електронікою котла і підлаштовується під систему опалення, забезпечуючи оптимальний температурний режим і економію електроенергії. Автоматика відстежує роботу прямих та змішувальних контурів у системі і в разі потреби знижує тиск, що розвивається насосом. Таким чином, знижується швидкість циркуляції води в опалювальних елементах, знижується рівень шуму і знижується температура зворотної води. Це в свою чергу призводить до інтенсивної конденсації пари з димових газів і зростанню ККД котла.

Конденсаційні котли нового покоління оснащені сучасним пальником з повним попереднім змішуванням газо-повітряної суміші і працюють з коефіцієнтом модуляції потужності 1:10. Це означає, що котел може забезпечувати найширший діапазон теплових навантажень, наприклад, котел потужністю 24 кВт може розвантажуватися до 2,4 кВт. Таким чином теплогенератор може без постійного включення-виключення пальника, тільки за рахунок модуляції полум'я, компенсувати тепловтрати приміщень навіть в перехідний періоди осінь-весна. Все це дозволяє суттєво економити газ не тільки за рахунок скорочення кількості пусків, але і за рахунок більш інтенсивної конденсації вологи з димових газів в режимі модуляції.

Інтелектуальні системи керування Buderus Logamatic забезпечують роботу котельної повністю в автоматичному режимі, з можливістю дистанційного контролю та налаштування необхідних параметрів котельної.

Розглянемо можливі способи керування опалювальною установкою.

Регулювання по зовнішній температурі. При цьому виді регулювання визначальним показанням для температури лінії подачі є тільки температура, виміряна зовнішнім датчиком. Коливання кімнатної температури через інсоляції, тепловиділень від людей, вогню в каміні або інших подібних джерел не враховуються. При використанні цього виду регулювання потрібно налаштувати термостатичні вентилі опалювальних приладів таким чином, щоб досягалася необхідна температура в різних приміщеннях.

Регулювання по кімнатній температурі. Іншим варіантом регулювання опалення є регулювання по кімнатній температурі. Залежно від заданої і вимірної кімнатної температури система регулювання розраховує потрібну температуру води в лінії подачі. Для регулювання кімнатної температури потрібно вибрати з усіх кімнат таке приміщення, температура в якому буде задавати температурні умови для всієї квартири. Всі фактори, впливають на температуру в цьому "контрольному приміщенні", де встановлюється пульт управління, будуть враховуватися системою регулювання, і це також відбивається на інших приміщеннях. Чи не в кожній квартирі знайдеться приміщення, що відповідає цим вимогам. У такому випадку для регулювання кімнатної температури задаються певні межі.

Якщо, наприклад, відкрити вікна в приміщенні, де вимірюється кімнатна температура, то система регулювання "думає", що вікна відкрили у всіх приміщеннях квартири і починає топити сильніше. Або навпаки, вимірювання температури відбувається в орієнтованій на південь кімнаті з різними джерелами тепла (сонце, інше опалювальне обладнання, наприклад, відкритий камін). Тоді система регулювання "думає", що у всіх приміщеннях також тепло, як в контрольному приміщенні, і знижує опалювальну потужність, що може призвести до значного охолодження кімнат, що виходять на північ.

При використанні цього виду регулювання термостатичні вентилі на опалювальних приладах повинні бути завжди повністю відкриті.

Регулювання по зовнішній температурі з урахуванням факторів, що впливають на кімнатну температуру. Цей вид регулювання поєднує в собі переваги двох попередніх видів. Потрібна температура лінії подачі, яка в більшій мірі залежить від зовнішньої температури, може бути змінена за рахунок кімнатної температури тільки в обмеженому діапазоні. Завдяки цьому кімнатна температура в приміщенні, де встановлений пульт управління, може краще підтримуватися, не залишаючи без уваги температурний режим в інших кімнатах.

При використанні цього виду регулювання термостатичні вентиля на опалювальних приладах в контрольному приміщенні повинні бути завжди повністю відкриті.

1.3 Переваги диспетчеризації котелень

Основна перевага диспетчеризації котелень - безперервність контролю і незалежність його від «людського фактора». Диспетчеризація забезпечує можливість контролю основних процесів, які відбуваються на об'єктах, і їх відповідність певним параметрам. У разі виходу параметрів за межі безпечної експлуатації, передбачається автоматична зупинка роботи об'єкта. При цьому інформація про виявлені порушення передається на локальний пульт управління і на центральний пульт по одному з каналів зв'язку [8].

Інформація про процеси, параметри і їх порушення зберігається в базі даних диспетчерського пульта. Спеціальні програми дозволяють автоматично вести облік подій на об'єктах в електронних журналах. При необхідності, до системи диспетчеризації можна підключити датчики вимірювання аналогових величин і тим самим забезпечити комплексне рішення управління і контролю на об'єкті.

Для максимальної автономності роботи, система диспетчеризації передбачає обладнання вбудованим джерелом безперебійного живлення, який може підтримувати роботу системи протягом доби без доступу до електромережі.

Витрати на диспетчеризацію об'єкта швидко окупаються за рахунок скорочення робочих місць операторів. Після проведення диспетчеризації відпадає необхідність в постійній присутності на об'єкті обслуговуючого персоналу.

Переваги диспетчеризації:

1. Реальна і повна картина стану інженерних систем в будь-який період часу, моніторинг on-line.

2. Можливість оцінки та аналізу ефективності роботи на основі сформованих звітів і статистичних даних.
3. Зниження загального енергоспоживання до 20-25% за рахунок впровадження енергозберігаючих алгоритмів роботи обладнання, автоматичної оптимізації режимів і інших заходів.
4. Скорочення витрат на ремонт інженерного обладнання до 40-50% завдяки попередженню виникнення збоїв в роботі, реєстрації відхилень а не аварій, і підвищенню ресурсу (рівномірне напрацювання мотогодин).
5. Зменшення витрат на службу експлуатації до 50-60% за рахунок оптимізації її чисельності.
6. Зручність в експлуатації, виключення впливу людського фактору в управлінні об'єктом.
7. Оперативне оповіщення про виникнення збою устаткування і позаштатних ситуаціях.
8. Можливість віддаленого управління і контролю.

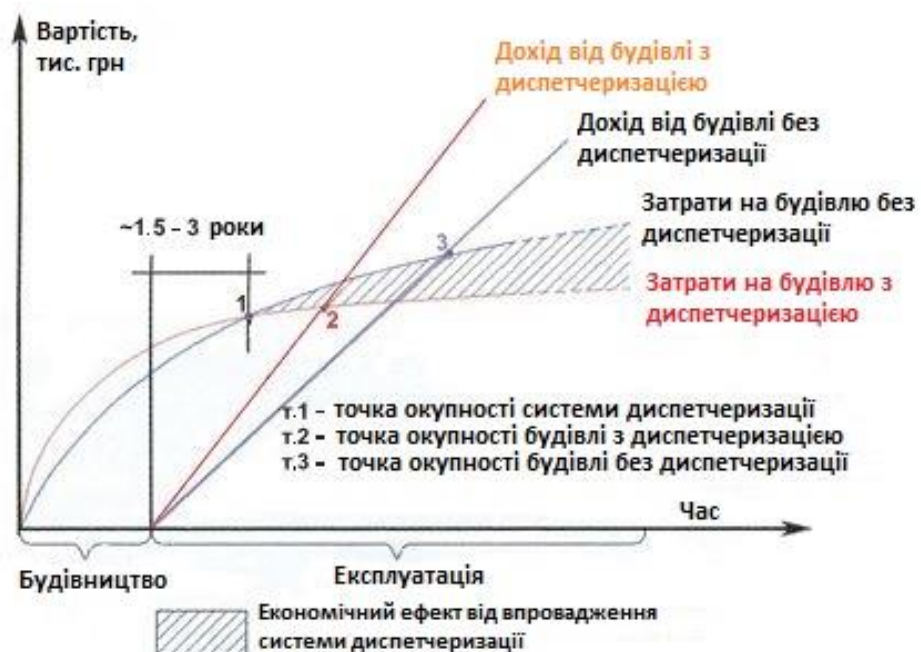


Рисунок 1.5 - Експлуатація автоматизованих котелень, які перебувають на диспетчеризації [8].

1.4 Постановка завдань кваліфікаційної роботи

Отже, сформулюємо постановку завдань кваліфікаційної роботи:

- проаналізувати роботу котелень на конденсаційних котлах та особливості системи керування та диспетчеризації;
- здійснити розрахунок електричних навантажень та освітлювальної системи котельні санаторно-оздоровчого комплексу,
- розробити систему керування каскадом котлів на базі контролерів Logamatic 412
- провести розробку щита управління та схеми диспетчеризації котельні.

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір типу та потужності котла

Систему теплопостачання санаторно-оздоровчого комплексу організуємо від дахової газової котельні. У котельні встановлюємо конденсаційні газові котли німецької фірми Buderus типу Logamax plus GB 162.

Котел можна встановлювати в будь-якому, зручному приміщенні, що відповідає вимогам ДБН В. 2.5-20-2001, в приміщенні повинно бути природне освітлення, каналізація та вентиляційний канал. При установці варто пам'ятати, що котел вимагає щорічного обслуговування і тому для цього необхідно забезпечити відповідний простір навколо котла.

Потужність котлів вибираємо відповідно до необхідної опалювальної площі приміщень (табл. 2.1). Загальна площа номерів у спальних корпусах та блоках апартаментів а також інших додаткових приміщень санаторно-оздоровчого комплексу 4800 м².

Таблиця 2.1 – Потужність котла Logamax plus GB 162 в залежності від опалювальної площі об'єкту [6].

Площа приміщень, що обігріваються, м ²	Потужність (теплопродуктивність) котла, кВт
200-300	25-35
300-600	35-60
600-1200	60-100

Таким чином, встановлюємо каскад з 5-ти котлів Logamax plus GB 162 – 100 потужністю 100 кВт. Габаритні розміри котла та місця підключення газу та трубопроводів подано на рисунку 2.1, а функціональна схема – на рисунку 2.2.

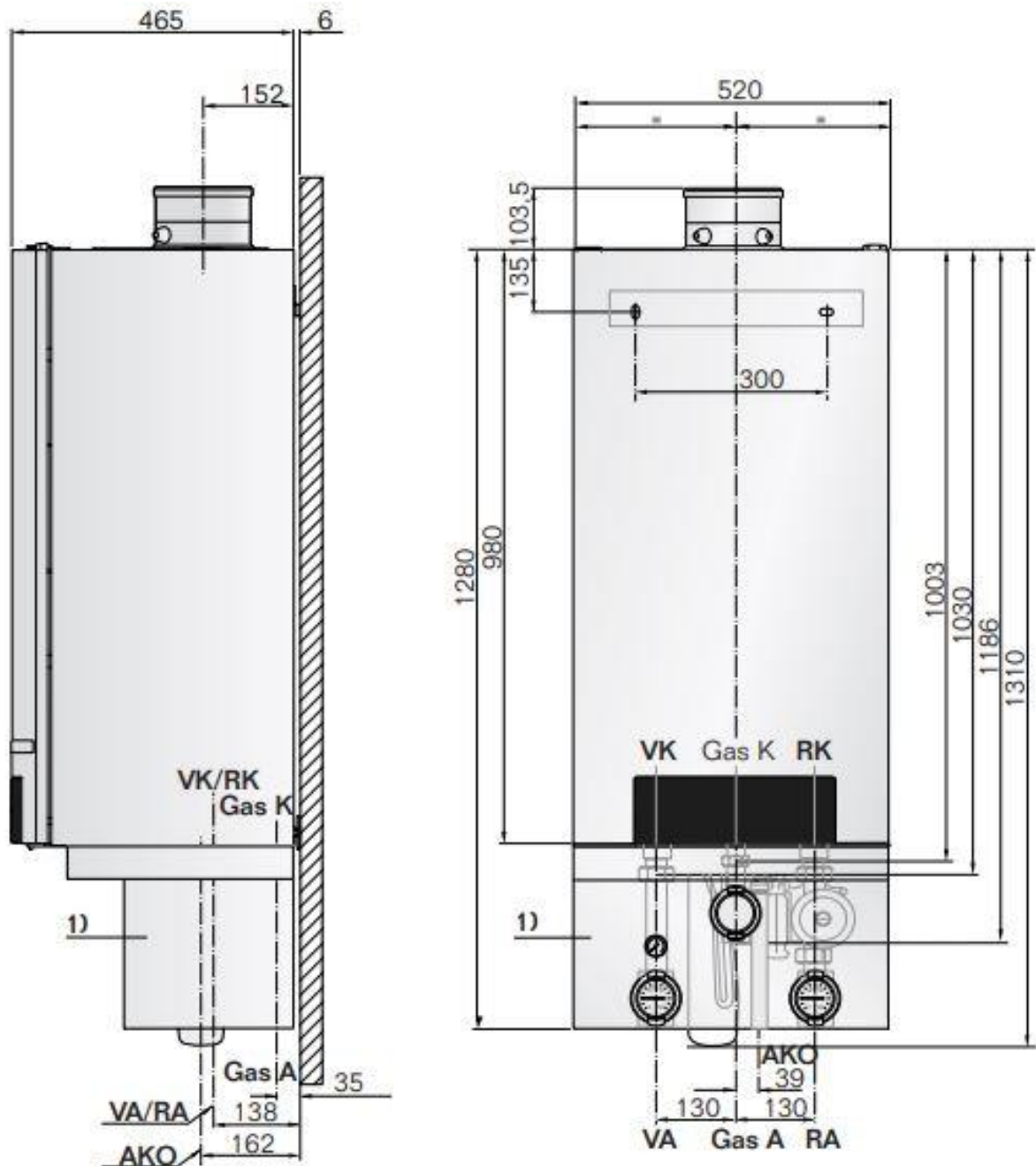


Рисунок 2.1 - Габаритні розміри і місця підключення газового конденсаційного котла Logamax plus GB162-100: AKO - відведення конденсату; GAS A - підключення газу; GAS K - підключення газу, VK - подаючий трубопровід; RK - зворотна лінія, VA - подаючий трубопровід; RA - зворотна лінія.

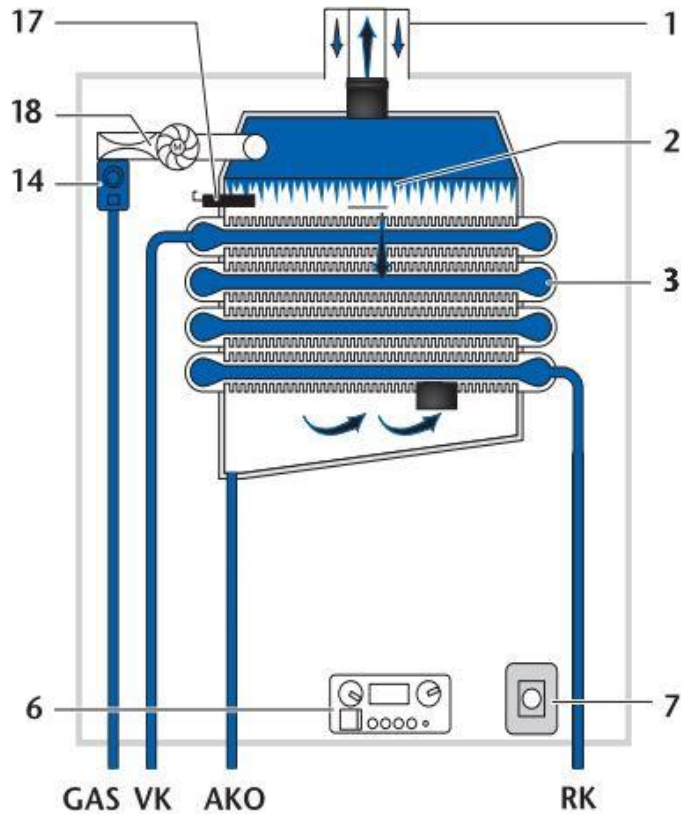


Рисунок 2.2 – Функціональна схема газового конденсаційного котла Logamax plus GB162-100: RK - зворотна лінія котла; VK - подаючий трубопровід котла; 1 - повітряно димовий патрубков; 2 - керамічна пальник плоского полум'я; 3 - теплообмінник з ребристими трубами по технології ALU plus; 6 - базовий контролер Logamatic BC10; 7 - універсальний автомат горіння UBA 3; 14 - газова арматура; 17 - розжарений електрод розпалу й електрод іонізаційного контролю; 18 -комбінований газо повітряний блок KombiVENT

Площа приміщення котельні $4000 \times 7000 = 28 \text{ м}^2$.

Оскільки котли підвісного типу, то розміщуємо їх в ряд (каскад 5 котлів GT1...GT5) на одній з стін котельні (рис. 2.3). Також передбачаємо розміщення додаткового обладнання: циркуляційних насосів M1...M4; контролерів керування A6, A7; щита управління котельні A8; датчиків і реле тиску; приладів пожежної сигналізації. Відомості про встановлене обладнання та прилади у котельні наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Додаткове обладнання та прилади у котельні

Позн на плані	Найменування	Кількість
1	2	3
A6	Контролер Logamatic 4121 з модулем FM457	1
A7	Контролер Logamatic 4122 з модулем FM442	1
A8	Щит управління котельні ЩА Кот1 РХС12.D	1
P1.1	Газосигналізатор, "Лелека-2"	1
P2.1	Прилад приймально-контр. пожежний, Тірас 2П	1
P2.2, P2.3	Сповіщувач пожежний димовий, СП-4Т	2
BK1	Вимикач кінцевий, RS10421	1
BT2	Давач температури каскаду котлів, FK	1
BT3	Давач температури гарячої води, FB	1
BT4, BT5	Давач температури подаючої води, FV	2
BT6	Термостат кімнатний, Colibri 11	1
BP1, BP2	Реле тиску газу, GW 50 A6, 5÷50 mBar	2
BP3	Реле тиску води, KPI 35, -0.2÷8 Bar	1

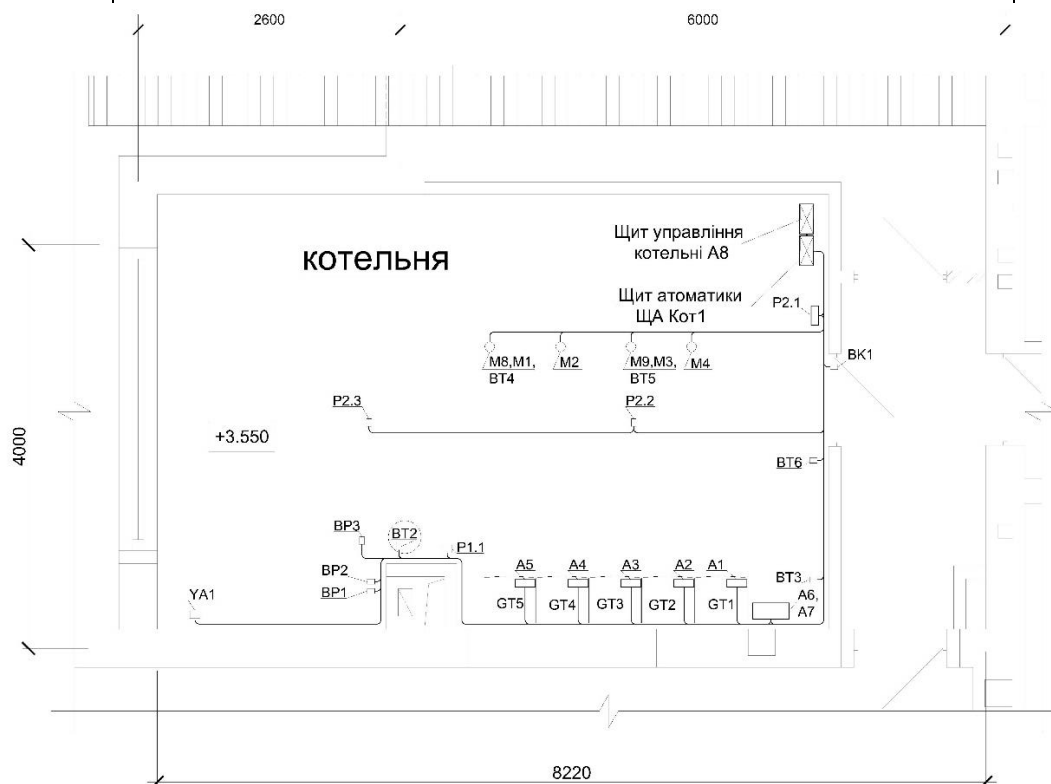


Рисунок 2.3 – План котельні з розміщенням електрообладнання

2.2 Розрахунок електричних навантажень котельні

2.2.1 Вибір електрообладнання

Основне електрообладнання котельні - це конденсаційні котли та циркуляційні насоси з електроприводами (асинхронними однофазними двигунами). Відомості основних споживачів електричної енергії котельні наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Відомість споживачів електроенергії

№	Найменування споживача	Кількість	$P_{\text{ном}}$, кВт
GB	Котел GB 162-100	5	0,15 кВт
M1, M2	Насос циркуляційний, Stratos 65/1-9, ~230 В, 2,6 А	2	0,5 кВт
M3	Насос циркуляційний, Stratos 30/1-12, ~230 В, 1,37 А	1	0,2 кВт
M4	Насос циркуляційний, Stratos 50/1-8, ~230 В, 1,37 А	1	0,2 кВт
M5	Насос рециркуляційний, TOP-Z 20/4, ~230 В, 0,5 А	1	0,06 кВт
M6, M7	Насос підживлюючий, MultiPress HMP 303, ~230 В, 4 А	2 1 резерв	0,55 кВт
M8, M9	Електропривід триходового клапана, AMB162, ~230 В, 0,02 А	2	0,005 кВт

Для розрахунку електричних навантажень котельні використовуємо метод коефіцієнта максимуму.

Розраховуємо середні навантаження за формулами:

$$P_{\text{ср}} = n \cdot P_H \cdot K_{\text{е}} \quad (2.1)$$

де n – кількість електроприймачів,

P_H – номінальна потужність одного електроприймача,

$K_{\text{е}}$ – коефіцієнт використання.

$$Q_{cp} = P_{cp} \cdot \operatorname{tg} \varphi. \quad (2.2)$$

Проведемо розрахунок, наприклад, для циркуляційних насосів (M1, M2).

Середнє активне навантаження:

$$P_{cpM1,M2} = 2 \cdot 0,5 \cdot 0,7 = 0,7 \text{ кВт};$$

Середнє реактивне навантаження:

$$Q_{cpM1,M2} = 0,7 \cdot 0,62 = 0,434 \text{ кВАр};$$

Потім знаходимо сумарне середнє активне і реактивне навантаження

$$P_{cp\Sigma} = \sum_{i=1}^n P_{cpi},$$

$$P_{cp\Sigma} = 1,94 \text{ кВт};$$

$$Q_{cp\Sigma} = \sum_{i=1}^n Q_{cpi}$$

$$Q_{cp\Sigma} = 1,2 \text{ кВАр}.$$

Знаходимо середній коефіцієнт використання

$$K_{\text{в}\Sigma} = \frac{P_{cp\Sigma}}{P_{\text{ном}\Sigma}}, \quad (2.3)$$

$$K_{\text{в}\Sigma} = 1,94 / 2,77 = 0,7.$$

Після цього знаходимо ефективну кількість споживачів

$$n_{\text{еф}} = (\sum P_{\text{ном}})^2 / \sum p_{\text{ном}}^2 \quad (2.4)$$

$$n_{\text{еф}} = 7,67 / 2,03 = 3,78 \approx 4$$

Знаходимо коефіцієнт максимуму за графіком [9]

$$K_{\text{max}} = f(n_e; K_{\text{в}\Sigma}),$$

$$K_{\max} = f(4; 0,7) = 1,29.$$

Розраховуємо максимальні навантаження по котельні:

$$P_{\max} = P_{cp} \cdot K_{\max}, \quad (2.5)$$

$$P_{\max} = 1,94 \cdot 1,29 = 2,5 \text{ кВт}$$

Розраховуємо реактивну максимальну потужність

$$Q_{\max} = \begin{cases} 1,1 \sum_{i=1}^n k_{\phi i} \cdot P_{ni} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i & \text{при } n_e \leq 10, \\ \sum_{i=1}^n k_{\phi i} \cdot P_{ni} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i & \text{при } n_e > 10; \end{cases} \quad (2.6)$$

Оскільки ефективна кількість електроприймачів становить менше 10, то:

$$Q_{\max} = 1,1 \cdot 1,32 = 1,32 \text{ кВар.}$$

Розраховуємо максимальну повну потужність

$$S_{\max} = \sqrt{P_{\max}^2 + Q_{\max}^2}, \quad (2.7)$$

$$S_{\max} = \sqrt{2,5^2 + 1,32^2} = 2,83 \text{ кВ} \cdot \text{А.}$$

Знаходимо розрахунковий струм групи електроприймачів за формулою:

$$I_{\max} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3} \cdot U_H}, \text{ А;} \quad (2.8)$$

$$I_{\max.} = \frac{2,83}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 4,3, \text{ А.}$$

Результати розрахунків по іншим електроприймачам записуємо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахунок електричних навантажень котельні

Паспортні дані							Розрахункові дані		Ефективне число ЕП, ne	Коефіцієнт розрахункового навантаження, Кр	Розрахункова потужність			Розрахунковий струм Ір, А
Найменування ЕП	Кількість ЕП, шт	Одного ЕП, Рн	Загальна Рн	Коефіцієнт використання, Кв	Коефіцієнт реактивної потужності		Кв*Рн	Кв*Рн* tgφ			Активна, кВт Pr=Pм	Реактивна, кВАр Qr=Qм	Повна потужність, кВА Sp=Sm	
					cosφ	tgφ								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
GB 162-100 Котел	5	0,15	0,75	0,7	0,85	0,62	0,525	0,325						
М1, М2 Насос циркуляційний	2	0,5	1	0,7	0,85	0,62	0,7	0,434						
М3, М4 Циркуляційний насос	2	0,2	0,4	0,7	0,85	0,62	0,28	0,174						
М5 Насос рециркуляційний	1	0,06	0,06	0,7	0,85	0,62	0,042	0,026						
М6 Насос підживлюючий	1	0,55	0,55	0,7	0,85	0,62	0,385	0,24						
М8, М9 Електропривід триходового клапана	2	0,005	0,01	0,7	0,85	0,62	0,007	0,004						
Всього	13		2,77				1,94	1,2	13	1,29	2,5	1,32	2,83	4,3
Освітлення	9	0,02	0,18	0,8	0,95	0,32	0,144	0,05			0,14	0,05		
Всього											2,64	1,37	3,0	

2.2.2 Вибір проводів живлення електрообладнання

Електропроводку силових мереж у котельні виконуємо кабелем ВВГнг, прокладеним цільних коробах і в трубах. А управління здійснюємо кабелями марки МКЕШ та ПВС. Кабель МКЕШ (монтажний кабель в екрані з захисним шлангом) відноситься до категорії сполучних кабелів і призначений переважно для фіксованого міжблокового і внутрішньоблокового з'єднання різних електричних пристроїв. Провід ПВС покривається ізолюючою поверхнею з полівінілхлоридного пластика та складається з безлічі мідних жил. Вибрані проводи зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Проводи живлення та управління

№ ЕП	Мережа		РС	
	Марка, кількість жил та січення проводу	Довжина, м	Марка, кількість жил та січення проводу	Довжина, м
1	2	3	4	5
GB A1	ВВГнг 3x1,5	10	МКЭШ 2x1,0	6
GB A2	ВВГнг 3x1,5	10	МКЭШ 2x1,0	6
GB A3	ВВГнг 3x1,5	11	МКЭШ 2x1,0	7
GB A4	ВВГнг 3x1,5	11	МКЭШ 2x1,0	7
GB A5	ВВГнг 3x1,5	12	МКЭШ 2x1,0	7
M1	ВВГнг 3x1,0	10	ПВС 2x0,75	10
M2	ВВГнг 3x1,0	9	ПВС 2x0,75	9
M3	ВВГнг 3x1,0	8	ПВС 2x0,75	8
M4	ВВГнг 3x1,0	8	ПВС 2x0,75	8
M5	ВВГнг 3x1,0	55	-	-
M8	-	-	ПВС 4x0,75	12
M9	-	-	ПВС 4x0,75	10

2.3 Розрахунок освітлювальної системи

2.3.1 Вибір системи та типу джерел освітлення

В котельні передбачаємо встановлення робочого загального рівномірного освітлення та аварійного. В котельних приміщеннях для обов'язкового обладнання аварійним освітленням, відповідно до вимог ДБН, підлягають наступні місця [10]:

- фронт котлів;
- проходи між котлами, а також ззаду, під і над ними;
- всі пульти і щити управління;
- вимірювальні і водовказівні прилади;
- обладнання водопідготовки;
- насосні.

Оптимальним буде вибір світильників для організації робочого та аварійного освітлення в котельні за наступними вимогами:

- високий клас вологозахищеності. Слід використовувати світильники, чий клас захисту знаходиться не нижче 65IP. У такій ситуації ви зможете запобігти потраплянню всередину лампи води, що може призвести до короткого замикання і виходу освітлювального приладу з ладу;
- ступінь захисту світильника від бруду і пилу. Зазвичай, при високому класі вологозахищеності, лампи володіють і ступенем захисту від бруду і пилу.
- захист від механічних пошкоджень. У ситуації з аварійним освітленням прилади потрібно додатково захищати і від механічних пошкоджень.

Розрахунок аварійного освітлення в приміщенні котельні повинен виходити з того, що освітлення обов'язково має мати незалежне живлення.

Як джерело світла використовуємо світлодіодні світильники [11]. Це сучасні джерела світла, які за всіма технічними характеристиками на теперішній час найкращі. Світлодіодні лампи в процесі своєї роботи не нагріваються, є повністю пожежобезпечними і екологічними, і споживають мало електроенергії.

Оскільки в котельні роботи високої точності не здійснюються, то приймаємо нормативну освітленість рівною $E_n = 150 \text{ Лк}$ (СНіП-ІІ-35-76).

2.3.2 Розрахунок освітлювального електричного навантаження котельні

Розрахуємо параметри приміщення.

Визначаємо висоту від світильника до робочої поверхні

$$h = H - (h_3 + h_p) \quad (2.9)$$

де H - висота приміщення, м;

h_3 - висота звисання світильника. м;

h_p - висота робочої поверхні, м.

$$h = 5 - (1 + 0,8) = 3,2 \text{ м}$$

Визначаємо індекс приміщення

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (2.10)$$

де A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м.

$$i = \frac{4 \cdot 7}{3,2 \cdot (4 + 7)} = \frac{28}{35,2} = 0,795$$

За величиною індексу приміщення і коефіцієнтів відбиття світлового потоку від стін, стелі, і робочої поверхні: $\rho_n = 70 \%$, $\rho_c = 50 \%$, $\rho_p = 10 \%$ по таблиці знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 38\%$.

Обираємо світильник світлодіодний Philips WT045C LED20/NW PSU CFW L1665 (рис. 2.4) з ступенем захисту IP65, світловим потоком 1600 Лм та потужністю 20 Вт.

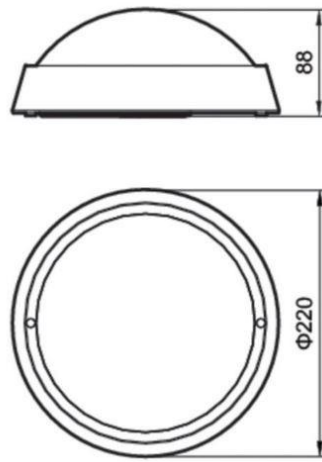


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри світильника WT045C LED20

Розраховуємо освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Визначаємо кількість світильників:

$$N = \frac{E_n \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_n \cdot \eta}, \quad (2.11)$$

де E_n - нормативне значення рівня освітленості в приміщенні, 150 лк

K_3 - коефіцієнт запасу, що враховує зниження світлового потоку, для світлодіодних ламп $K_3 = 1,2$;

S – площа приміщення, 28 м²

Z – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу світлового потоку по робочій поверхні, 1,15;

n – кількість ламп в світильнику, 1;

Φ_n – світловий потік однієї лампи, 1600 лм

η - коефіцієнт використання світлового потоку 38%.

$$N = \frac{150 \cdot 1,2 \cdot 28 \cdot 1,15}{1 \cdot 1600 \cdot 0,38} = 9,5 \approx 9$$

Розмістимо схематично світильники в котельні в три ряди по 3 штуки (рис. 2.5).

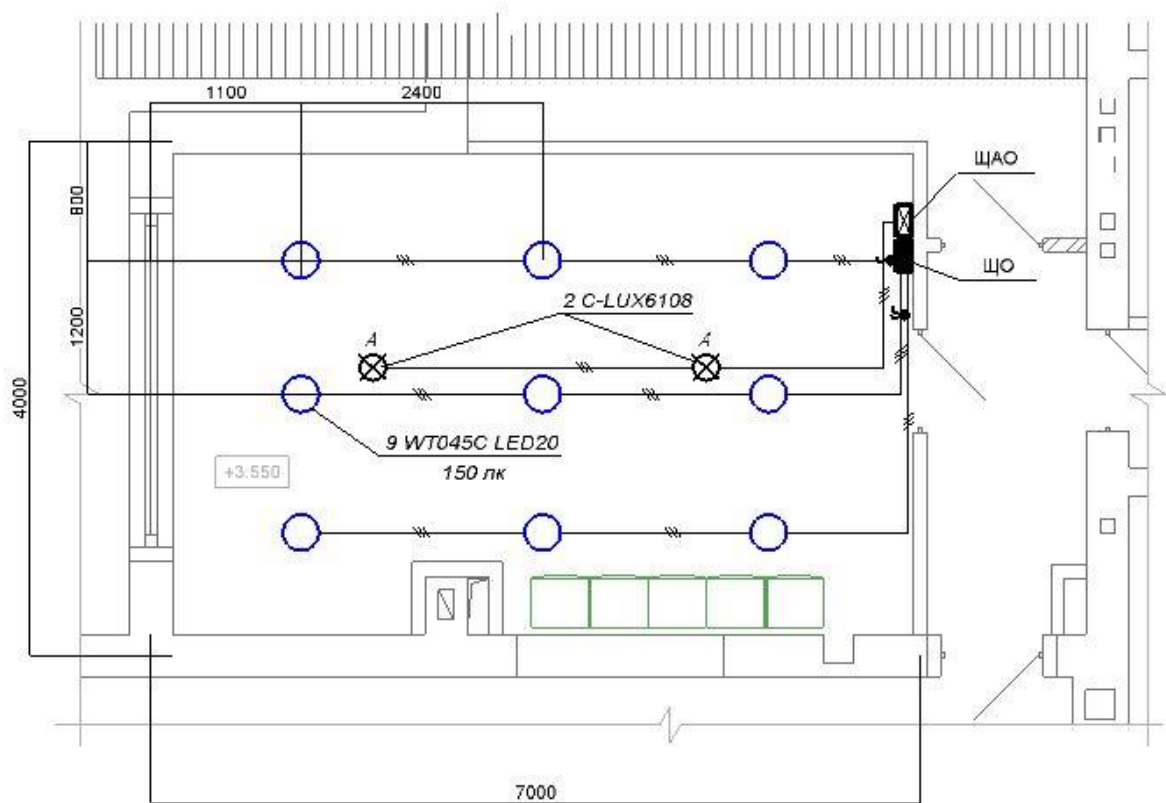


Рисунок 2.5 – План розміщення світильників в котельні

Також передбачаємо аварійне освітлення двома вибухозахищеними світильниками для аварійного освітлення IP66 C-LUX 6108 2ExedmIIC4.

2.3.3 Вибір мережі освітлення та щитів

Електроосвітлювальні мережі розраховують на допустиме нагрівання провідників, допустиму втрату напруги і механічне навантаження.

Складаємо схему електромережі освітлення (рис. 2.6).

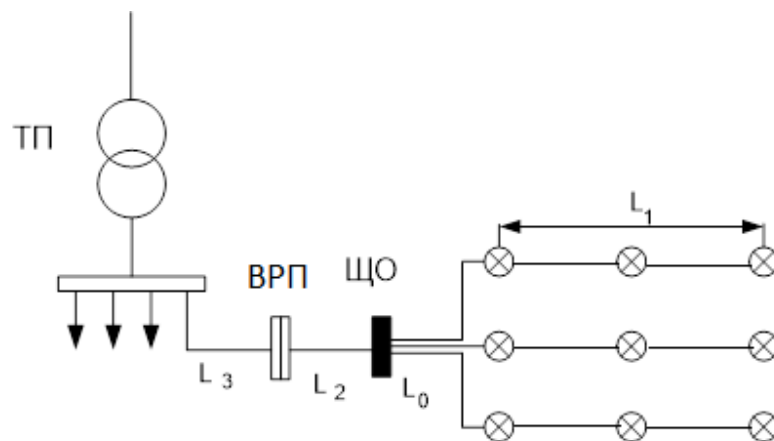


Рисунок 2.6 - Схема електромережі освітлення котельні

Розрахуємо величину потужності в системі освітлення

$$P_{осв} = N \cdot (n \cdot P_l), \quad (2.12)$$

де N – кількість світильників;

n – кількість ламп в світильнику;

P_l – потужність однієї лампи.

$$P_{осв} = 9 \cdot (1 \cdot 20) = 180 = 0,18 \text{ кВт}$$

Визначаємо величину максимального струму в мережі освітлення з трьома фазами.

$$I_{осв} = \frac{P_{осв}}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \varphi} \quad (2.13)$$

де $P_{осв}$ - потужність в системі освітлення;

U_l – лінійна напруга.

$$I_{осв} = \frac{0,18}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,95} = 0,3 \text{ А}$$

Вибираємо провідник за умови $I_{н.р} \geq I_{осв}$ $19 \text{ А} > 0,3 \text{ А}$. Тип проводу ВВГнг (4 x 1,5) мм².

Визначаємо величину потужності для одного ряду світильників за формулою 2.12

$$P_{1-3ряд} = 3 \cdot (1 \cdot 20) = 60 = 0,06 \text{ кВт}$$

Визначаємо величину максимального струму в однофазній мережі освітлення.

$$I_{осв} = \frac{P_{осв}}{U_\phi \cdot \cos \varphi} \quad (2.14)$$

де P_p - потужність в системі освітлення;

U_ϕ – фазна напруга.

$$I_{осв} = \frac{0,06}{0,22 \cdot 0,95} = 0,28 \text{ А}$$

Вибираємо провідник за умови $I_{н.р} \geq I_{осв}$ 19 А \geq 0,28 А ВВГнг (2 х 1,5) мм².

Розраховуємо втрати напруги на ділянцях електромережі освітлення.

$$\Delta U_1 = (P_p \cdot (L_{10} + L_1/2)) / S_1 \cdot C, \quad (2.15)$$

де P_p – потужність ламп одного ряду, кВт;

L_{10} – довжина від щитка до першого світильника у ряду, м;

L_1 – довжина від першого світильника у ряду до останнього, м;

S_1 – переріз проводу, мм²;

C – коефіцієнт для мідних проводів двопровідної мережі – 13; для мідних проводів трифазної системи з нульовим проводом – 79 [11].

Виконаємо розрахунок для першого ряду світильників:

$$\Delta U_1 = (0,06 \cdot (1,1 + 4,8/2)) / 1,5 \cdot 13 = 1,1 \text{ \%}.$$

Розраховуємо втрати напруги на ділянці від ВРП до ЩО:

$$\Delta U_{гол} = P_{осв} \cdot L_{РП-ЩО} / S_2 \cdot C, \quad (2.16)$$

де $P_{осв}$ – потужність освітлювальної системи;

$L_{РП-ЩО}$ – довжина від розподільчого пункту до щитка освітлення, м;

S_2 – переріз проводу ВВГ (4х1,5), мм².

$$\Delta U_{гол} = 0,18 \cdot 23 / 1,5 \cdot 79 = 3,5 \text{ \%}.$$

Загальні втрати напруги в освітлювальній мережі по лінії ВРП-ЩО-ряд світильників становлять:

$$\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_1 + \Delta U_{гол} = 1,1 + 3,5 = 4,6\% < 5 \text{ \%}$$

Допустимі втрати напруги освітлювальної електромережі для трансформатора типу ТМ-100/10 при його завантаженні на 60% і коефіцієнті потужності трансформатора 0,6 становлять 5%, що є в межах допустимого.

При виборі типу щитків враховують умови середовища в приміщеннях, спосіб встановлення щитка, типи і кількість встановлених в них апаратів (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 – Комплектація ЩО та ЩАО котельні

Найменування	Тип	Кількість
1	2	3
<p align="center">ЩО</p> <p>Розподільний щит для навісного монтажу IP54: - на вводі автоматичний вимикач S203 I_p=10А-1шт; - на відхідних лініях автоматичний вимикач S201-3 шт. I_p=4Ах6</p>	ЩРН-12з-0 74У2	1
<p align="center">ЩАО</p> <p>Розподільний щит для навісного монтажу IP40: - на вводі автоматичний вимикач S203 I_p=10А-1шт; - на відхідних лініях вимикач S201-1 шт. I_p=4Ах1;</p>	ЩРН-12з-0 74У2	1

З урахуванням освітлювального навантаження, отримуємо значення максимальних навантажень для котельні та заносимо в таблицю 2.4:

$$P_{max\Sigma} = P_{max} + P_{осв}$$

$$P_{max\Sigma} = 2,5 + 0,144 = 2,64 \text{ кВт}$$

$$Q_{max\Sigma} = Q_{max} + Q_{осв}$$

$$Q_{max\Sigma} = 1,32 + 0,05 = 1,37 \text{ кВАр}$$

$$S_{max\Sigma} = \sqrt{P_{max\Sigma}^2 + Q_{max\Sigma}^2},$$

$$S_{\max\Sigma} = \sqrt{2,64^2 + 1,37^2} = 3 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

$$I_{\max\Sigma} = \frac{S_{\max\Sigma}}{\sqrt{3}\cdot U_H}, \text{ А}$$

$$I_{\max\Sigma} = \frac{3}{\sqrt{3}\cdot 0,38} = 4,56 \text{ А}.$$

2.4 Вибір джерела безперебійного живлення для газового котла

Котельня санаторно-оздоровчого комплексу відноситься до споживачів III категорії по електропостачанню. Оскільки встановлені газові котли Logamax plus GB 162-100 працюють від електрики, то при аварійному вимкненні електроенергії потрібне автономне джерело живлення, таким може бути акумуляторна батарея. Проте, під'єднати акумулятор безпосередньо до газового котла не вийде, оскільки на його виході маємо постійний струм напругою у 12 В або 24 В.

Щоб підключити автономне живлення до котла потрібен пристрій, що змінюватиме постійну напругу акумулятора на змінну 220 В, а саме - джерело безперебійного живлення» (ДБЖ) [12].

При відсутності електрики в мережі тривалість роботи газового котла залежатиме від ємності акумулятора. Є можливість вибирати ДБЖ з вбудованим акумулятором, або ж з функцією підключення до нього необхідної кількості акумуляторних секцій.

Тип «line-interactive» — у їх складі є стабілізатор напруги, який в змозі реагувати на перепади напруги в мережі в межах 10%, при перевищенні цього значення відбувається перехід на живлення від акумуляторної батареї.

Тип «on-line» — найдосконаліші ДБЖ, проте дороговартісні. У них плавно відбувається перемикання з живлення від мережі на живлення від акумулятора і навпаки. строго контролюється сила та форма сигналу напруги на виході, щоб отримати ідеальну синусоїду.

Для одного газового котла Logamax plus GB 162-100 електричною потужністю 147 Вт потрібен ДБЖ потужністю не менше 300 Вт (а якщо з запасом, то 450-500 Вт).

У котельні встановлено каскад з п'яти котлів, а також циркуляційні насоси. Розрахункові активна, повна потужність та струм:

$$P_{\max} = 2,5 \text{ кВт}$$

$$S_{\max} = 2,83 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

$$I_{\max} = 4,3 \text{ А}$$

Відповідно до навантаження котельні, вибираємо ДБЖ RUCELF UPO-II-6000-192-EL 4800W з подвійним перетворювачем, тип «on-line», максимальною потужністю 6 кВА, що призначений для роботи з зовнішнім підключенням акумуляторних батарей (16 шт. по 12 В).

Час роботи джерела безперебійного живлення визначаємо за формулою [13]:

$$T = \frac{U_{аб} \cdot C_{ак} \cdot K \cdot h \cdot K_p \cdot K_g}{S_n}, \text{ год} \quad (2.17)$$

де S_n - потужність навантаження, 2830 ВА;

$U_{аб}$ - напруга однієї акумуляторної батареї, 12 В;

$C_{ак}$ - ємність акумуляторної батареї, 65 А · год;

K - кількість акумуляторів у батареї 16 шт;

h - ККД перетворювача ($h = 0,83$);

K_p - коефіцієнт глибини розряду - 0,9 (90%);

K_g - коефіцієнт доступної ємності, залежить від режиму розряду і

температури:

- при одногодинні режимі розряду, $t_{окр} = 20^\circ \text{С}$ 0,7 (70%)
- при двогодинному режимі розряду, $t_{окр} = 20^\circ \text{С}$ 0,85 (85%)
- при десятигодинний режимі розряду, $t_{окр} = 20^\circ \text{С}$ 1,0 (100%);

Щоб детальніше розглянути розрахунок джерела безперебійного живлення для котла підставимо приблизні значення:

$$T = \frac{12 \cdot 65 \cdot 16 \cdot 0,83 \cdot 0,9 \cdot 1}{2830} = 3,29 \text{ год}$$

Таким чином, термін автономного живлення складе 3,3 години.

Споживання потужності ДБЖ на власні потреби при ККД = 85%, номінальною потужністю 4800 Вт споживання спільно з навантаженням буде:

$$4800 \text{ Вт} / 0,85 = 5647 \text{ Вт},$$

де 4800 Вт - це навантаження,

847 Вт споживання самим ДБЖ, коли скачки напруги стають вище певного рівня – понад 10%.

Коли в мережі стандартні 220 В, ДБЖ не споживає практично нічого.

3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Створення системи диспетчеризації котельні

3.1.1 Система диспетчерського автоматизованого управління інженерним обладнанням

Система диспетчерського автоматизованого управління інженерним обладнанням (АСДУ) забезпечує реалізацію розподіленої системи незалежного моніторингу та управління інженерним устаткуванням і механізмами будівлі, розосереджених по території об'єкта з єдиним диспетчерським центром та здійснює такі функції [14]:

- Оперативний збір і попередню обробку даних про стан периферійного обладнання, механізмів, датчиків, параметрів управління тощо;
- Повне представлення графічної і текстової інформації через екранну систему відображення про стан контрольованих систем;
- Оперативне централізоване управління інженерним устаткуванням через інтерфейс управління з оператором-диспетчером;
- Логіко-програмне управління на етапі пуску і зупинки обладнання в цілому, груп механізмів, що забезпечує заданий послідовне включення і виключення механізмів, двигунів, відкриття та закриття засувки і клапанів;
- Безперервне діагностування і виявлення несправностей, відмов і аварій устаткування, фіксації відхилень параметрів технологічних процесів від допустимих значень, контроль дій персоналу, з видачею попереджувальної та аварійної сигналізації і формування інформації про характер несправності та заходи, вжиті системою щодо запобігання небажаних наслідків (відключення, блокування обладнання);
- Реєстрація подій, ведення протоколу роботи обладнання, подання інформації в зручній для проведення аналізу формі.

В основі побудови системи передбачаються відкриті міжнародні стандарти на програмні та апаратні засоби. Система будується як розподілена дворівнева, ієрархічна автоматизована система управління.

До складу системи входять підсистеми локального управління, що включають в свій склад програмовані логічні контролери та електротехнічні підсистеми управління механізмами. Обмін даними між програмованими контролерами і АРМ оператора-диспетчера здійснюється по локальній мережі (рис. 3.1).

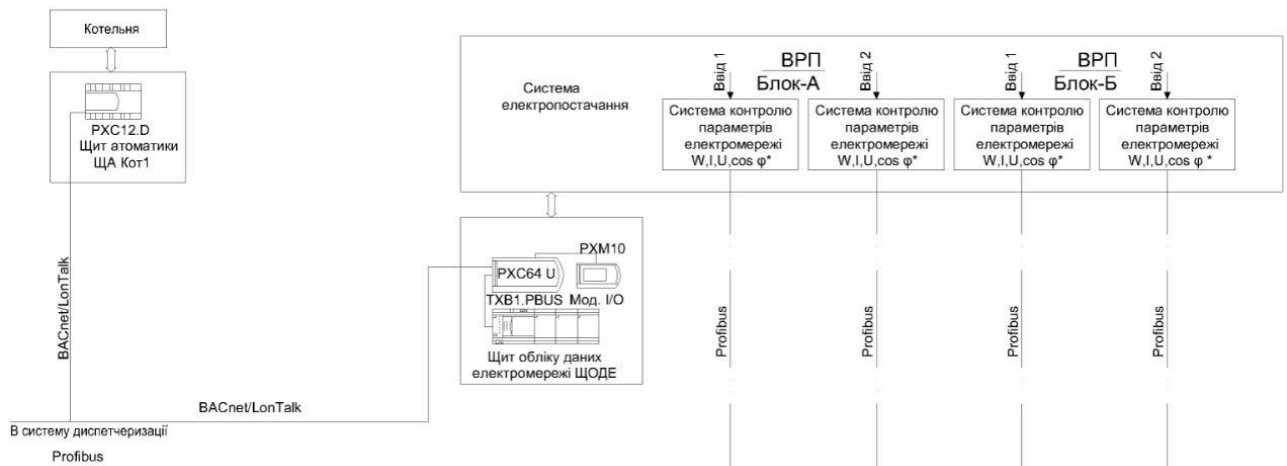


Рисунок 3.1 – Структурна схема диспетчеризації котельні

Функції підсистем локального управління:

- прийом і попередня обробка інформації з датчиків і виконавчих механізмів;
- автономна відпрацювання в реальному часі алгоритмів управління;
- управління роботою виконавчих механізмів;
- підтримка мережевого зв'язку з АРМ оператора-диспетчера;
- робота в автономному режимі без зв'язку з АРМ оператора-диспетчера.

Склад обладнання інженерних систем:

АСДУ призначена для контролю і управління такими підсистемами:

- вентиляції та кондиціонування повітря та опалення,
- водопостачання і каналізації,
- електроосвітлення,
- електропостачання (моніторинг),

- пожежної сигналізації (моніторинг),
- газової котельні (моніторинг).

Підсистеми локального управління побудовані на основі програмованих логічних контролерів. Програмований контролер має внутрішню розширювану шину, до якої підключаються модулі введення-виведення, що забезпечують сполучення контролера з датчиками і виконавчими механізмами.

Прикладне програмне забезпечення функціонує під управлінням вбудованої в програмований контролер для користувача програми. Прилади, засоби автоматизації та диспетчеризації, передбачені проектом, відповідають умовам експлуатації.

3.1.2 Основні рішення по автоматизації

Схема автоматизації передбачає:

- контроль роботи та несправності насосної установки;
- контроль рівня в баках запасу води;
- захист насосів від "сухого ходу";
- оперативний стан комутаційних апаратів - «включений», «відключений»;
- оперативний стан ввідних і секційних вимикачів;
- наявність напруги на ВРП;
- збір інформації із лічильників основних споживачів.

В котельні встановлено 5 конденсаційних котлів GB 162-100 фірми Buderus.

Апаратура автоматизації модулів передбачає припинення подачі газу при припиненні подачі електроенергії, несправності кіл захисту та при порушенні наступних параметрів [15]:

1. Пониженні тиску газу перед пальником котла.
2. Перевищенні температури води на виході із котла.
3. Погасанні полум'я.
4. Розрідженні в димоході.

5. Пониженні тиску в системі.

Управління каскадом котлів, регулювання температури подаючої води систем опалення, з корекцією по температурі зовнішнього повітря, системи теплопостачання вентустановки та гарячої води системи ГВП, здійснюється за допомогою контролерів Logamatic 4121 з функціональним модулем FM457 та Logamatic 4122 з функціональним модулем FM442, фірми Buderus [16].

Крім того, від щита управління котельні передбачено управління насосом підживлення систем теплопостачання в автоматичному режимі, з автоматичним включенням резервного насосу. Передбачено вимкнення насосів підживлення при відсутності води в баку запасу.

Для розміщення апаратури управління, керування і сигналізації, проектом передбачені щити.

3.1.3 Розробка щита управління

На щиті управління котельні (рис. 3.2) передбачаємо наступну сигналізацію наведену в таблиці 3.1.

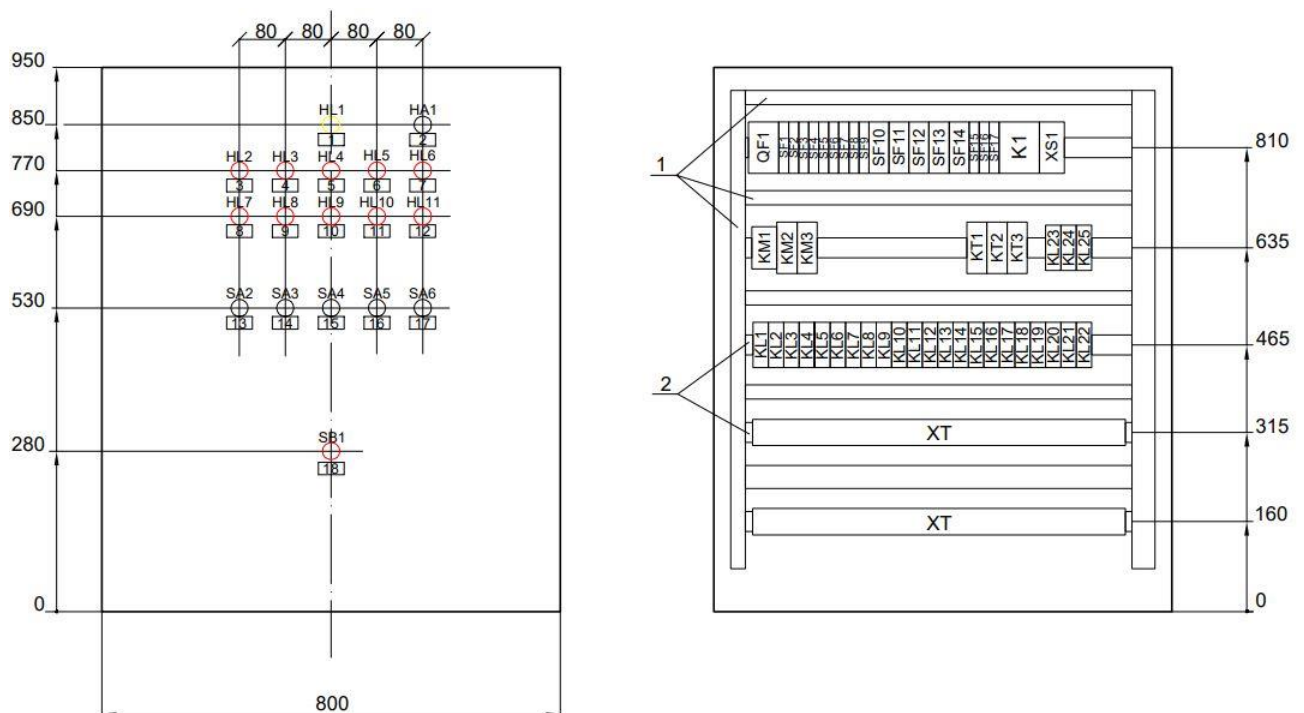


Рисунок 3.2 – Вигляд щита управління котельні

Таблиця 3.1 – Перелік позначень на щиті управління

№ напису	Позначення на щиті	К-ть
1	2	3
1	Мережа	1
2	Аварійний звук	1
3	Низький тиск газу	1
4	Високий тиск газу	1
5	Загазованість	1
6	Низький тиск в системі	1
7	Низький тиск гарячої води	1
8	Низький рівень води в баку запасу	1
9	Двері відкриті	1
10	Низька температура в котельні	1
11	Пожежа в котельні	1
12	Загальна аварійна ситуація котлів	1
13	Управління насосом М1 Ручний-Відключено-Автомат	1
14	Управління насосом М2 Ручний-Відключено-Автомат	1
15	Управління насосом М3 Ручний-Відключено-Автомат	1
16	Управління насосом М4 Ручний-Відключено-Автомат	1
17	Управління насосом М5 Ручний-Відключено-Автомат	1
18	Зняття звукового сигналу	1

3.1.4 Розробка системи автоматичного контролю та керування на базі контролера SIEMENS

Система автоматичного контролю та керування базується на контролері фірми SIEMENS з комунікацією. Всі дані про хід технологічного процесу та стан технологічного обладнання передаються в систему диспетчеризації (рис. 3.3).

На контролер котельні в приміщенні диспетчерського пункту передбачена передача наступних сигналів:

- мережа;
- загазованість;

- загальна аварійна ситуація;
- двері відкриті;
- пожежа в котельні;
- загальна аварійна ситуація котлів.

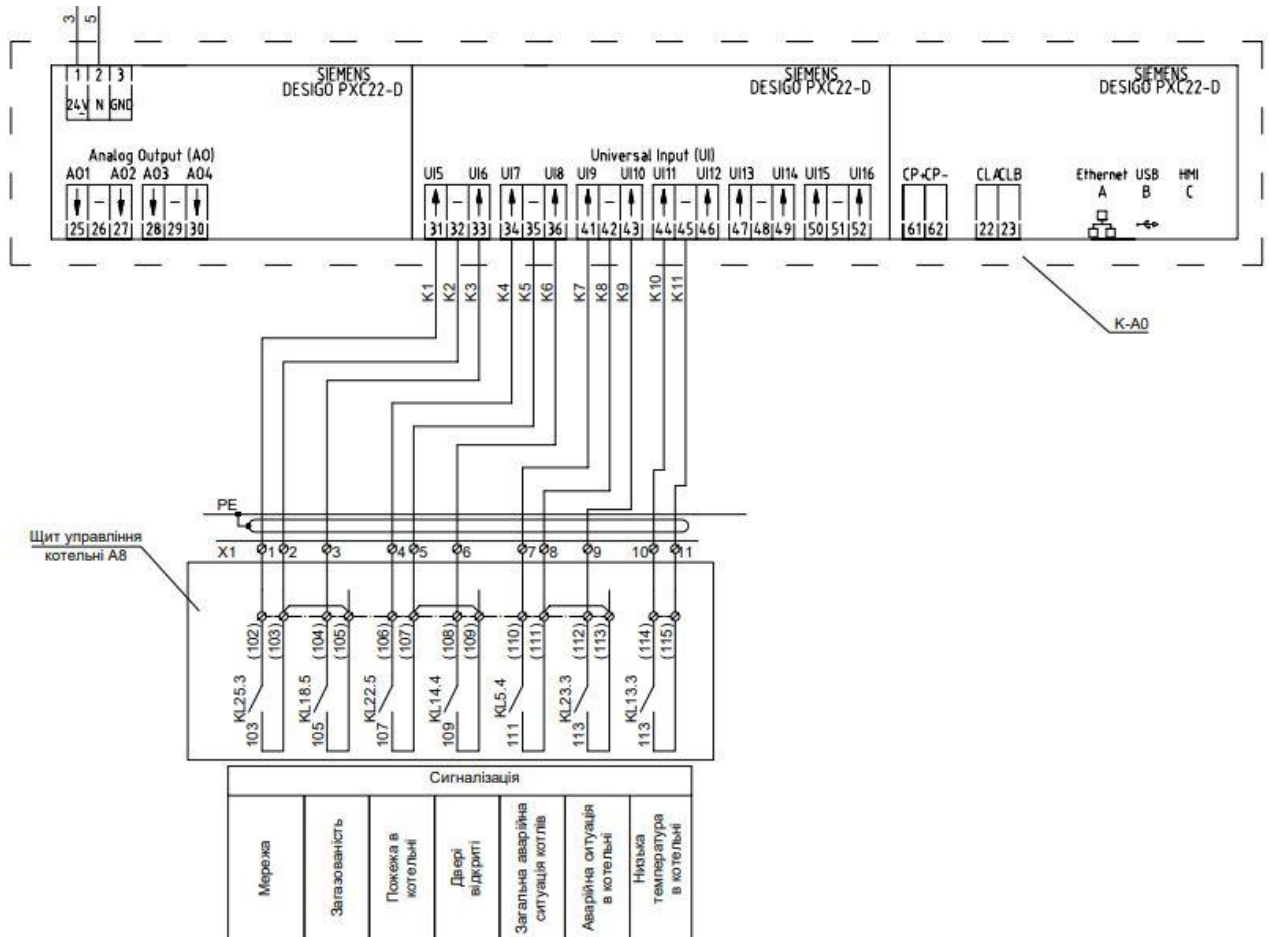


Рисунок 3.3 - Схема автоматичного контролю та керування на контролері SIEMENS

Живлення засобів автоматики здійснюється від силового розподільчого щита напругою 220 В (рис. 3.4). Прокладка зовнішніх з'єднань виконана по стінах та кабельних конструкціях.

Передбачено встановлення показуючих приладів для контролю тиску і температури газу перед котлами, тиску і температури води в системі теплопостачання.

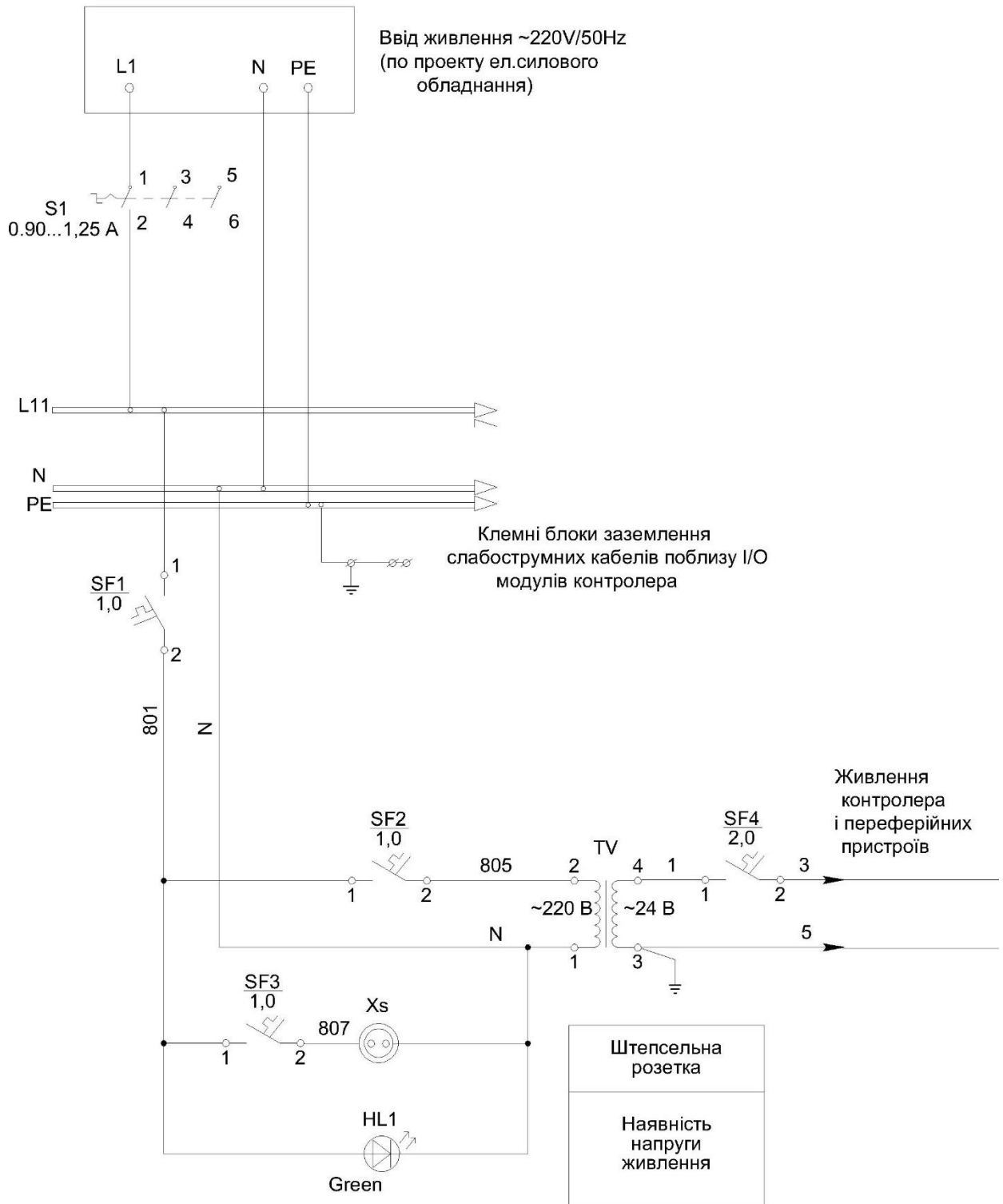


Рисунок 3.4 – Схема живлення контролера та щита управління котельні.

Таблиця 3.2 - Обладнання щита автоматики котельні

Позначення на схемі	Найменування	К- ть
1	2	3
Щит автоматики ЩА Кот1		
S1	Силовий розчіплювач SIRIUS 3RV1011	1
SF1...SF3	Автоматичний вимикач 1п. 5SX2101-7 C, I _n =1A	3
SF4	Автоматичний вимикач 1п. 5SX2102-7 C, I _n =2A	1
QF1	Автоматичний вимикач 1п. 5SX2105-7 C, I _n =0,5A	1
K1	Проміжне реле серії Simirel LZX:PT370424, ~24В	1
TV	Трансформатор 4AM3242-4TN00-0EA0, ~220/5-24В	1
HL1	Арматура світлодіодна, колір зелений, ~220, 8 LP2T ILM3	2
SA1	Кулачковий перемикач	1
K-A0	Контролер компактний вільнопрограмований PXC22-D	1

Предбачено відсікання подачі газу в котельню при спрацюванні сигналізаторів загазованості (при досягненні загазованості в паливній 20% від нижньої межі займистості природного газу), системи пожежної сигналізації та при відключенні електроенергії. Сигнал про загазованість виводиться на колективну попереджувальну сигналізацію.

Контроль загазованості у підвальних приміщеннях в місцях вводу інженерних мереж ведеться за допомогою побутових сигналізаторів типу СГБ з подачею сигналу на верхній диспетчерський рівень.

3.1.5 Розробка системи керування каскадом котлів на базі контролерів Logamatic 412

Управління каскадом котлів, регулювання температури подаючої води систем опалення, з корекцією по температурі зовнішнього повітря, системи теплопостачання вентустановки та гарячої води системи ГВП, здійснюється за

допомогою контролерів Logamatic 4121 з функціональним модулем FM457 та Logamatic 4122 з функціональним модулем FM442, фірми Buderus.

Крім того, від щита управління котельні передбачено управління насосом підживлення систем теплопостачання в автоматичному режимі, з автоматичним включенням резервного насосу. Передбачено вимкнення насосів підживлення при відсутності води в баку запасу.

Система керування Logamatic була спеціально розроблена відповідно до вимог до керування сучасними опалювальними установками. Основні завдання концепції керування:

- ефективне та заощадливе використання енергоносіїв;
- застосування однакових компонентів для теплогенераторів різного типу.

Самостійне регулювання опалювального контуру Logamatic 4121

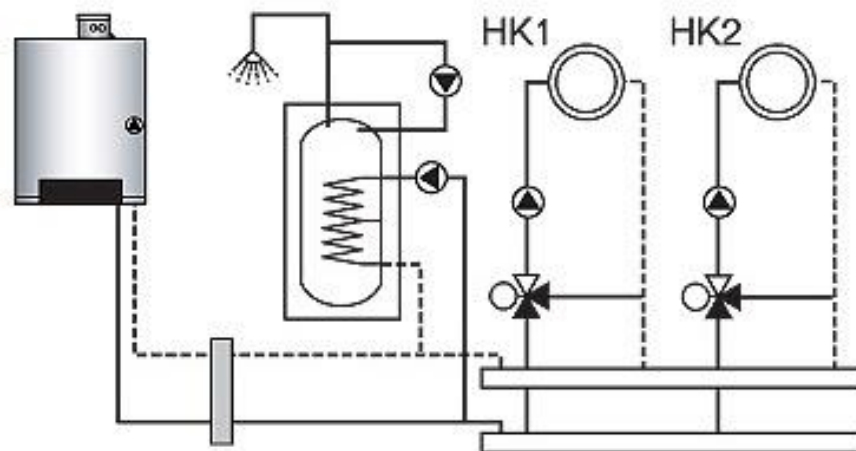


Рисунок 3.6 – Схема застосування Buderus Logamatic 4121

Модульна цифрова система керування Buderus Logamatic 4121 призначена для настінних котлів з універсальними автоматами горіння UBA1.5, котлів з EMS і MC10. Є автоматикою для опалювальних котлів, яка регламентує свою роботу відповідно до зовнішньої температури, потребами для теплопостачання будівлі, а також каскаду котлів до 8 теплогенераторів. Складається з основного модуля (CM431) і додаткового (ZM424).

Система управління опаленням Logamatic 4121, допускає розширення комплектації функціональними модулями, модулем сонячного колектора і модулями виконують спеціальні завдання. Крім цього, представлена автоматика для опалення здатна виконувати високотехнологічні функції: обчислення опалювальної кривої, оптимізація та адаптація, розпізнавання комплектації, режим зима / літо, архівація даних.

Великі переваги даної автоматики для котла в тому, що вона не створює радіоперешкод, підлягає утилізації і має датчики гідравлічної стрілки і зовнішньої температури.

При управлінні одним опалювальним контуром з виконавчим органом можливо: дистанційне керування котлом, управління через канал таймера, індикація світлодіодами, перемикання ручного режиму в автоматичний.

При управлінні одним опалювальним контуром з відсутністю виконавчого органу можливо: дистанційне керування, управління по каналу таймера контуром з завантажувальним насосом.

Наявність зовнішнього входу для дезінфекції та одноразового прогріву води, несправності насоса. Можливість перемикання ручного режиму в автоматичний. В якості альтернативи, можна виконувати управління одним опалювальним контуром з НК1 виконавчим органом, що виконує функції як НК2.

Пульт управління МЕС 2 забезпечує управління котлом, має можливість радіоуправління і стаціонарний датчик кімнатної температури. Також застосовані: модуль блоку живлення NM482, шина BM492. Панель управління і функціональні модулі мають роз'єм для зовнішніх пультів управління і марковані штекери.

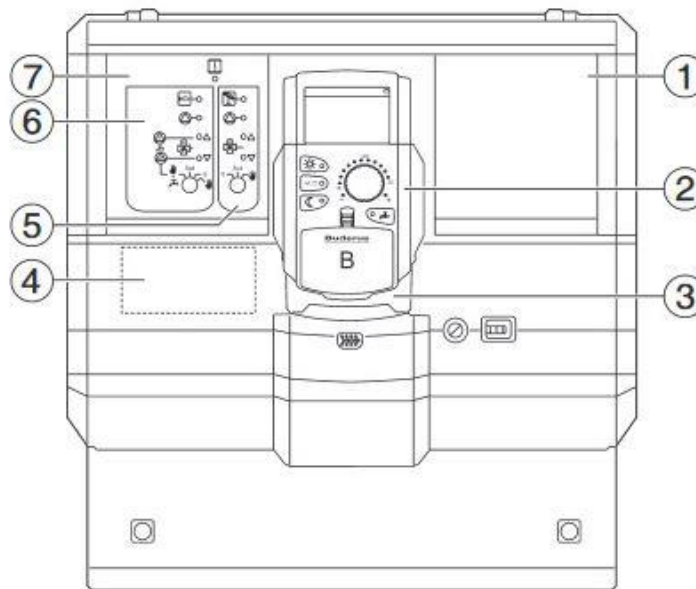


Рисунок 3.7 – Елементи управління Logamatic 4121: 1 - гніздо 2 для іншого модуля; 2 - пульт керування MEC2; 3 - модуль SM431; 4 - гніздо А для модуля FM455 KSE1; 5 - контур 2 - зі змішувачем; 6 - контур опалення 1 без змішувача + гаряча вода та циркуляція; 7 - гніздо 1 для модуля ZM424.

У базову комплектацію Buderus Logamatic 4122, яка регулює каскад настінних котлів входить плата з контролером Master і пульт MEC2. Додавання одиничного модуля визначає діяльність всієї системи управління. До системи управління опаленням Logamatic 4122, може бути застосовано розширення функціональними модулями, модулем сонячного колектора, інтерфейсом EIB, а також модулями виконують спеціальні завдання. Дана автоматика для опалення здатна вирішувати високотехнологічні завдання: обчислення опалювальної кривої, оптимізація та адаптація, розпізнавання комплектації, режим зима / літо, архівація даних.

Дана система автоматики розроблена для управління опалювальними системами і контурами гарячого водопостачання.

Можлива комплектація включає в себе функціональні модулі, систему дистанційного контролю, ПО, промарковані різнокольорові клеми відповідні ПО.

Функціональним елементом Logamatic 4122, є модуль контролер SM413, який в залежності від завдання по роботі з одним контуром, або з каскадом

котлів - виконує свої функції. Мікропроцесорне виконання дозволяє виконувати регулювання опалювального обладнання по зовнішній температурі.

3.2 Економічна ефективність при застосуванні автоматизованого теплопостачання

Значного підвищення ефективності використання теплової енергії можна досягти за рахунок систем автоматичного регулювання споживання теплової енергії, застосування яких дозволяє споживачу [17]:

- підтримувати комфортну температуру повітря в приміщеннях шляхом дотримання заданого графіка залежності температури теплоносія, що надходить в систему опалення, від температури зовнішнього повітря;
- ліквідація весняно-осінніх перетопів будівель;
- автоматичне зниження споживання теплової енергії системою опалення будівлі в неробочий час, у вихідні та святкові дні;
- обмеження температури теплоносія, що повертається в теплову мережу.

Значна економія теплоти при будь-якому способі регулювання може бути досягнута за рахунок зниження температури повітря в опалювальних приміщеннях виробничих та адміністративно-громадських будівлях в неробочі дні та в нічний час.

Стосовно до виробничих і адміністративних будівель, при нічному зниженні температури на 4-6 ° С (мін до 10-12 ° С), ця економія становить - до 25%. При цьому зниження температури в вище зазначених меж не погіршує санітарно-гігієнічних умов в опалювальних приміщеннях, будівельні конструкції підтримуються в нормальному температурному тонусі (нормується СНіП).

Таких результатів можна досягти при застосуванні автоматизованого теплопостачання. При автоматизованому теплопостачанні подача тепла підтримується на постійному рівні протягом частини періоду, а в решту часу зменшується або зовсім переривається. Для більшості сучасних будівель

допускається протягом частини доби зниження температури внутрішнього повітря нижче нормативного значення.

На наведеній нижче діаграмі (рис. 3.8) показана залежність зміни температури в опалювальному приміщенні від ступеня подачі теплоносія з урахуванням інертності системи опалення та опалювального будівлі.

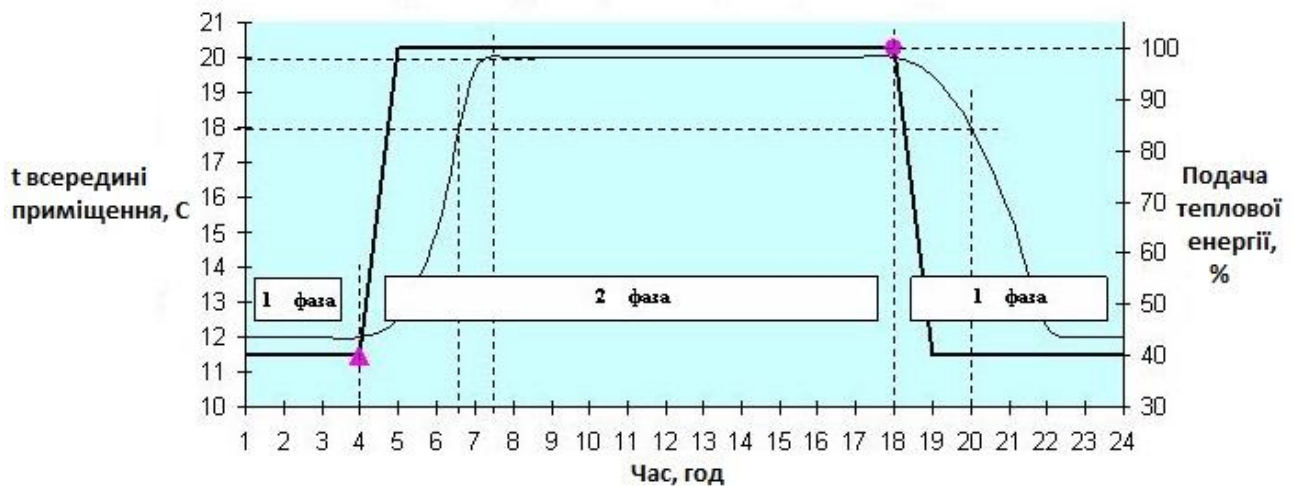


Рисунок 3.8 - Залежність зміни температури в опалювальному приміщенні від ступеня подачі теплоносія

Для адміністративних і виробничих приміщень, нормальною температурою вважається температура від 18°C .

Розглянемо докладніше, як це може виглядати:

1 фаза - режим нічного зниження температури стартує в 18:00, коли, згідно з розкладом, закінчується робочий день, система автоматики знижує подачу теплоносія. За рахунок інертності системи опалення і самого опалювального приміщення відбувається плавний спад температури від 20°C до 18°C приблизно за 2 години, що дає додатковий час для комфортного перебування людей в приміщенні.

2 фаза - Система повинна забезпечити нормальну температуру в опалювальному приміщенні до моменту початку робочого дня - до 8:00. Для цього завчасно, приблизно за 3,5 години автоматика відкриває максимальну подачу теплоносія для швидкого подолання інертності системи опалення та

підігріву опалювального будівлі. При цьому приблизно до 6:30 досягається температура в приміщеннях рівна 18°C для комфортного перебування людей.

З діаграми видно, що максимальна подача теплоносія - 100%, здійснюється лише з 04:00 до 18:00, що становить 14 годин на добу. Режим нічного зниження температури - 40% подачі теплоносія триває 10 годин. Результатом є 25% економія витрат теплоносія (теплової енергії) на добу. При даній системі регулювання подачі теплоносія час комфортного перебування людей в приміщеннях становить 13,5 годин, а нормований робочий день з обідньою перервою становить 9 годин. Тобто є ще резерв для економії.

У період вихідних та святкових днів (неробочі дні), в адміністративно-виробничих будівлях можна знижувати температуру на весь період часу. Однак нам відомо, що приблизно 3 - 4 години витрачається на подолання інертності системи опалення та догрів будівлі до заданої температури. Отримуємо наступний графік подачі теплоносія: максимальна подача теплоносія - 100%, здійснюється всього лише 4 години для підігріву приміщення; Режим зниження температури - 40% подачі теплоносія триває 20 годин. Результатом є 50% економія витрат теплоносія (теплової енергії) на добу.

Економія теплоносія в період опалювального сезону буде приблизно наступна: середня тривалість опалювального сезону 183 днів, в тому числі 26 вихідних і святкових днів. Звідси отримуємо приблизно 28,55% річну економію витрат теплоносія.

Зниження температури в опалювальному приміщенні в нічні години і неробочі дні є головним елементом економії.

Крім того, за рахунок оперативної реакції системи тепlopостачання на зміну погодних умов (виняток перетопів) можливе отримання ще 10% економії.

Нижче на рис. 3.9 показано можливе управління тепловим режимом будівлі. Температура зовнішнього повітря протягом доби змінюється за законом:

$$t_n(\tau) = -15 - 5 \cos\left(\frac{2\pi t}{24}\right) \quad (3.1)$$

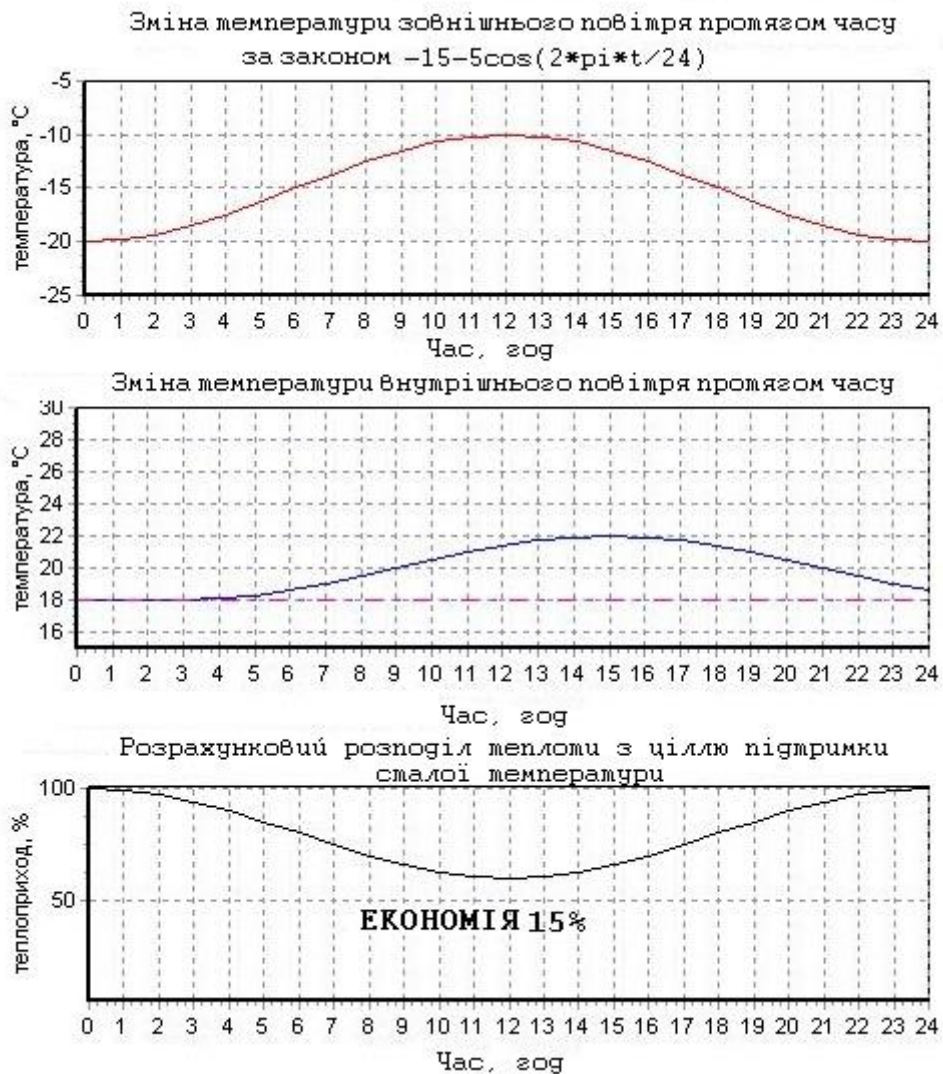


Рисунок 3.9 - Характер зміни температури внутрішнього повітря в результаті впливу зовнішніх факторів

Слідом за цим за тим же законом починає змінюватися температура внутрішнього повітря. Щоб температура внутрішнього повітря залишалася на постійному рівні, потрібне певне регулювання подачі теплоти. Економія теплової енергії в цьому випадку може скласти 15% на добу. При цьому ця економія не залежить від того робочий чи це день або вихідний, житлова ця будівля або адміністративно-промислова.

Загальна економія теплоти при автоматичному регулюванні її відпустку системами опалення може скласти: в адміністративно-виробничих будівлях - до 40% річної витрати теплоносія (енергоресурсів).

Слід так само відзначити, що автоматизація відпустки теплоти дозволить стабілізувати і балансувати гідравлічний і тепловий режими всієї системи

теплопостачання, що, безумовно, благотворно впливає на збільшення терміну служби системи в цілому.

Як показують розрахунки, при економії теплоти тільки в розмірі 15 % автоматичні пристрої й устаткування, встановлені на центральних теплових пунктах, теплогенераторних установках промислового і побутового призначення окупаються протягом 1 - 1,5 року. Приблизний термін окупності витрат на установку системи регулювання споживання теплової енергії показаний на графіку (рис. 3.10), за умови отримання економії 25% (на практиці може досягати 40%).

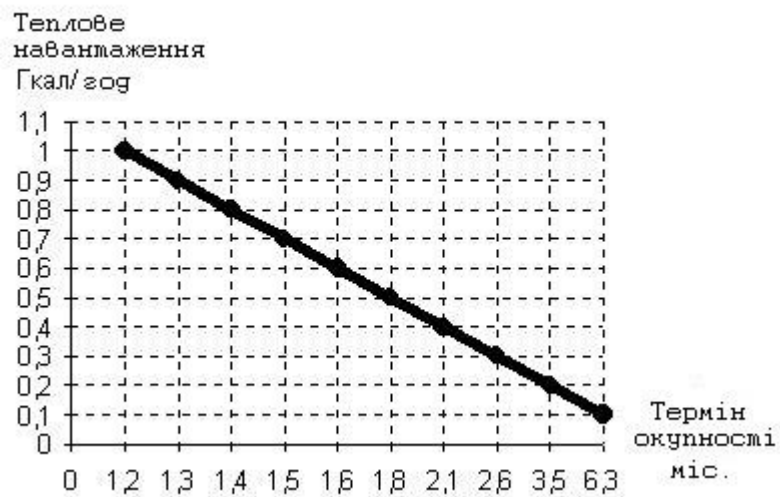


Рисунок 3.10 - Приблизний термін окупності витрат на установку системи регулювання споживання теплової енергії.

4 ОХОРОА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Техніка безпеки при обслуговуванні технологічного обладнання котельні

Оперативному персоналу, який обслуговує виробниче електрообладнання (електродвигуни, генератори) і електротехнічну частину різного технологічного обладнання напругою до 1000 В, дозволяється одному відкривати для огляду дверці щитів пускових пристроїв [18].

При такому огляді потрібно бути обережним, не доторкатись струмоведучих частин, відритої апаратури і забороняється виконувати будь-які роботи, за винятком, виконуваних в порядку поточної експлуатації.

Список робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації мають бути затвердженим головним енергетиком підприємства.

Головним джерелом забезпечення виробництва тепловою енергією у вигляді пари і підігрітої води є парові та водогрійні котли, експлуатація яких відноситься до робіт підвищеної небезпеки. Найбільшу небезпеку являють собою вибухи парових котлів. Організаційними причинами вибухів котлів є порушення правил технічної експлуатації, режимів їх роботи, посадових інструкцій та вимог техніки безпеки обслуговуючим персоналом.

Основними технічними причинами вибуху котлів можуть бути: різке зниження рівня води в барабані котла, перевищення робочого тиску, незадовільний водний режим котла, що приводить до утворення накипу, накопичення вибухонебезпечних паливних газів, дефекти конструкційних елементів і виготовлення основних вузлів та зниження їх механічної міцності і надійності у процесі експлуатації.

Для попередження можливих аварій - котли оснащуються пристроями автоматичного контролю рівня води та припинення подачі палива до горілок,

водомірним склом, манометрами та запобіжними клапанами, термометрами та термопарами, апаратурою контролю тяги у топці котла, запірною і регулюючою арматурою.

Котли встановлюють у спеціальних приміщеннях, які не прилягають до виробничих та інших будов. Як виняток допускається їх розміщення у прилеглих будовах за умови відокремлення їх протипожежною стіною з межею вогнестійкості не менше 4 год. Приміщення котельні будується з негорючих матеріалів. Воно повинно мати два виходи і бути обладнане вентиляцією та аварійним освітленням.

Основна небезпека при експлуатації цього обладнання полягає у можливому раптовому руйнуванні, яке супроводжується вибухом із утворенням великої потужності за рахунок вивільнення енергії адіабатичного розширення пари або газу. Так, при розриві посудини місткістю $1,0 \text{ м}^3$, яка знаходиться під тиском $1,0 \text{ МПа}$, розвивається потужність близько $10,0 \text{ МВт}$. При цьому можуть статися значні руйнування і важкі травми людей.

Посудини, що працюють під тиском, належать до обладнання з підвищеною небезпекою, тому при їх конструюванні, виготовленні та експлуатації важливо знати і виконувати вимоги правил безпеки.

Проектування, виготовлення, монтаж, налагодження, експлуатація та ремонт такого обладнання, за винятком окремих випадків, регламентуються НПАОП 0.00-1.08-94. «Правила будови і безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів» та "Правилами будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском".

Забороняється залишати котел без постійного нагляду обслуговуючим персоналом як під час роботи котла, так і після його зупинки до зниження в ньому тиску до атмосферного та повного припинення горіння в топці, вилучення з неї решти палива.

Перевірка справності роботи манометрів, запобіжних клапанів, показчиків рівня води і живильних пристроїв повинна проводитись в такі строки:

- для обладнання під тиском з робочим тиском до 14 бар включно - не рідше одного разу на зміну;
- для обладнання під тиском з робочим тиском більше 14 бар (до 40 бар включно) - не рідше одного разу на добу (крім котлів, установлених на електростанціях);
- для котлів, установлених на теплових електростанціях,- згідно з графіком, затвердженим роботодавцем.

Обладнання під тиском має бути негайно зупинено і відключено персоналом у випадках, передбачених виробничою інструкцією.

Для своєчасного виявлення можливих дефектів обладнання, що працює під тиском, воно підлягає технічному опосвідченню перед запуском в роботу, періодично в процесі експлуатації і в необхідних випадках - позачергово.

Ремонт обладнання під тиском слід виконувати відповідно до вимог технічної документації, до складу якої мають входити технічні умови на ремонт. Документи, що підтверджують якість застосованих матеріалів і зварювання, зберігаються в організації, що виконувала роботи, а їх копії разом з журналом нагляду (паспортом) - у власника протягом строку служби обладнання під тиском. Відомості про ремонти обладнання під тиском, передбачені системою планово-попереджувальних ремонтів, записуються до ремонтного журналу.

Виведення обладнання під тиском в ремонт здійснюється працівником, відповідальним за справний стан і безпечну експлуатацію, відповідно до графіка ремонту, затвердженого роботодавцем, у разі необхідності проведення ремонту - в порядку, встановленому роботодавцем.

4.2 Електробезпека і розрахунок занулення

Електробезпека – це система організаційно-технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людини від дуже небезпечної і шкідливої дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітних полів, статичної електрики. Дія електричного струму на орган людини, які на будь-яку іншу живу істоту чи клітину чи тканину на відміну від інших фізичних факторів носить своєрідний і різнобічний характер. Ця дія може бути механічною, термічною, електролітичною.

Метою розрахунку мережі занулення є визначення величини струму КЗ та перевірка оперативності відключень для захисту обладнання від струмів КЗ.

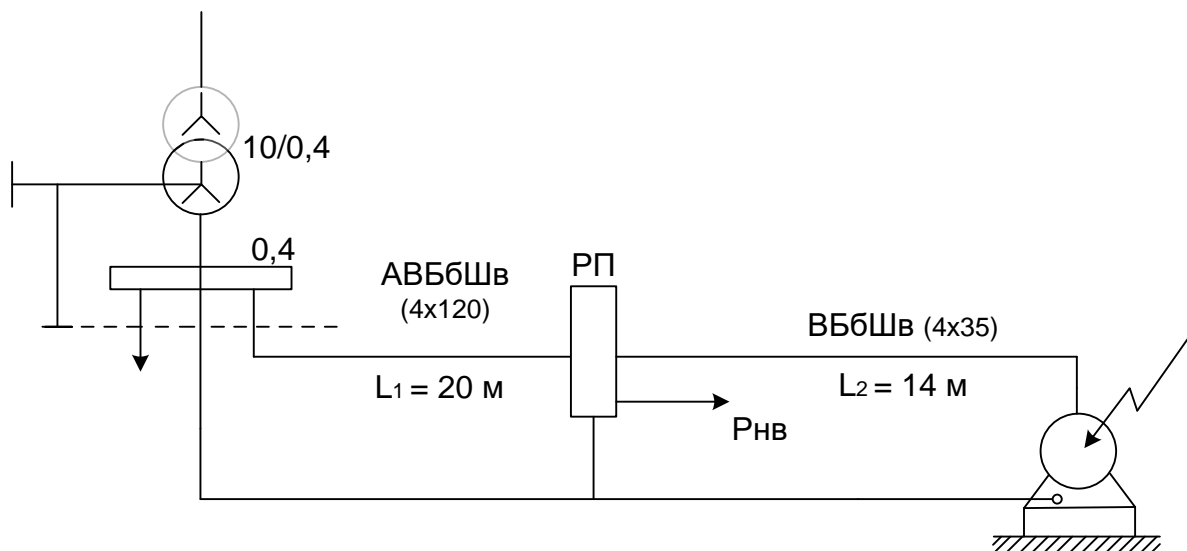


Рисунок 4.1 - Схема мережі занулення для циркуляційного насосу

Визначимо струм короткого замикання за формулою:

$$I_{к.з.} = \frac{U_{\phi}}{Z_T/3 + Z_{\Pi}}, \quad (4.1)$$

де $Z_T/3 = 0,035$ Ом – повний опір трансформатора;

Z_{Π} – повний опір петлі фазний – нульовий провід.

В мережах до 1000 В індуктивний опір приймаємо рівним нулю. Тоді

$$Z_{\Pi} = r_n = r_1 + 2 \cdot r_2, \quad (4.2)$$

де r_1, r_2 – активні опори живлячої лінії, та лінії, що з'єднує ВРП і електродвигун насосу відповідно.

Опір знаходимо за формулою:

$$r = \frac{\rho \cdot l}{S}, \quad (4.3)$$

де $\rho = 0,028$ (Ом·мм²)/м – питомий опір алюмінію, $\rho = 0,018$ (Ом·мм²)/м – питомий опір міді.

$$l_1 = 20 \text{ м};$$

$$l_2 = 14 \text{ м}.$$

$$r_{1\phi} = r_{1н} = \frac{0,028 \cdot 20}{120} = 0,005 \text{ Ом};$$

$$r_{2\phi} = r_{2н} = \frac{0,018 \cdot 14}{35} = 0,007 \text{ Ом}.$$

$$Z_{II} = r_{II} = 2 \cdot r_1 + 2 \cdot r_2 = 2 \cdot 0,005 + 2 \cdot 0,007 = 0,024 \text{ (Ом)}$$

Тоді

$$I_{к.з.} = \frac{220}{0,035 + 0,024} = 3728 \text{ А}.$$

Перевіримо умову:

$$I_{кз} \geq k \cdot I_n \quad (4.4)$$

$$3728 \text{ А} \geq 1,25 \cdot 4 = 5 \text{ А}$$

Оскільки значення однофазного струму замикання на землю перевищує найменше значення струму за умовою спрацювання захисту, то нульовий захисний провідник вибрано вірно, а, отже, вимикаюча здатність системи занулення забезпечена.

4.3 Дії у разі виникнення аварій та надзвичайних ситуацій техногенного характеру

Надзвичайні ситуації техногенного характеру виникають, як правило, на потенційно, техногенно небезпечних виробництвах. До них належать в першу чергу хімічно небезпечні, радіаційно небезпечні, вибухо - та пожежонебезпечні об'єкти, а також гідро небезпечні об'єкти [19].

Техногенна надзвичайна ситуація - це стан, при якому внаслідок виникнення джерела техногенної надзвичайної ситуації на об'єкті, визначеній території або акваторії порушуються нормальні умови життя і діяльності людей, виникає загроза їх життю і здоров'ю, завдається шкода майну населення, економіці і довкіллю.

Про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій радіоактивного, хімічного, бактеріологічного зараження, катастрофічного затоплення та інших видів небезпеки керівництво клінічної лікарні отримує інформацію від органів місцевого самоврядування, обласного (міського) управління з питань надзвичайних ситуацій і цивільного захисту населення, територіального управління ДСНС, обласного (міського, районного) штабу цивільного захисту (ЦЗ) по телефонному зв'язку, радіо, телебаченню.

Надзвичайні ситуації техногенного характеру класифікуються за такими основними ознаками:

- за масштабами наслідків (об'єктового, місцевого, регіонального і загальнодержавного рівня);
- за галузевою ознакою (надзвичайні ситуації у сільському господарстві; у лісовому господарстві; заповідній території, об'єкти особливого природоохоронного значення; у водоймах; матеріальних об'єктах - об'єктах інфраструктури, промисловості, транспорті, житлово-комунального господарства тощо).

Внаслідок техногенних аварій та катастроф складається надзвичайна ситуація, раптове виникнення якої призводить до значних соціально-екологічних і економічних збитків, виникає необхідність захисту людей від дії

шкідливих для здоров'я факторів, проведення рятувальних, невідкладних медичних і евакуаційних заходів, а також ліквідації негативних наслідків, які сталися.

Отримавши інформацію про викид в атмосферу сильнодіючих отруйних речовин і про небезпеку хімічного зараження, необхідно надіти засоби індивідуального захисту органів дихання, найпростіші засоби захисту шкіри (плащі, накидки) і залишити район аварії.

Якщо відсутні засоби індивідуального захисту і вийти з району аварії неможливо, залишайтеся у приміщенні, ввімкніть гучномовець місцевого радіомовлення (радіоприймач, телевізор); чекайте повідомлень відділу (управління) з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення (району, міста).

Також необхідно щільно закрити вікна і двері, димоходи, вентиляційні віддушини (люки). Вхідні двері завісити шторою, використовуючи ковдри і будь-які щільні тканини. Заклейте щілини в вікнах і стики рам плівкою, лейкопластиром або звичайним папером від проникнення в приміщення пару (аерозолів) сильнодіючих отруйних речовин.

При евакуації транспортом необхідно уточнити час і місце посадки, попередити про евакуацію і від'їзд сусідів.

Вийшовши із зони зараження, зніміть верхній одяг і провітрить його на вулиці, прийміть душ, умийтесь з милом, ретельно вимийте очі і прополощіть рот. При підозрі на ураження сильнодіючими отруйними речовинами виключіть будь-які фізичні навантаження, прийміть велику кількість пиття (чай, молоко і т. д.) та зверніться до медичного працівника або в медичний заклад.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано роботу котелень на конденсаційних котлах та особливості системи керування та диспетчеризації. Визначено, що загальне енергоспоживання за рахунок впровадження енергозберігаючих алгоритмів роботи обладнання, автоматичної оптимізації режимів може бути знижено до 20-25%.

2. Проведено розрахунок електричних навантажень та освітлювальної системи котельні санаторно-оздоровчого комплексу. Загальне електроспоживання енергоефективним обладнанням та системою освітлення на базі світлодіодних джерел світла становить 3 кВА.

3. Розроблено систему керування каскадом з 5 конденсаційних котлів на базі контролерів Logamatic 412, що забезпечують роботу котельні повністю в автоматичному режимі, з можливістю дистанційного контролю та налаштування необхідних параметрів котельної.

4. Проведено розробку схеми диспетчеризації котельні та щита управління. Передбачено управління насосами, відсікання подачі газу в котельню при спрацюванні сигналізаторів загазованості, системи пожежної сигналізації та при відключенні електроенергії.

5. Проведено дослідження економічної ефективності при застосуванні автоматизованого теплопостачання та диспетчеризації. Після проведення диспетчеризації відпадає необхідність в постійній присутності на об'єкті обслуговуючого персоналу. При економії теплоти тільки в розмірі 15 % автоматичні пристрої й устаткування окупаються протягом 1 - 1,5 року.

6. Розглянуто заходи з техніки безпеки та електробезпеки при обслуговуванні технологічного обладнання котельні, здійснено розрахунок занулення, та складено порядок дій у разі виникнення аварій та надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єкті.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Оптимізація систем теплопостачання із використанням економікоматематичного моделювання: монографія / за заг. ред. О. М. Гаврися – Х.: НТУ "ХПІ", 2015. – 209 с.
2. Куцин Б. К. Розробка системи диспетчеризації котельні санаторно-оздоровчого комплексу / Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. –Том II – С.116
3. Котельні на конденсаційних котлах [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://baxi.ua/page/biblioteka/statt%D1%96/koteln-na-kondensaczjnih-kotlax.html>
4. Конденсационные котлы. Особенности работы и преимущества [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://unidim.com.ua/blog/kondensacionnye-kotly-osobennosti-raboty-i-preimushchestva>
5. Конденсаційні Котли: Принцип Роботи, Переваги, Особливості [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.warm.com.ua/2017/01/kondensatsijni-kotly-pryntsyp-roboty-perevagy-osoblyvosti/>
6. Газовый котел Buderus Logamax plus GB 162-100 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://e-sale.kiev.ua/tovar.php?id=3754>
7. Реалізація опалення з каскадами конденсаційних котлів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://aw-therm.com.ua/opalennya-z-kaskadami-kondensacijnih-kotliv/>
8. Автоматизация ЖКХ: диспетчеризация котельных [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ingtech.sumy.ua/literature/avtomatizacija-zhkh-dispetcherizacija-kotelnyh.html>
9. Шестеренко В.Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств [Текст] : підручник / В.Є Шестеренко. – Вінниця : Нова Книга, 2004. – 656 с.

10. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.gorsvet.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/08>
11. Енергозберігаючі світлодіодні системи освітлення / В. Б. Корбут, М. Г. Ієвлев, В. Г. Бутко // Науково-технічна інформація. - 2013. - № 2. - С. 42-49. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NTI_2013_2_10
12. ДБЖ для котла [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.vostok.dp.ua/ukr/infa1/elektropitanie/ibp_kotel/
13. Как выбрать UPS для газового котла [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://bazila.net/energetika-i-radioelektronika/kak-vybrat-ups-dlya-gazovogo-kotla.html>
14. Системи диспетчеризації інженерного устаткування. Диспетчеризація, автоматизація: управління інженерними системами [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cabel-set.ru/uk/stroitelstvo/sistemy-dispetcherizacii-inzhenerного-oborudovaniya-dispetcherizaciya/>
15. Диспетчеризация водогрейной котельной [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.teploterm.com/avtomatika-dlja-kotelnyh/sistemy-dispetcherizacii/vodogrejnoj-kotelnoj.html>
16. Logamatic 4121/4122. Системи керування для настінних котлів GB162 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.buderus.ua/products/control-systems/control-systems-for-wall-hung-boilers/logamatic-4121-4122.html>
17. Технично-економическое обоснование внедрения автоматизированной системы управления отпуска тепла [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ingtech.sumy.ua/literature/tehniko-jekonomicheskoe-obosnovanie>
18. Гандзюк М. П. Основи охорони праці [Текст] : підручник / М. П. Гандзюк, Є. П. Желібо, М. О. Халімовський ; за ред. М. П. Гандзюка. - 2-ге вид. - К. : Каравела, 2004. - 406 с.
19. Цивільний захист: Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів всіх спеціальностей за освітньокваліфікаційним рівнем "магістр"/ А.І. Ткачук, О.В. Пуляк. – Перевидання, доповнене та перероблене. – Кропивницький: ПП "Центр оперативної поліграфії "Авангард", 2017. – 144 с.