

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Автоматизація процесу опалення електричною котельнею
Назва теми

КвРАКІТ. 2019049.01.09 ПЗ

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»
Шифр, назва

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Шифр, назва

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Назва

Виконав:

студент IV курсу, група АКІТ-19-1


Підпис

Максим МОЛІН
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник


Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер


Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри автоматизації,
комп'ютерно-інтегрованих
технологій та робототехніки


Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

« 6 » червня 2023 р.

Хмельницький національний університет

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Освітній рівень перший (бакалаврський)

Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня-професійна програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою

Максим Ф. Молін

«01» 02 2023р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБІТУ**

Молін Максим Андрійович

1 Тема роботи: Автоматизація процесу опалення електричною котельнею
керівник роботи Корецька Л.О., к.т.н, доцент

Затверджено наказом по університету від «01» березня 2023р. №5.

2 Строк подання студентом роботи на кафедру: 03.06.2023р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування





4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Аналіз сучасного стану автоматизації процесу опалення електричною котельнею. Проектування системи автоматизованого управління електричною котельнею. Алгоритмічне та програмне забезпечення системи автоматизованого управління електричною котельнею. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) 1. Структурна схема закритої залежної системи тепlopостачання. 2. Функціональна схема. 3. Алгоритм роботи системи автоматизованого управління електричною котельнею

Завдання отримав _____

Керівник _____

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТтаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКІТтаР		

7. Дата видачі завдання « 01 » 02 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів дипломної роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2023р.	Виконано
2	Огляд літературних джерел, аналіз сучасного стану завдання	15.03.2023р.	Виконано
3	Основна частина	10.04.2023р.	Виконано
4	Проектування, алгоритмічне та програмне забезпечення системи автоматизованого керування електричною котельнею	10.05.2023р.	Виконано
5	Висновки	15.05.2023р.	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи	25.05.2023р.	Виконано
7	Оформлення креслень, презентаційних матеріалів	1.06.2023р.	Виконано

Студент


Підпис

Максим МОЛІН

Ім'я, прізвище

Керівник роботи


Підпис

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Автоматизація процесу опалення електричною котельнею».

Автор роботи: Молін Максим Андрійович.

Керівник роботи: Корецька Людмила Олександрівна

Пояснювальна записка: 55 с., 20 рис., 2 табл., 1 дод., 9 джерел.

Графічна частина: 3 креслення.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ, АВТОМАТИЗОВАНЕ КЕРУВАННЯ, ЕЛЕКТРИЧНА КОТЕЛЬНЯ, КОНТРОЛЕРНЕ КЕРУВАННЯ, ОПАЛЕННЯ.

Мета кваліфікаційної роботи – розробити автоматизовану систему керування електричною котельнею, змоделювати умови експлуатації котельні та можливі аварійні ситуації. У роботі наведено основні технічні характеристики електричних котелень, проаналізовано існуючі типи електричних котлів та встановлено їх основні переваги та недоліки. Спроектовано систему автоматизованого управління електричною котельнею. Розроблено алгоритм автоматизованого процесу управління електричною котельнею, режими опалення приміщень та подачі гарячої води споживачів для побутових потреб. Враховано наявність аварійної ситуації. Розроблено програмне забезпечення контролера для управління автоматизованою системою управління електричною котельнею, проведено та представлено результати моделювання основних режимів роботи.


Підпис студента

06.06.23р.
Дата

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ОПАЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЮ КОТЕЛЬНОЮ.....	6
1.1 Огляд об'єкта автоматизації.....	6
1.2 Опис технологічного процесу електричної котельні.....	13
1.3 Класифікація електричних котелень.....	15
1.3.1 Індукційні котли.....	15
1.3.2 Тенові котли.....	17
1.3.3 Електродні котли.....	20
1.4 Висновки до першого розділу.....	21
2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЮ КОТЕЛЬНОЮ.....	22
2.1 Принцип роботи та функції електричної котельні.....	22
2.2 Розробка технологічної та функціональної схем роботи електричних котелень.....	26
2.3 Обґрунтування вибору компонентів автоматизованої системи управління електричною котельною.....	32
2.5 Висновки до другого розділу.....	41
3 АЛГОРИТМІЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЮ КОТЕЛЬНОЮ.....	42
3.1 Розробка алгоритму роботи системи автоматизованого управління електричною котельною.....	42
3.2 Теплогідравлічний розрахунок параметрів системи автоматизованого управління електричною котельною.....	44
3.3 Розробка програмного забезпечення контролера для управління автоматизованою системою управління електричною котельною.....	47

					КвРАКІТ. 2019049.01.09 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Автоматизація процесу опалення електричною котельною. Пояснювальна записка	Літ.	Лист	Листів
Розроб.		Молін М.А.		06.06.20				
Перевр.		Корецька Л.О.		06.06.23			2	55
Н. Контр.		Корецька Л.О.		06.06.23		ХНУ		
Затв.		Мартинюк В.В.		6.06.23				

3.4 Висновки до третього розділу.....	54
ВИСНОВКИ.....	56
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	58
ДОДАТКИ.....	62

ВСТУП

Запровадження автоматизованої системи електричного опалення може мати кілька переваг, які зроблять його актуальним для багатьох користувачів як у побуті, так і в промисловості.

По-перше, така система може бути більш ефективна, що дозволяє знизити витрати на електроенергію та зберегти кошти для клієнтів. Розумна технологія в системі може регулювати температуру відповідно до потреб користувача, використовуючи менше електрики, коли це можливо, що б зробити її ефективнішою.

По-друге, автоматизована система може забезпечити користувачам більшу гнучкість та контроль над їхнім опаленням. Користувачі можуть налаштувати систему відповідно до своїх розкладів та розмірів приміщень, а також контролювати температуру та інші параметри зі своїх смартфонів або комп'ютерів.

Нарешті, введення системи електричного опалення може бути більш екологічним вибором в порівнянні з іншими видами опалення, особливо з традиційними опалювальними системами, що використовують газ або нафту. Це може допомогти зменшити викиди в атмосферу та зменшити негативний вплив на довкілля.

Отже, введення автоматизованої системи електричного опалення може бути актуальним і корисним варіантом для багатьох користувачів, шукаючи нові та ефективні способи досвіду і економію коштів.

Загалом, автоматизація електричної котельні можна здійснити за допомогою різних компонентів та технологій, які дозволяють автоматично контролювати температуру та включати/вимикати котли для оптимального використання електричної енергії.

					КьРАКІТ. 2019049.01.09 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			4

Метою кваліфікаційної роботи є розробити автоматизовану систему керування електричною котельнею, змодельовати умови експлуатації котельні та можливі аварійні ситуації.

					КвРАКІТ. 2019049.01.09 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			5

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ОПАЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЮ КОТЕЛЬНЕЮ

1.1 Огляд об'єкта автоматизації

Електричні котельні використовуються для:

- опалення житлових і промислових будівель;
- гарячого водопостачання житлових і промислових будівель.

Продуктивність електричних котлів варіюється у широкому діапазоні, що дозволяє опалювати приміщення площею до 30 000 м².

Залежно від типу котла, що входить до складу електричної котельні, та їх кількості, змінюється їх потужність та теплопродуктивність [1-3]. Для опалення житлових і невеликих об'єктів площею до 1250 м² використовують котли універсальні потужністю 35-125 кВт. Промислові котли потужністю від 150 до 1000 кВт використовують для опалення великих об'єктів до 10000 м². Більш потужні електричні котельні потужністю до 3000 кВт використовуються для опалення будинків та споруд площею до 30000 м² [4].

У таблиці 1.1 наведено основні технічні характеристики електричних котельних установок.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики електронних котельних установок

№	Параметри	Значення
1	Призначення	опалення та гаряче водопостачання житлових і промислових об'єктів
2	Потужність	– на базі промислових котлів - 150-1000 кВт – на базі універсальних котлів - 35-125 кВт

Кінець таблиці 1.1 – Технічні характеристики електронних котельних установок

3	Конструкція	– блочно-модульна (контейнерна) – на рамі
4	Площа обігріваного приміщення	– на базі промислових котлів - до 10000 м ² – на базі універсальних котлів - до 1250 м ²
5	ККД котлів	до 96%
6	Теплопродуктивність	до 2,58 Гкал/год
7	Напруга електричного контуру	380 В
8	Система автоматики	Погодозалежне регулювання
9	Діапазон регулювання температури теплоносія	0-90 °С
10	Максимальний тиск теплоносія	0,4 МПа
11	Потрібна площа поперечного перерізу підводного кабелю, що підводить електроенергію (мідь) (для різних значень потужності котла)	120, 150, 240 і більше
12	Номінальний струм автоматичного вимикача по фазі (для різних значень потужності котла)	400, 500, 630, 800, 1000 А

Основною перевагою електричних котлів є високий ступінь їх мобільності, що надає можливість працювати як в якості основного, так і в якості мобільного або альтернативного джерела тепла [5].

Електричні котли з багатоступінчастим захистом від кожного нагрівального елемента до всього котла в цілому, а також клімат-залежний контролер є основою електричних котельнь.

На рисунку 1.1 наведено схему розміщення обладнання електричної котельні.

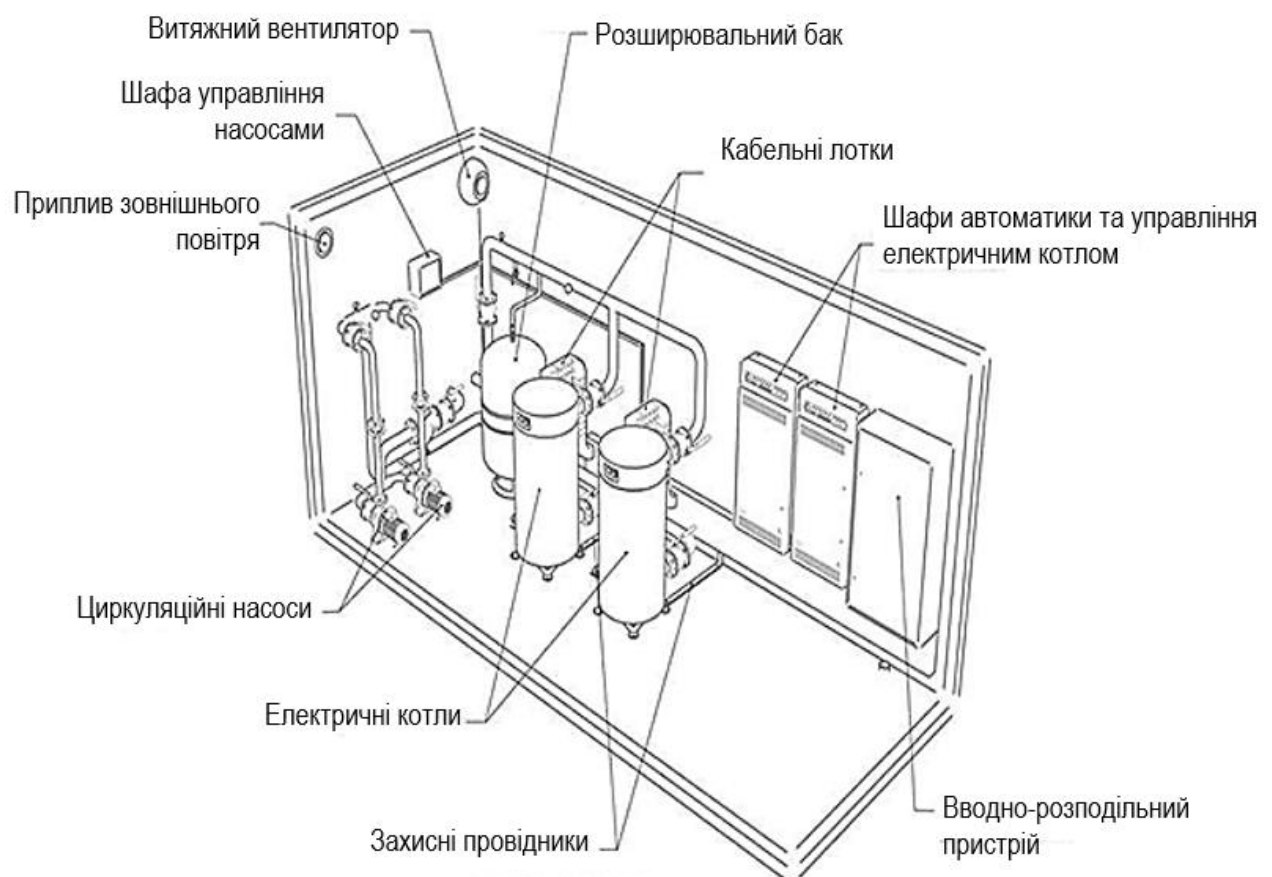


Рисунок 1.1 – Схема розміщення обладнання електрокотельної

Крім електричних котлів котельні оснащені [6]:

- баком-акумулятором;
- мережевими насосами;
- контрольно-вимірювальними приладами (термомонометр, лічильник);
- ввідно-розподільним пристроєм;
- шафою автоматики та управління електродкотлами;
- шафою управління насосами.

Електричні котельні оснащені накопичувальним водонагрівачем або теплообмінником для гарантування подачі гарячої води споживачам.

На рисунку 1.2 наведена принципова теплотехнічна система електричної котельні, яка складається з:

1. Бак-акумулятор.
2. Ізоляційна вставка.
3. Насоси.
4. Електричні котли.
5. Швидкісний водонагрівач.
6. Колектор гарячої води.
7. Грязьовик.
8. Ізоляційна вставка.
9. Колектор холодної води.

Автоматизація процесу управління електричними котлами позбавляє необхідності присутності оператора та інших працівників та забезпечує:

- плавне і каскадне вмикання/вимикання електричних котлів;
- кліматичне регулювання температури води;
- захист електричних котлів від аварійного перегріву;
- можливість вибору оптимальної кількості включених нагрівальних елементів.

– за рахунок наявності автоматичного повітровідвідника утворення "повітряних пробок" виключений.

На рисунку 1.4 наведено конструкцію електричного котла, який конструктивно складається з сталевого баку з форсунками для з'єднання з вбудованими пристроями різних по конструкції для нагріву води (індукційні котушки, електроди або нагрівальні елементи) підвідних і зворотних труб системи опалення [7].

Конструкція електричного котла:

1. Автоматичний повітровідвідник.
2. Вузол WE/WY для сумісної роботи з бойлером-акумулятором.
3. Обмежувач температури.
4. Вузол потужності.
5. Нагрівальний вузол.
6. Вузол потіжності.
7. Давач протоку.
8. Обмежувач температури.
9. Клапан безпеки.
10. Патрубок виходу.
11. Манометр.
12. Патрубок входу.

Принцип роботи електричних котлів досить простий:

- охолоджуюча рідина подається в розширювальний бак,
- в баку рідина нагрівається від електроенергії,
- потім розповсюджується по радіаторам і трубам.

Недоліки електричних котлів в основному пов'язані стрибки напруги, які негативно впливають на функціональну частину обладнання і його термін служби, із високою вартістю електроенергії, є часті перебої у подачі електроенергії.

1.2 Опис технологічного процесу електричної котельні

Автономні електрокотельні - це готові споруди, які використовуються для опалення житлових, промислових будівель з використанням закритої системи гарячого водопостачання. Режим роботи котельні автоматизований і не потребує наявності обслуговуючого персоналу [8]. Управління роботою може здійснюватися дистанційно за допомогою пульта управління, що видається [9].

Технологічний процес роботи електрокотельні складається з наступних етапів:

- із системи опалення мережна вода з температурою 70°C подається у зворотний котел;
- електричним струмом, що проходить між електродами, у бойлері вода нагрівається;
- прямою трубою вода нагріта до 95°C надходить в систему опалення.
- потім трубопроводом вода повертається до насоса і знову надходить у бойлер;
- підживлюючий насос у результаті визначення об'єму гарячої води подає у систему таку кількість води, якої не вистачає.

Регулятором тиску підтримується статичний тиск всмоктування насоса.

Температура на виході з котла є регульованим параметром у системі опалення, тобто цей параметр підтримується під час роботи системи. Основний вплив на зміну температури робить процес надходження в котел

води, яку необхідно нагріти, та скидання вже нагрітої води. Тому основним обурюючим фактором є потік води через котел.

На основі даних, що отримані від датчиків температури котла та навколишнього середовища автоматично регулюється подача тепла. Згенеровані датчиками температури сигнали надсилаються у мікроконтролер через з'єднувальні дроти. На основі отриманих даних оператор має можливість встановити необхідні для управління параметри. Пристрій здійснює порівняння отриманих даних з датчиків із встановленими заздалегідь значеннями і у вигляді електричного імпульсу формується управляючий вплив. Сформований сигнал управління подається на електродвигун і перетворюється на обертання ротора, з'єданого зі шпинделем, який проходить через сальник у кришці котла. У шпинделі розміщений регулятор потужності у вигляді ряду діелектричних екранів, які переміщуються вертикально і розташовані у зазорах між пластинами. Залежно від кута, на який відбудеться обертання ротора двигуна, регулятор потужності буде здійснювати опускання або піднімання по різьбленню шпинделя, змінюючи при цьому активну поверхню електродів. Таким чином буде відбуватись зміна потужності котла, тобто її регулювання. Межі зміни потужності котла складають від 25% до 100% від номінальної потужності котла.

Крім зміни температури при нормальній роботі, можливі зміни температури внаслідок аварійних ситуацій, і контролер може бути не в змозі довести котел до необхідної температури нагріву. У цьому випадку активується функція аварійного захисту. Захисними пристроями можуть бути автоматичні запобіжники, вимикачі, перемикачі тощо. Спрацювання пристроїв та обладнання, що призначені для захисту автоматизованої системи, відбувається без затримки. Ця функція захисту гарантує, що відбудеться зупинка котла у разі, якщо температура води підніметься до 100°C, а також у разі одно- та поліфазного короткого замикання в лінії живлення котла, якщо

напруга живлення перевищує номінальну на 5%, або якщо асиметрія навантаження перевищує 25% від номінального .

1.3 Класифікація електричних котелень

Залежно від методу нагрівання води (або іншого теплоносія) на сьогоднішній день виготовляється три основні типи електричних котлів [10-12]:

- індукційні;
- електродні;
- теніві.

1.3.1 Індукційні котли

В основі нагріву води у індукційних котлах є явище електромагнітної індукції, який оточує інший провідник із феромагнітними властивостями [13]. У результаті цього відбувається його нагрівання та води. Конструкція індукційного нагрівача зображена на рисунку 1.2.

Будова індукційного котла:

- металевий корпус – зовнішній шар (зазвичай круглої форми);
- теплоізоляція;
- електроізоляція;
- осердя, що розташовується у ізоляційному шарі;
- тороїдальна обмотка, що намотана навколо зовнішньої труби.

Осердя складається із двох труб різного діаметру, що виготовлені із феромагнітної сталі, і вкладені одна в одну. У котлах нового покоління між осердям та ізоляційними шарами розташована система труб, по яким рухається рідкий теплоносій. Далі теплоносій рухається по внутрішній трубці осердя, забезпечуючи таким способом подвійне нагрівання.

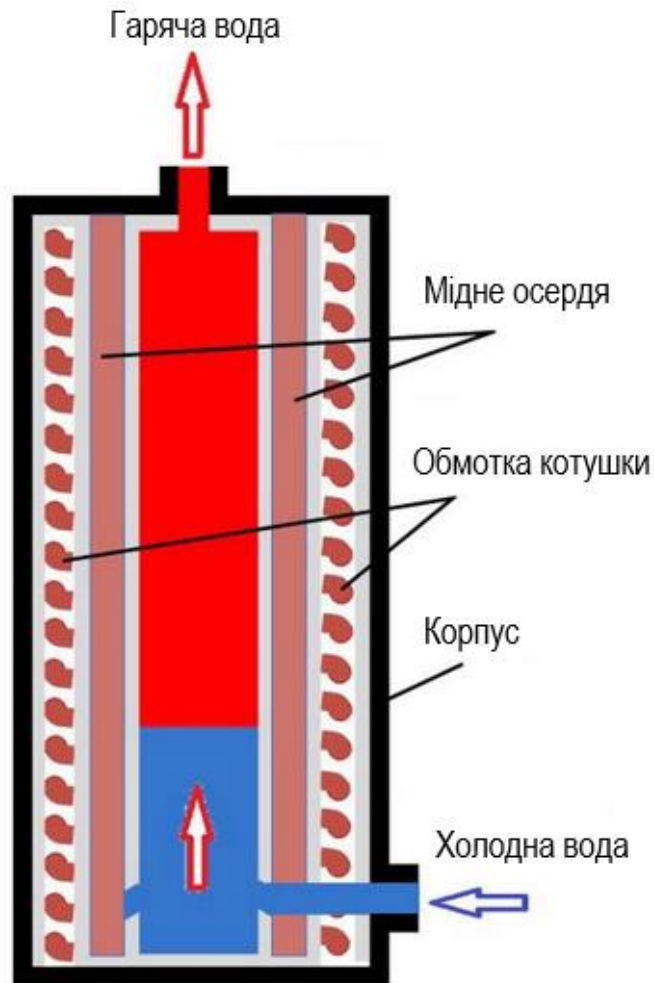


Рисунок 1.2 – Конструкція індукційного нагрівача

Переваги електричних котлів:

- високий ККД (сягає 100%);
- швидкий нагрів (нагрів осердя до 75°C відбувається за час до 7 хвилин);
- захист від накипу (за рахунок вібрації стінок на високих частотах);
- система безпеки;
- відсутність нагрівальних елементів схильних до зносу;
- цілісна конструкція;
- висока пожежо- та електробезпека;

- простота обслуговування;
- застосування будь-якого рідкого теплоносія;
- абсолютна безшумність;
- простота монтажу.

Недоліки електричних котлів:

- значні габарити і вага;
- висока вартість;
- установка тільки в закритих опалювальних системах;
- максимальний перепад тиску - не вище 0,3 МПа;
- під час роботи, генеруються перешкоди в довгохвильовому, середньохвильовому і УКХ-радіодіапазоні на дистанції кількох метрів, повністю екранувати які неможливо.

1.3.2 Тенові котли

Тенові електричні котли для нагріву рідини до необхідної температури використовують турбовані елементи нагрівальні (ТЕНи) – електричні провідники з дуже високим опором. Нагрів рідини відбувається за рахунок проходження струму через елемент, що і викликає його нагрів. Нагрівання ТЕНу передається рідині [14].

Основними недоліками електричних котлів такого типу є те, що на стінках котла та на поверхні нагрівача утворюється накип через те що вода є жорсткою. Тому для очищення від вапняного накипу додаються різні присадки. Або перед використанням воду підготовлюють до нормального показника жорсткості 7-10 мг-екв/л. для

Для пом'якшення води можуть використовуватись:

- кип'ятіння води запобіжне;
- спеціальні фільтри;
- дистиляція води.

Ще одним недоліком тенових електричних котлів є витік рідини. Нагрівач, якщо не занурений у воду, може перегріватись і згоріти. Це може призвести до пожежі. Конструкція тенового електричного котла наведена на рис. 1.3.

Теновий котел складається з наступних компонентів:

1. Нагрівальний ТЕН.
2. Повітровідокремлюючий клапан.
3. Ємкість/теплообмінник.
4. Ізоляція.
5. Повітровідокремлюючий клапан.
6. Трьохшвидкісний насос.
7. Давач тиску.
8. Інтегрований гідравлічний блок.
9. Запобіжний клапан.
10. Розширювальний бак.

Охолоджена вода (або інша рідина) із системи опалення (А) надходить у котел, де здійснюється її нагрівання трьома встановленими тенами. При підвищенні температури води відбувається піднімання її у бак, після чого вона потрапляє у зворотну лінію (В) системи опалення.

Додатковою функцією таких котлів може робота з системою теплої підлоги. Для цього підключається аварійний термостат для регулювання температури води у електричному котлі. Для забезпечення циркуляції охолодженої рідини наявний двошвидкісний мережевий насос, що входить у гідравлічну групу котла.

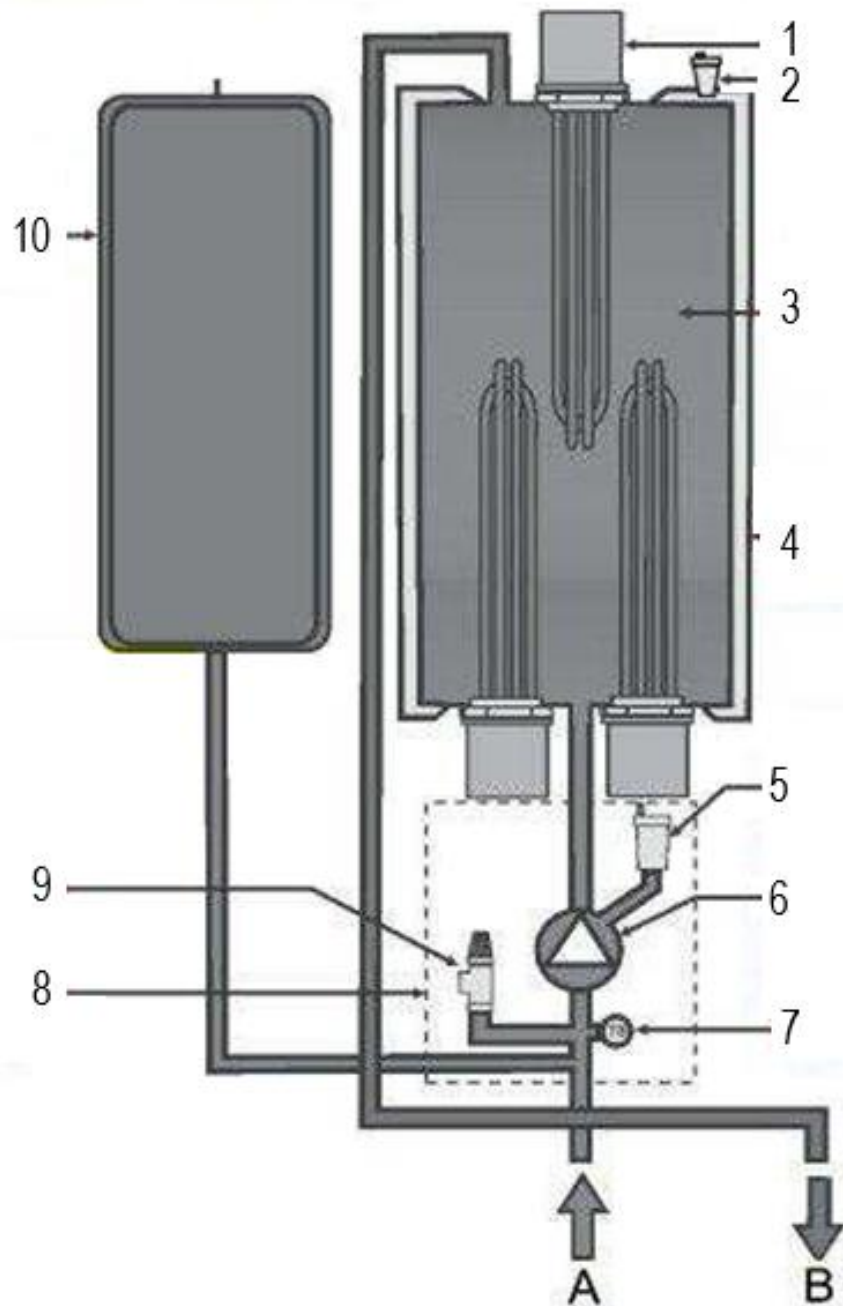


Рисунок 1.3 – Конструкція тенового котла

Захисти котла:

- від замерзання котла непрямого нагріву;
- від замерзання охолоджуючої рідини;
- запобіжний клапан на 3 бари;
- захист насоса від заклинювання.

		№ докум.	Підпис	

Електричний котел підключається окремою електропроводкою з окремим автоматичним вимикачем.

1.3.3 Електродні котли

У електродних котлах охолоджена рідина нагрівається сама по собі. Це явище досягається за рахунок введення в охолоджене середовище спеціальних електродів, які збуджують коливання вільних електронів, які нагрівають рідину. Електродні котли дуже схожі на проточні водонагрівачі, в яких за рахунок проходження електроенергії через теплоносій відбувається нагрівання води [15].

Відмінності електродних котлів:

- невеликий розмір;
- циліндричні форми;
- автоматичне увімкнення/вимкнення за допомогою датчиків температури;
- безпека - вони не працюють при відсутності води;
- економічність при установці не чавунних радіаторів.

Недоліки електродних котлів:

- утворення накипу, що призводить до зниження потужності;
- стан котельні тільки включення/виключення, потужність не регулюється;
- не використовуються традиційні охолоджувальні рідини (антифриз, тосол);
- електроліз, що відбувається під час процесів в електродному котлі, призводить до утворення токсичних газів і вимагає періодичної заміни охолоджуючої рідини;
- вода потребує підготовки;

– існує ймовірність прямого витоку електроенергії на корпус і труби опалення;

– дистильована вода не підходить у вигляді охолоджуючої рідини.

1.4 Висновки до першого розділу

У першому розділі кваліфікаційної роботи наведено основні технічні характеристики електричних котелень, проаналізовано існуючі типи електричних котлів та встановлено їх основні переваги та недоліки.

Метою кваліфікаційної роботи є розробити автоматизовану систему керування електричною котельнею, змоделювати умови експлуатації котельні та можливі аварійні ситуації.

Для цього потрібно виконати ряд задач:

- розглянути принцип дії та функції електричної котельні;
- розробити технологічну та функціональну схему роботи електричної котельні;
- визначити параметри контролю, регулювання, сигналізації;
- обрати компоненти автоматизованої системи управління електричною котельнею;
- розробити алгоритмічне та програмне забезпечення системи автоматизованого управління електричною котельнею;
- зробити відповідні висновки.

2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЮ КОТЕЛЬНЕЮ

2.1 Принцип роботи та функції електричної котельні

Автоматизація – використання інструментів, які виконують виробничі процедури під контролем людини без його втручання. Автоматизація процесів знижує витрати, підвищує продуктивність виробництва, скорочує кількість співробітників, покращує якість продукції та підвищує кількість виготовленої продукції.

Автоматизація дозволяє керувати механізмами без втручання людини. У автоматизованих виробничих процесах роль людей полягає у встановленні, обслуговуванні та контролі роботи обладнання. Завданням автоматизації є полегшення не лише фізичної праці, а й розумової також [16].

Впровадження автоматизованих систем на вирішення технічних проблем є перспективним напрямом задля енергозбереження [17-21]. Об'єктами автоматизації є системи гарячого та холодного водопостачання, опалення, вентиляції, а також різні технічні пристрої тощо, які також знайшли відображення у наукових цілях.

Економічна вигода від використання автоматизованої системи управління технологічними процесами досягається за рахунок точного контролю параметрів технологічного процесу, безперервного контролю технологічного обладнання, врахування споживання енергії та скорочення часу аварійного та передаварійного реагування [22, 23].

За допомогою каскадного керування автоматизованої системи управління в електричних котельнях можна досягти оптимального співвідношення між теплопродуктивністю та теплоспоживанням. У процесі такого керування споживачеві подається необхідна кількість тепла на заданий

період, включаючи необхідну кількість опалювальних котлів. При цьому досягається необхідна температура в котельні та економиться більша кількість палива.

Сучасна автоматизована система управління технологічним процесом є системою, що складається з компонентів різних виробників, яка може бути розширена як якісно, так і кількісно [24].

При проектуванні автоматизованої системи управління електричною котельнею потрібно врахувати наступні режими роботи електричного котла:

- потужність котла регулюється автоматично;
- автоматичний запуск/зупинка котла(-ів) в робочому режимі;
- зупинка роботи котла(-ів) в аварійній ситуації;
- у разі відмови робочого котла, відбувається ввімкнення резервного;
- каскадне управління котельнею;
- відновлення робочих і теплових мереж;
- контроль температури охолоджуючої рідини;
- сигналізація для персоналу і аварійні повідомлення на робочому місці оператора (автоматизоване робоче місце оператора котельної);
- захист котлів і технологічного обладнання від підвищення граничних навантажень;
- управління насосами;
- використання алгоритмів енергозбереження для роботи котельної при її проектуванні [25, 26].

Диспетчеризація електростанції – це елементарна система управління, що забезпечує узгоджену роботу обладнання та сервісних підрозділів, що входять до комплексу водопостачання. Диспетчерська підтримка електричної котельної створює умови для підвищення якості, значно знижує фінансові витрати, підвищує ефективність використання обладнання.

За допомогою автоматичного управління відбувається виконання наступних функцій диспетчеризації електричної котельні виконуються:

- за рахунок ефективного контролю робочих підвищити надійність системи;
- забезпечити із заданим тиском і температурою неперервну подачу води в системі споживачам;
- підготовка графіків робіт насосів, зміна розподілу води;
- моніторинг за роботою системи і зберігання інформації про функціонування мережі з подальшою статистичною і аналітичною обробкою;
- за рахунок раціонального використання енергії зниження витрат;
- скорочення часу аналізу і прийняття рішень в робочих та аварійних ситуаціях;
- зниження споживання енергії без порушення технологій;
- керування насосами, що створюють необхідний тиск у мережі при зміні об'єму.

Дистанційне керування електричною системою забезпечується програмним комплексом, а це означає, що оператор має можливість керувати технологічними пристроями та має інтерактивний доступ до архіву даних про функціонування пристроїв.

За допомогою такого управління управляючий персонал може запускати та зупиняти роботу електричної котельні та виконувати необхідні перемикання.

Теплотехнічний контроль всього обладнання та електричної котельні здійснюється за допомогою пристрою, який працює в автоматичному режимі. Цей пристрій дозволяє безперервно контролювати процес. Пристрої теплового контролю встановлюються в щитах та панелях управління для зручності обслуговування та контролю.

Технологічні блокування - це певні операції у певній послідовності при запуску та зупинці механізму. Блокування запобігає неправильній експлуатації при технічному обслуговуванні та забезпечує відключення обладнання у разі аварії.

Технологічні сигналізатори сповіщають про виникнення аварійної ситуації в електричній котельні, інформують черговий персонал про стан обладнання, попереджають про наближення параметрів до небезпечного значення. При цьому використовується звукова та світлова сигналізація.

Експлуатація електричних котелень повинна забезпечувати ефективний розвиток необхідних параметрів та безпечні умови праці.

Для кожної електричної котельні повинні бути складені відповідні технічні інструкції з запобігання і усунення аварій, обслуговування обладнання, ремонту, заходів безпеки і т.д. Для різних цілей мають бути складені технічні паспорти на трубопровідне обладнання, виконавчі, екологічні та технічні плани. Знання інструкцій, графіків роботи котельні та цих документів необхідне для відповідальних осіб.

Для запису інструкцій з управління та робочих нотаток персоналу слід вести журнал обліку роботи, а для запису виявлених дефектів та заходів щодо їх усунення - журнал технічного обслуговування, в який заноситься інформація про будь-які виявлені дефекти та про дії, які були здійснені для їх усунення.

У первинному звіті має бути вказано робочий стан агрегату та реєстратора, а у вторинному звіті повинні міститися загальні дані про котли за певний період часу. Кожен котел має бути пронумерований.

Управляючі кола та алгоритми реалізуються за допомогою контролерів, силова схема управління – рейково-контактна.

Електричний котел повинен забезпечувати теплове навантаження, встановлене значення різниці температур між прямою і зворотною водою перед котлом з потоком прямої води. Тому котел повинен обладнуватися регуляторами температури прямої води та температури зворотної води.

Невеликі втрати води в системі поповнюються підготовленою водою. Це контролюється регулюванням підживленням, тобто ввімкненням насосу і системи гарячого водопостачання (при падіння тиску води відбувається відкриття зворотного клапану в системі гарячого водопостачання).

Основні функціональні частини обладнання, взаємозв'язки між ними та їх призначення відображає структурна схема системи автоматизованого управління електричною котельнею. На рисунку 2.2 зображено структурну схему системи автоматизованого управління електричною котельнею з акумуляцією теплоти для утеплення, вмикання, регулювання параметрів процесу. Запропонована схема допомагає під час програмування контролера.

Вода, після нагрівання в електричному котлі, подається в бак-акумулятор, після чого вона за допомогою мережевих насосів подається в лінію подачі теплової мережі. Частина цієї води подається в теплообмінник для нагріву чистої водопровідної води, яка поступає в систему гарячого водопостачання. Температура нагріву підтримується контролером ТС, який контролює розподіл нагрітої води через теплообмінник.

За допомогою регулятора LC, який підтримує рівень води в баці-акумуляторі, тепла мережа забезпечується водопровідною водою.

У відповідності до графіку програмне реле виконує ввімкнення/вимкнення котлів у години пікового навантаження, а також коли температура води в опалювальній мережі знижується до надто низького рівня, при якому можливо замерзання води.

частоти HYUNDAI N700E-004HF [30]. Зовнішній вигляд перетворювача наведено на рисунку 2.4. Також на кожен насос потрібно встановлювати датчі температури та тиску.



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд перетворювача частоти
HYUNDAI N700E-004HF

Принцип дії мережевих насосів полягає у проведенні наступних тактів. Спочатку холодна вода надходить на мережеві насоси електричної котельні. Далі насоси перекачують цю воду у групу електричних котлів, де вода нагрівається до 130°C, і направляється далі для водопостачання та опалення приміщень.

Мережевими насосами і насосами підживлення відбувається підтримка в електричні котельні постійного тиску з змінною витратою. Інформація про поточне значення тиску в частині подачі води поступає з давача тиску, який знаходиться на виході з електричної котельні. Система управління мережевим насосом має два режими роботи: автоматичний, ручний. Переключення режимів здійснюється з панелі управління.

Регулювання значень тиску у автоматичному режимі роботи відбувається системою управління, яка містить у своєму складі контролер, модуль вводу/виводу. Від давача тиску надходить інформація про поточне значення тиску в напорній частині подачі води. На виході контролера, залежно від отриманого значення тиску, формується сигнал, що подається на перетворювач частоти, за яким відбувається його підключення до насосу 1 або 2. Також є режими, в яких працюють обидва насоси, або жоден з них, тобто знаходяться у стані очікування. Всією автоматикою управляє контролер, також він встановлює необхідну потужність мережевого насосу, параметри продуктивності насосу на перетворювачі частоти.

У випадку коли автоматична робота системи управління неможлива, або перебуває у аварійному стані, система переходить у ручний режим управління.

В якості давача тиску обрано давач Rosemount 3051С компанії Coplanar™ [31]. Давач на основі ємнісної комірки з сенсорним модулем, що дає можливість визначати абсолютне значення тиску, надлишкове значення, або його перепад. Вимірює у діапазоні 0,025..27580 кПа. Зовнішній вигляд наведено на рисунку 2.5.

виготовлений з нержавіючої сталі, в який і розміщається термочутливий елемент, а також плата для генерування інформації про значення температури. Кабель давача з одної сторони має два вмонтовані відкриті провідники, а з іншої –герметизований за допомогою зонда. Результати вимірювань температури можуть бути передані на контролери і шафи управління, реєстратори даних, зовнішні монітори, первинні комп'ютери і будь-яке приймальне обладнання, яке працює із аналоговими сигналами. Ступінь захисту давачів IP54, використовуються для тривалого занурення. Зовнішній вигляд давача температури наведено на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд давача температури ТП101-К

Технічні параметри давача температури ТП101-К наведено у таблиці 2.6.

Переваги контролера Simatic S7-300:

- наявність охолодження;
- легкий монтаж модулів завдяки профільній шині (шпалі);
- модульна конструкція;
- комунікації по мережах Profibus Industrial Ethernet/PROFINet, MPI, VASnet, MODBUS TCP, AS-i;
- розділений і локальний ввід/вивід;
- підтримка операційної системи для обробки програмних та апаратних помилок;
- підтримка на рівні операційної системи для функцій реального часу;
- використання розподілених структур введення/виведення і простої інтеграції в різні типи мереж;
- безплатне нарощування потенціалу з модернізацією системи;
- підтримка на рівні операційної системи для апаратних переривань.

Для контролю і управління роботою машин і установок в різних сферах систем автоматизації приміщень та промислового виробництва може використовуватися панель управління OP77A [34]. Зовнішній вигляд панелі управління OP77A наведено на рисунку 2.8.

Особливостями панелі управління OP77A є:

- великі клавіші для зручного управління;
- наявність бібліотеки з великим набором графічних об'єктів;
- висококонтрастний дисплей з інформацією, яка добре читається;
- тривалий строк служби вбудованого дисплея;
- можливість робота без резервного акумулятора;
- простота обслуговування та налаштування.

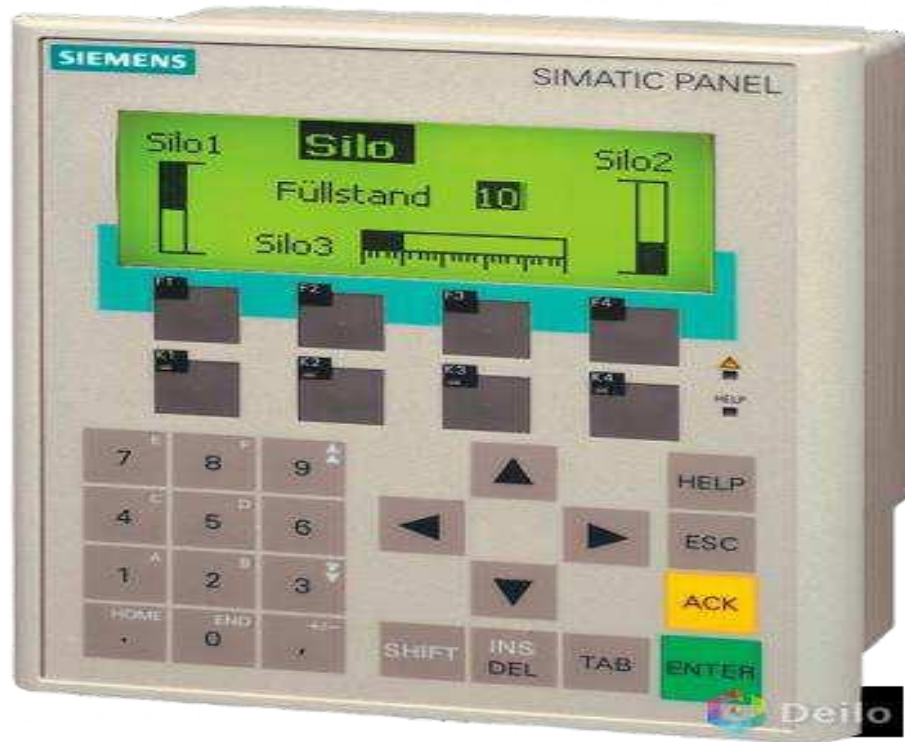


Рисунок 2.8 – Зовнішній вигляд панелі управління OP77A

Модульна станція ET 200S вводу/виводу для систем на основі PROFIBUS використовується для налаштування розподілених систем вводу/виводу на основі мереж PROFIBUS DP або PROFINET IO. ET 200S вводу/виводу використовується для роботи у розподілених системах вводу/виводу програмованих контролерів SIMATIC S7/WinAC [35]. Також модульна станція ET 200S може використовуватись і в поєднанні з іншими контролерами інших виробників. Це повинен бути контролера В таких контролерах повинна ROFINET IO або підтримувати функцію ведучого master пристрою DP. Ступінь захисту станції IP20.

Зовнішній вигляд модульної станції ET 200S наведено на рисунку 2.9.

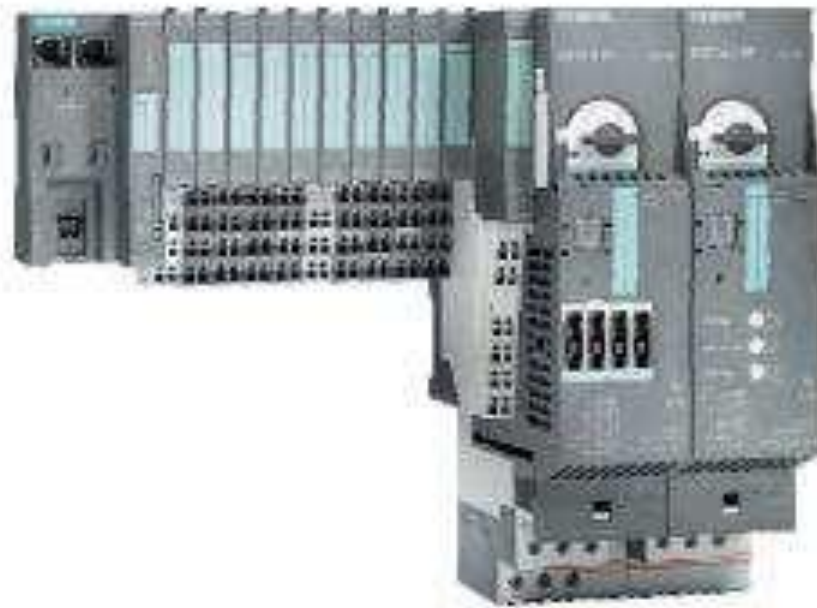


Рисунок 2.9 – Зовнішній вигляд модульної станції ET 200S

Переваги та особливості станції ET 200S:

- наявність звичайних і інтелектуальних інтерфейсних модулів для підключення станції до мереж PROFIBUS DP і PROFINET IO з вбудованими центральними процесорами;
- наявна система розділеного вводу/виводу зі ступенем захисту IP20;
- попередня обробка інформації з використанням інтелектуальних інтерфейсних модулів на рівні станції, зниження навантаження на мережу;
- наявна система протиаварійного захисту та забезпечення безпеки;
- застосування в системах розподіленого вводу/виводу стандартного призначення,
- гнучкі можливості адаптації апаратури до вимог вирішуваних завдань;
- широкий спектр силових, технологічних, електронних модулів;
- "Гаряча" заміна модуля під управлінням програми світового контролю S7-400/S7-1500 при роботі станції;

– швидке усунення несправностей, потужні діагностичні можливості, скорочення часу простою промислових машин і установок.

2.5 Висновки до другого розділу

Другий розділ кваліфікаційної роботи присвячено проектуванню системи автоматизованого управління електричною котельнею, зокрема:

- розроблено принцип роботи та розглянути функції електричної котельні;
- розроблено технологічну та функціональну схеми роботи електричних котелень;
- обрано тип системи теплопостачання;
- проведено обґрунтування та вибір компонентів автоматизованої системи управління опаленням;
- визначено параметри контролю, регулювання, сигналізації.

3 АЛГОРИТМІЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЮ КОТЕЛЬНЕЮ

3.1 Розробка алгоритму роботи системи автоматизованого управління електричною котельнею

Алгоритм роботи системи автоматизованого управління електричною котельнею наведено на рисунку 3.1.

Система, для встановлення в робочий стан, повинна виконати алгоритм роботи котельної. Після встановлення робочого стану системи відбувається контроль основних параметрів, що забезпечують робочий режим: температура і тиск води в мережі.

В першу чергу при запуску системи відбувається процес нагріву води. Подача води у мережу здійснюється після нагріву води. Вода повертається по зворотному трубопроводу до насосів і знову надходить в котли. Підживлювальний насос під час аналізу гарячої води перекачує таку кількість води, якої не вистачає в системі. Регулятором тиску відбувається підтримання статичного тиску всмоктування насосів.

Основні функції та призначення системи автоматизованого управління:

- виконання алгоритму і перехід системи в робочий стан;
- процес нагріву води і її подача в мережу;
- контроль основних параметрів для підтримання системи в робочому стані.

3.2 Теплогідрравлічний розрахунок параметрів системи автоматизованого управління електричною котельнею

При проектуванні системи автоматизованого управління електричною котельнею, для визначення основних режимів роботи системи та розрахунку параметрів системи, потрібно провести теплогідрравлічний розрахунок системи автоматизації управління електричною котельнею [36-38].

Визначимо основні початкові умови по тепловим навантаженням теплоспоживаючих систем будівель. Вони наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Основні початкові умови по тепловим навантаженням теплоспоживаючих систем будівель

Початкова умова	Значення
Розрахункове значення температури зовнішнього повітря для системи опалення	-13°C
Опалювальний період	4464 год
Середня температура за опалювальний період	-0,7°C.

Розрахунок витрати мережної води вироблявся при температурному режимі 65 - 100°C, при цьому відбувалось обмеження температури теплоносія в трубопроводі до 100°C. Середні значення годинних витрат теплоносія та тепла на водопостачання визначається за ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація частина I. проектування частина II. Будівництво» [39].

Втрати тепла трубопроводами системи теплопостачання визначають за формулами (3.1-3.2):

$$Q^{ht} = \sum Q_i^{ht}, \quad (3.1)$$

$$Q_i^{ht} = k \cdot dT \cdot l = k \cdot (T_{cp} - T_3) \cdot l, \quad (3.2)$$

де Q_i^{ht} – тепловтрати окремих ділянок теплопостачання, Вт;

dT – температурний тиск, °С;

k – лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·°С);

l – довжина ділянки трубопроводу, м;

T_3 – значення температури навколишнього повітря, °С;

T_{cp} – середнє значення температури води в трубопроводі, °С.

Визначимо розрахунок втрат температури у тробупроводах системи тепломережі. Втрати визначаються за формулою (3.3):

$$T_B = \frac{3,6 \cdot Q_{дiл} \cdot T_2 - Q_i^{ht} \left(\frac{1}{1,163} \right)}{3,6 \cdot Q_{дiл}}. \quad (3.3)$$

де T_2 – початкова температура теплоносія, °С;

$Q_{дiл}$ – розрахункове значення витрати води на ділянці трубопроводу, л/с;

Q_i^{ht} – тепловтрати ділянки трубопроводу з урахуванням ізоляції, Вт;

(1/1,163) – коефіцієнт переведення: 1 ккал/год = 1,163 Вт.

Були визначені втрати теплоносія при різних значеннях температур на вході трубопроводу та навколишнього середовища. Отримані дані занесено до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Втрати температури теплоносія в трубопроводі

Температура зовнішнього повітря, T_3 °C	Температура на вході трубопроводу, T_2 °C	Температура на виході трубопроводу, T_B °C
0	75	50
0	85	60
-10	75	48,5
-10	85	58,5
-20	75	40,15
-20	85	50,25

Гідравлічний опір трубопроводу – явище, що виникає при русі води по трубопроводу, яке супроводжується виникненням тертя по стінкам та перегородкам труб. Значення цього опору пропорційно залежить від швидкості руху води у трубопроводі.

Визначення чисельного значення втрати тиску на початку трубопроводу відомої довжини визначається за виразом (3.4):

$$\Delta P = R \cdot L \cdot (1 + k) \quad (3.4)$$

де ΔP – зниження тиску в метрах водяного стовпа, оскільки відбувається зменшення тиску в потоці води; L – довжина трубопроводу, м; R – питоме зменшення тиску на 1м довжини трубопроводу, Па/м; k – коефіцієнт додаткових опорів.

За формулою (3.4) визначено числові значення падіння тиску в трубопроводі і зведені у таблицю 3.3.

Таблиця 3.2 – Падіння тиску в трубопроводі

Тиск на виході трубопроводу $P_{\text{ВХ}}$, МПа	Тиск на вході трубопроводу $P_{\text{ВИХ}}$, МПа
1,2	1
1	0,8
0,95	0,75
0,85	0,65
0,7	0,5
0,6	0,4

Як показали розрахунки падіння тиску у трубопроводі відбувається на 0,2 МПа.

3.3 Розробка програмного забезпечення контролера для управління автоматизованою системою управління електричною котельнею

Із використанням автоматизованої системи управління електричною котельнею реалізуються наступні функції:

- технологічні захисти та блокування;
- автоматичне та дистанційне управління технологічним обладнанням;
- подання на моніторах інформації про стан польового та технологічного обладнання оперативному персоналу;
- подання інформації про роботу програмно-технічного комплексу;

- реєстрація та архівування значень дій оператора, технологічних параметрів, роботи автоматизованої системи управління електричної котельні та інших подій у системі;

- управління дистанційно з автоматизованого робочого місця оператора;

- управління вручну з місцевих пультів управління;

- вимірювання технологічних параметрів;

- підтримка технологічних параметрів у автоматичному режимі у заданих межах;

- облік енергоресурсів;

- розрахунок техніко-економічних показників роботи котельні.

Програма управління автоматизованою електричною котельнею (рис.

3.2) розроблена на мові FBD.

Використовуються наступні вхідні та вихідні дані.

Вхідні дані:

I_1 - тиск води на вході трубопроводу опалення;

I_2 - тиск води на виході трубопроводу опалення;

I_3 - тиск води на вході трубопроводу гарячого водопостачання;

I_4 - тиск води на виході трубопроводу гарячого водопостачання;

I_5 - температура води на вході трубопроводу опалення;

I_6 - температура води на виході трубопроводу опалення;

I_7 - температура води на вході трубопроводу гарячого водопостачання;

I_8 - температура води на виході трубопроводу гарячого водопостачання;

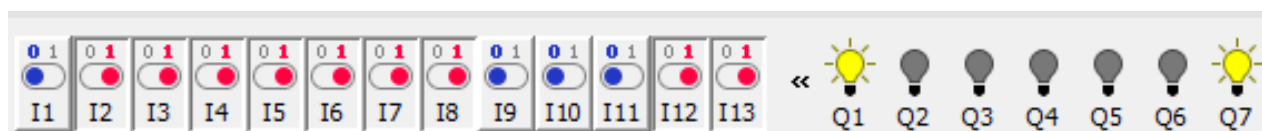
I_9 - температура води у теплообміннику;

I_{10} - максимальний рівень заповнення водою теплообмінника (max) ;

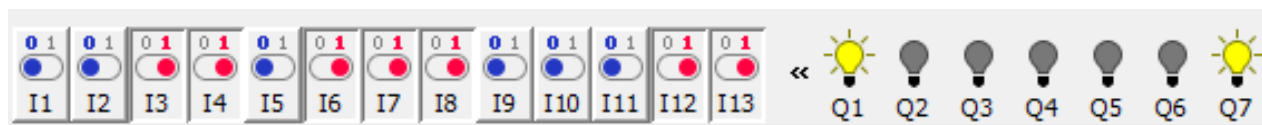
I_{11} - мінімальний рівень заповнення водою теплообмінника (min) ;

I_{12} - рівень води в системі;

При виході значення одного або декількох параметрів за межі встановлених значень, система сигналізує про це відповідним чином і робота програми зупиняється [40]. Для прикладу наведено сигналізування системи про аварійну ситуацію, якщо значення тиску води на вході трубопроводу опалення (I1) виходить за межі встановлених значень (рис. 3.4, а). Або якщо одночасно виходять за межі встановлених значень декілька параметрів: значення тиску води на вході трубопроводу опалення (I1) та температура води на вході трубопроводу опалення (I2) (рис. 3.4, б). При виході будь-якого з вхідних параметрів (I1-I8) за встановлені межі або їх комбінації автоматизована буде про це сигналізувати.



а)



б)

Рисунок 3.4 – Моделювання режиму ввімкнення сигналізації автоматизованої системи

У випадку, якщо всі контрольовані параметри у діапазоні нормальних значень, автоматизована система виконує свої функції нагріву води, подачі води для опалення та води для побутових потреб споживачів.

На рисунку 3.5 зображено результат моделювання режиму нагріву води. При цьому контрольовані параметри $I_1 - I_8$ (рівень логічної «1») в нормі, температура води у теплообміннику I_9 не досягла максимального значення

визначити основні режими роботи системи та провести розрахунок параметрів системи.

Розроблено програмне забезпечення контролера для управління автоматизованою системою управління електричною котельнею на мові FBD, проведено та представлено результати моделювання основних режимів роботи автоматизованої системи управління електричною котельнею.

					КвРАКІТ. 2019049.01.09 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			55

ВИСНОВКИ

Метою кваліфікаційної роботи було розробити автоматизовану систему керування електричною котельнею, змоделювати умови експлуатації котельні та можливі аварійні ситуації.

У першому розділі кваліфікаційної роботи наведено основні технічні характеристики електричних котелень, проаналізовано існуючі типи електричних котлів та встановлено їх основні переваги та недоліки.

Другий розділ кваліфікаційної роботи присвячено проектуванню системи автоматизованого управління електричною котельнею, зокрема:

- розроблено принцип роботи та розглянуто функції електричної котельні;
- розроблено технологічну та функціональну схеми роботи електричних котелень;
- обрано тип системи теплопостачання;
- проведено обґрунтування та вибір компонентів автоматизованої системи управління опаленням;
- визначено параметри контролю, регулювання, сигналізації.

У третьому розділі кваліфікаційної роботи розроблено алгоритм автоматизованого процесу управління електричною котельнею, розроблено режими опалення приміщень та подачі гарячої води споживачів для побутових потреб. Враховано наявність аварійної ситуації, при якій система сигналізує відповідним чином та зупиняє роботу насосів автоматично, а також закриває клапани до моменту виявлення та усунення причин аварійної ситуації.

Наведено теплогідрравлічний розрахунок параметрів системи автоматизованого управління електричною котельнею, який дозволяє визначити основні режими роботи системи та провести розрахунок параметрів системи.

Розроблено програмне забезпечення контролера для управління автоматизованою системою управління електричною котельнею на мові FBD, проведено та представлено результати моделювання основних режимів роботи автоматизованої системи управління електричною котельнею.

					КвРАКІТ. 2019049.01.09 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			57

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Основи проектування промислових та опалювальних котелень. Курсове проектування: навчальний посібник / Под. ред. Боженко М. Ф. – К. : – Вища шк., 1992. 280с.
2. Ткаченко С. Й., Чепурний М. М., Степанов Д. В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2005. 137с.
3. Степанов Д.В., Степанова Н.Д., Гайдейчук О.О. Вибір ефективного джерела теплохолодопостачання житлової будівлі. *Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві*. Вінниця : ВНТУ, 2013. № 1. С. 149–152.
4. Пирков В.В. Особливості проектування сучасних систем водяного опалення. К. : ІІ ДП «Такі справи», 2003. 176 с.
5. Електрокотел-переваги та недоліки електричного опалення. URL: <https://obrii.com.ua/main/19686-elektrokotel-perevagi-ta-nedoliki-elektrichnogo-opalennya.html>
6. Алабовський О. М., Боженко М. Ф., Хоронженко Ю. В. Проектування котелень промислових підприємств: курсове проектування з елементами САПР : навч.посібник. К.: Вища школа, 1992. 207с.
7. Schematic of domestic electrical water heater. URL: https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-domestic-electrical-water-heater_fig1_227412809
8. Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування : навчальний посібник. К.: Аграрна освіта, 2010. 557 с.
9. Ельперін І. В., Пупена О. М., Сідлецький В. М., Швед С. М. Автоматизація виробничих процесів : підручник. М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харчових технологій. – Київ : Ліра-К, 2015, 2019. 378 с.

10. Глушко Ю. Ю. Опалення : навчальний посібник. 2019 рік. [Електронний ресурс].
11. Луняка К.В., Димо Б.В., Корнієнко В.С., Коновалов Д.В. : навчальний посібник. Херсон: Видавництво ХНТУ, 2019. 101 с.
12. Боженко М.Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель [Електронний ресурс] : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 380 с.
13. Індукційний котел - альтернативне джерело теплової енергії.URL: <https://volar.com.ua/ua/news/induktsionnyi-kotel-alternativnyi-istochnik-teplovoi-energii.html/>
14. Види електричних опалювальних котлівURL: <https://lumah.com.ua/uk/vidi-elektrichnih-opalyvalnih-kotliv/>
15. Електричний котел опалення для будинку: переваги та недоліки, особливості виборуURL: <http://houseofdream.com.ua/elektrichnij-kotel-opalennya-dlya-budinku-perevagi-ta-nedoliki-osoblivosti-viboru/>
16. Пушкар М.С., Проценко С. М. Проектування систем автоматизації : навч. посібник М-во освіти і науки України, Державний ВНЗ "Національний гірничий ун-т". Д.: НГУ, 2013. 267 с.
17. Задорожна І.П. Основи енергоефективності : навчально-методичний посібник для ПТНЗ. Львів, 2011.78 с.
18. Сегеда, М. С., Олійник М. Й., Дудурич О. Б. Нетрадиційні та відновлювані джерела електроенергії [Текст] : навч. посіб. Львів : Львівська політехніка, 2019. 204с.
19. Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. Енергозбереження в агропромисловому комплекс. Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. 984 с.
20. ДБН В.2.6-31:2016 «ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ БУДІВЕЛЬ». Чинний від 2017 -05-01. Київ: Мінрегіон України, 2017. 31 с.
21. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. [Чинний від 2011–11–1]. К. : Мінрегіонбуд України, Київ, 2011.

22. Воробйова О. М. Ю. В. Флейта Технічні засоби автоматизації : навч. посіб. Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2018. 208 с.
23. Технічні засоби автоматизації : навч.-метод. посібник / уклад.: А.К. Бабіченкота ін. Х.: НТУ «ХПІ», 2021. 217 с. ISBN 978-617-7988-54-9
24. Автоматизація виробничих процесів: підручник / О.І. Черевко та ін. Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі: Харків: ХДУХТ, 2014. 186 с. ISBN 978-966-405-355-3.
25. ДБН В.2.5-67:2013 «ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ». Чинний від 2014- 01-01. Київ: Мінрегіонбуд та ЖКГ України, 2013. – 232 с.
26. Опалення – внутрішнє облаштування : ДБН Д.2.2-18-99 .— [Чинний від 2000-01-01]. К.: Держбуд України,2000.-28 с. (Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи)
27. Відкрита і закрита система тепlopостачання - переваги та недоліки у порівнянні URL: https://heatingmastak.com.ua/installation-and-repair/vidkrita-ta-zakrita-sistema-teplopостачання-_-perevagi-i-nedoliki-u-porivnyanni.html
28. Єнін П.М., Швачко Н.А. Тепlopостачання (частина І “Теплові мережі та споруди”) : навчальний посібник. К.: Кондор, 2007. 244 с.
29. Мікропроцесорні засоби в автоматизованих системах керування технологічними процесами : підручник / А. К. Бабіченко [та ін.] ; ред. А. К. Бабіченко ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Харків : Водний Спектр Джі-Ем-Пі, 2016. 440 с.
30. URL: <http://hyundai-electric.es/media/images/Manuales/N700E-5,5-375kW-eng.pdf> INSTRUCTION MANUAL
31. <https://www.emerson.com/documents/automation/reference-manual-rosemount-3051-pressure-transmitter-hart-r-protocol-en-89452.pdf>
INSTRUCTION MANUAL
32. Цифровой термометр TP101 URL: <https://arduino.ua/ru/prod1783-cifrovoi-termometr-tp101>

33. SIMATIC S7-300 - Proven multiple times!URL:
<https://new.siemens.com/ua/uk/produkty/avtomatyzatsiya-promyslovosti/systemy-avtomatyzatsiyi/systemy-promyslovoyi-avtomatyzatsiyi-simatic/plc-kontrolery-simatic/simatic-s7-300.html>

34. SIMATIC OPERATOR PANEL OP77A BACKLITURL:
<https://support.industry.siemens.com/cs/products/6AV6641-0BA11-0AX0/op77a?pid=384993&ctp=&mlfb=6AV6641-0BA11-0AX0&lc=en-CN>

35. SIMATIC ET 200S. URL:
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/5000574?tree=CatalogTree>

36. Паночишин Ю.М. Моделювання систем керування потокорозподілом в мережах теплопостачання [Текст] : дис... канд. техн. наук: 01.05.02. Вінницький національний технічний ун-т. Вінниця, 2004. 209 с.,

37. Панкевич, О. Д., Ободянська О. І., Титко О. В. Теплопостачання : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2021. 85 с. ISBN 978-966-641-842-8

38. Алексахін О. О. Теплові розрахунки мікрорайонних систем теплопостачання монографія. Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х. : ХНАМГ, 2010. 138 с. ISBN 978-966-695-172-7

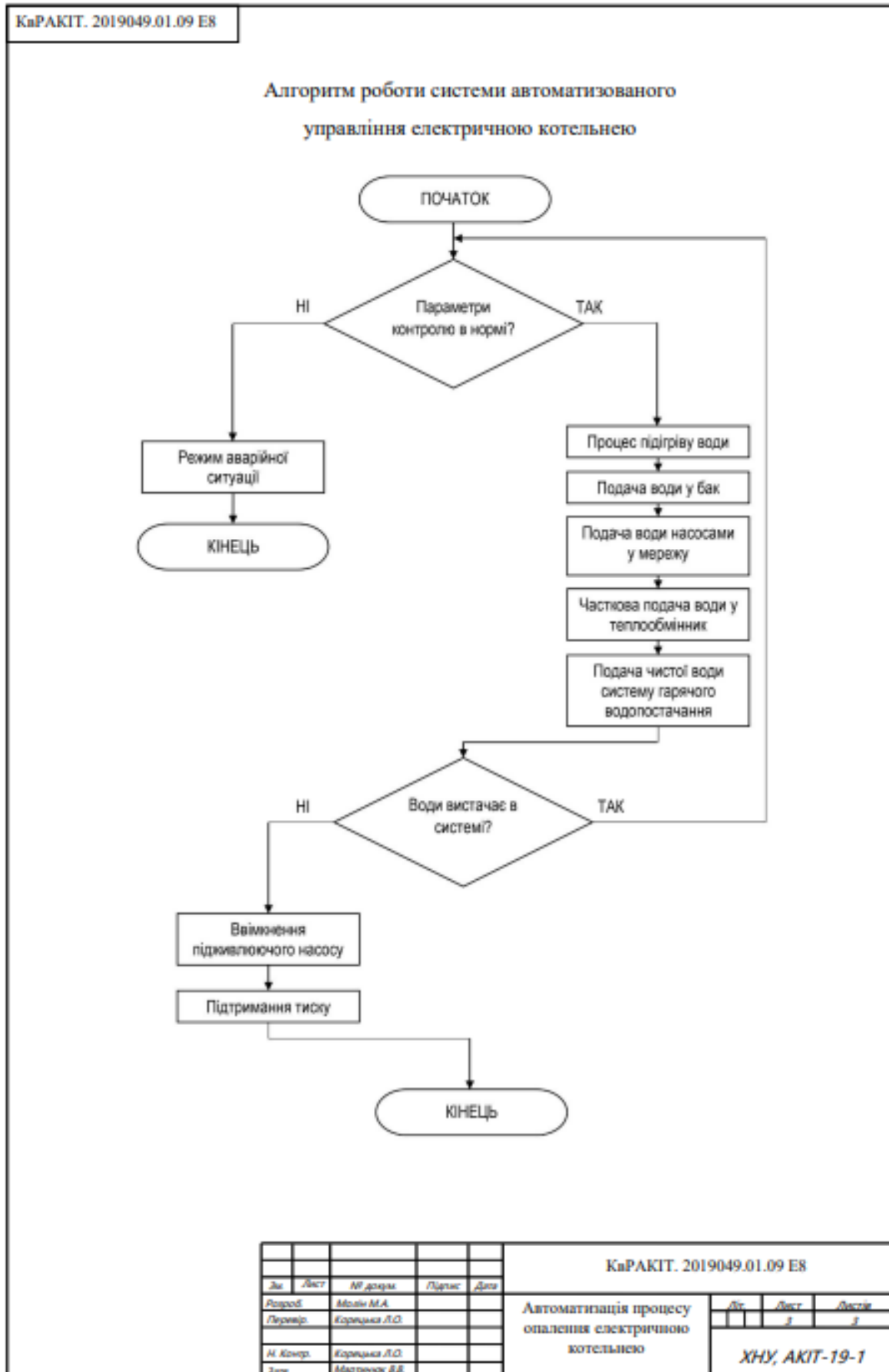
39. Внутрішній водопровід та канали. URL:
<https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/12/99.1.-DBN-V.2.5-642012.-Vnutrishniy-vodoprovid-ta-kanali.pdf>

40. Рудик Ю.І., Столярчук П.Г. Гармонізація з міжнародними стандартами нормативно-технічного регулювання вимог безпеки в Україні. *Вісник національного університету „Львівська політехніка”. Автоматика, вимірювання та керування.* 2009. № 639. С. 196–202.

ДОДАТКИ

Додаток Б

Алгоритм роботи системи автоматизованого управління електричною котельнею

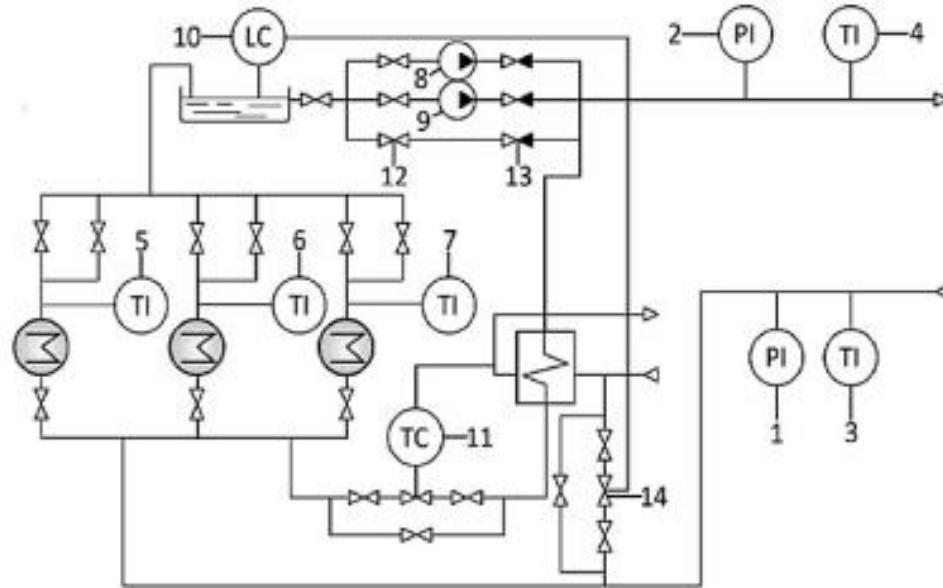


Додаток В

Функціональна схема

КаРАКІТ. 2019049.01.09 E8

Функціональна схема



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Тиск на виході														
Тиск на виході														
Температура на виході														
Температура на виході з електрорегістра														
Температура на виході з електрорегістра														
Температура на виході з електрорегістра														
Управління перетворювачем частоти насосу 1														
Управління перетворювачем частоти насосу 2														
Управління підключальним насосом														
Температура нагріву														
Клапан з електрорегістром														
Зворотній клапан з електрорегістром														
Клапан з електрорегістром на лівій лінії														
На місці														
В щиті														
ГЛК														
ГК														

КаРАКІТ. 2019049.01.09 E2				
За	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб		Мілан М.А.		
Перевір		Корчак Л.О.		
Н. Конкр.		Корчак Л.О.		
Дир.		Мартинюк В.В.		
Автоматизація процесу опалення електричною котельницею			Лист	Листів
			2	3
ХНУ, АКІТ-19-1				

Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

Дата перевірки:
05.06.2023 20:11:19 EEST

Дата звіту:
05.06.2023 20:22:51 EEST

ID перевірки:
1015441776

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100005862

Назва документа: Молін

Кількість сторінок: 70 Кількість слів: 7724 Кількість символів: 62957 Розмір файлу: 2.79 MB ID файлу: 1015102410

1113 слів позначені як "вилучені" та не враховуються у підрахунку слів

1.47% Схожість

Найбільша схожість: 0.57% з Інтернет-джерелом (<https://volar.com.ua/ua/news/induktsionnyi-kotel-alternativnyi-istoc..>)

1.13% Джерела з Інтернету 126 Сторінка 72

0.47% Джерела з Бібліотеки 4 Сторінка 72

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

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

Замінені символи 112

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 1.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. Ошибка в документах: 11%

ID: 115000 Название: БКР Автоматизация процессу опалення електричною котельнею Добавлено в БД: 2023-06-06 Авторы: Молін М. Руководители: Корецька Л.О. Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	49622	475	1590 (3%)	24 (5%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Молін Максим Андрійович

Тема: Автоматизація процесу опалення електричною котельнею

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 55

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: розроблено автоматизовану систему керування електричною котельнею, змодельовано умови експлуатації котельні та можливі аварійні ситуації

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі кваліфікаційної роботи наведено основні технічні характеристики електричних котелень, проаналізовано існуючі типи електричних котлів та встановлено їх основні переваги та недоліки. У другому розділі розроблено принцип роботи та розглянуто функції електричної котельні; розроблено технологічну та функціональну схеми роботи електричних котелень; обрано тип системи теплопостачання; проведено обґрунтування та вибір компонентів автоматизованої системи управління опаленням; визначено параметри контролю, регулювання, сигналізації. У третьому розділі розроблено алгоритм автоматизованого процесу управління електричною котельнею, режими опалення приміщень та подачі гарячої води споживачів для побутових потреб. Враховано наявність аварійної ситуації. Наведено теплогідрравлічний розрахунок параметрів системи автоматизованого управління електричною котельнею. Розроблено програмне забезпечення контролера для управління автоматизованою системою управління електричною котельнею на мові FBD, проведено та представлено результати моделювання основних режимів роботи автоматизованої системи управління електричною котельнею.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: у роботі недостатньо уваги приділяється огляду існуючих технічних рішень

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: добре (3,75/С)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) к. т. н., доцент
кафедри КБС, Кандидат Марія Вікторівна

"06" червня 2023 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри АКІТгаР
д-ру техн.наук, проф. Мартинюку В.В.

Молін М.А.

ПБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи АКІТ-19-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

06.06.23

дата



підпис

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
РОБОТОТЕХНІКИ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Автоматизація процесу опалення електричною котельнею

Автор: Молін Максим Андрійович

Спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма: Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Науковий керівник: Корецька Людмила Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої й електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того, як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) у тексті кваліфікаційної роботи системами перевірки на плагіат виявлено схожість з деякими документами в частині загальноживаних обов'язкових словосполучень у стандартних бланках (титулка, відомість документів), у структурі змісту, назвах розділів/підрозділів тощо, у назвах публікацій у переліку джерел посилання;

2) усі запозичення є фрагментарними або мають належним чином оформленні посилання;

3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.


Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 1,47% і адресується до 130 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

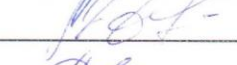
Дата 06.06.23


Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи







Валерій МАРТИНЮК

Юрій ФОРКУН

Людмила КОРЕЦЬКА