

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Автоматизація процесу керування температурним режимом парового котла

Назва теми

КВРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Шифр, назва

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

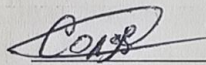
Шифр, назва

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

Назва

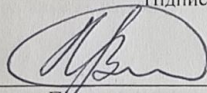
Виконав:

студент III курсу, група АКІТс-19-1


Підпис

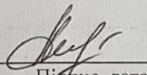
Віктор СОЛОВЙОВ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник


Підпис, дата

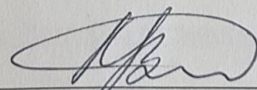
Валерій МАРТИНЮК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер


Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

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


Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«14» червня 2022 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

А.І.Т.
Мартинюк В.В.

02 березня 2022р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Віктор Миколайович СОЛОВЙОВ

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Автоматизація процесу керування температурним режимом парового котла

Керівник роботи МАРТИНЮК Валерій Володимирович

доктор техн. наук, професор

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом ректора університету від 01.03.2022р. № 18

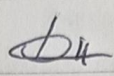
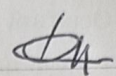
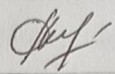
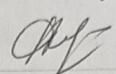
2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 01.06.2022р.

3. Вихідні дані до проекту завдання на виконання кваліфікаційної роботи

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, Огляд методів розв'язання поставленої задачі, Розробка схемотехнічних рішень, Розробка алгоритму роботи програмного забезпечення, висновки

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) 12-15 презентаційних слайдів

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

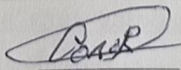
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Микола ФЕДУЛА к.т.н., доцент		
Нормоконтроль	Людмила КОРЕЦЬКА к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 02 03 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

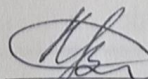
Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Вибір та затвердження теми кваліфікаційної роботи; розробка завдання на кваліфікаційну роботу; складання календарного графіка виконання кваліфікаційної роботи	15.02.2022	
2 Вивчення предметної області, в якій планується використання системи автоматизації; аналіз вимог до системи автоматизації	15.03.2022	
3 Проектування та розробка загальної архітектури і структури системи автоматизації, інтерфейсу користувача; вибір засобів реалізації системи автоматизації	29.03.2022	
4 Програмна реалізація та тестування системи автоматизації	12.04.2022	
5 Написання тексту пояснювальної записки та розробка графічних матеріалів	19.04.2022	
6 Остаточне коригування кваліфікаційної роботи з урахуванням зауважень керівника; оформлення кваліфікаційної роботи як документа відповідно до вимог	11.04.2022	
7 Отримання супровідних документів (відгуку керівника, рецензії, довідки про перевірку на плагіат); нормоконтроль	30.05.2022	
8 Підготовка до захисту та захист кваліфікаційної роботи	10.06.2022	

Студент


Підпис

В.М. Соловійов
Ініціали, прізвище

Керівник роботи


Підпис

В.В. Мартинюк
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Автоматизація процесу керування температурним режимом парового котла».

Автор роботи: Соловйов Віктор Миколайович.

Керівник роботи: Мартинюк Валерій Володимирович

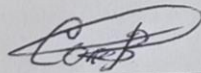
Пояснювальна записка: 57 с., 11 рис., 8 табл., 3 дод., 12 джерел.

Графічна частина: 10 презентаційних слайдів.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ, СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ, ПАРОВІ КОТЛИ.

Метою роботи є автоматизація процесу керування температурним режимом парового котла.

Проведено аналіз теплотехнічного процесу горіння в паровому котлі, огляд та аналіз конструкції парового котла, Обґрунтування необхідності автоматизації парового котла. Розроблено схемотехнічне рішення автоматизації процесу, наведено Опис схеми автоматизації теплотехнічного процесу, компонування та комутації на щиті КВП, електричної принципової схеми, монтажу та налагодження САР. Наведено результати тестування та оцінка роботи пристрою. Розрахунок чутливості САР подачі пару, розрахунок САР температури.



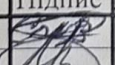
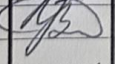
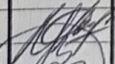
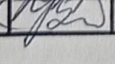
Підпис студента

14.06.2022

Дата

Зміст

	с.
ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПАРОВІ КОТЛИ	5
1.1 Аналіз теплотехнічного процесу горіння в паровому котлі	5
1.2 Огляд та аналіз конструкції парового котла	7
1.3. Обґрунтування необхідності автоматизації парового котла	9
1.4 Висновки до розділу	13
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ	14
2.1 Підбір засобів автоматизації теплотехнічного процесу	14
2.2 Опис схеми автоматизації теплотехнічного процесу	15
2.3 Опис компонування та комутації на щиті КВП	20
2.4 Опис електричної принципової схеми	23
2.5. Опис монтажу та налагодження САР	24
2.6. Висновки до розділу	41
РОЗДІЛ 3. ТЕСТУВАННЯ ТА ОЦІНКА РОБОТИ ПРИСТРОЮ	42
3.1. Об'єкт дослідження	42
3.2 Розрахунок чутливості САР подачі пару	43
3.3. Розрахунок САР температури	45
3.4 Висновки до розділу	53
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	56
ДОДАТКИ	57

<i>КВРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>								
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис	Дата	Автоматизація процесу керування температурним режимом парового котла	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав		Соловійов В		14.06.22		y		2
Перевір.		Мартинюк В.		14.06.22				
Н.контр.		Корецька Л.О.		14.06.22				
Затвер.		Мартинюк В.		14.06.22				
ХНУ гр. АКІТс-19								

ВСТУП

За рівнем автоматизації теплоенергетика завжди посідала одне із провідних місць між іншими галузями промисловості. Головна характеристика теплоенергетичних установок - безперервність процесів, які в них протікають. Проте вироблення теплової та електричної енергії у будь-який момент часу повинне відповідати навантаженню або споживанню. Більшість операції на теплоенергетичних установках є механізованими, а перехідні процеси в них розвиваються відносно швидко. Це пояснює достатньо високий рівень розвитку автоматизації в тепловій енергетиці.

Автоматизація параметрів привносить значні переваги:

- 1) забезпечення зниження числа співробітників, тобто, підвищення продуктивності їх праці;
- 2) зміна характеру роботи обслуговуючого персоналу;
- 3) збільшення точності підтримування параметрів пари, що виробляється;
- 4) підвищення рівня безпеки праці та надійності роботи підключеного обладнання;
- 5) підвищення рівня економічності роботи парогенератора.

Загалом автоматизація парогенераторних установок включає в себе: автоматичне регулювання/керування, дистанційне керування/управління, технологічний захист, контроль тепло-технічних характеристик, технологічні блокування та сигналізацію.

Автоматичне регулювання забезпечить безперервний хід процесів, що мають місце у парогенераторі, а саме живлення водою, процес горіння, перегрівання пари тощо.

Дистанційне керування дозволить черговому персоналу вмикати та вимикати парогенераторну установку, а крім того перемикає та налаштовувати її механізми на віддалі, із пульта керування, де розташовані керуючі пристрої.

Контроль теплотехнічних характеристик роботи парогенератора та

					КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

обладнання виконується за допомогою приладів, які працюють автоматично. Прилади виконують безперервне контролювання процесів, які мають місце в парогенераторній установці чи підключаються до об'єкта вимірювання персоналом або електронною обчислювальною машиною (ЕОМ). Прилади такого контролю розташовуються на панелях, щитах керування по можливості для зручного спостереження та обслуговування.

Технологічні блокування виконують лише у запрограмованій послідовності ряд операцій при запуску та зупинці механізмів парогенераторної установки, а також у випадках коли відбувається спрацьовування технологічного захисту. Блокування вимикають неправильні операції при виконанні обслуговування парогенераторної установки, а також забезпечують процес відключення обладнання при виникненні аварії в необхідній послідовності.

Пристрої технологічної сигналізації інформують персонал про стан обладнання (у роботі, зупинка, аварія тощо), попереджають про наближення певних параметрів, що відслідковуються, до небезпечного значення, надсилають повідомлення про виникнення аварійного стану парогенераторної установки чи обладнання. Використовуються звукова та світлова сигналізація.

Експлуатація парових котлів повинна забезпечувати надійне та ефективне вироблення пари із необхідними параметрами і, звичайно, безпечні умови роботи для персоналу. Для виконання таких вимог експлуатація повинна вестись у повній відповідності до законоположень, правил, норм та керівних вказівок.

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПАРОВІ КОТЛИ

1.1 Аналіз теплотехнічного процесу горіння в паровому котлі

Комплекс агрегатів називається паровим котлом, такі агрегати призначені для отримання водяної пари. Даний комплекс складається із декількох пристроїв для теплообміну, що взаємопов'язані між собою і використовуються для передачі отриманого тепла від продуктів згорання палива до води та пари. Тобто вихідним носієм енергії, наявність якого необхідна для утворення пари із води, слугує паливо.

Основними елементами технологічного процесу, що виконується в котельній установці, є:

- 1) процес горіння палива;
- 2) процес тепло масообміну між продуктами згорання або самим паливом, що горить із водою;
- 3) процес пароутворення, що в свою чергу, складається із нагрівання води до певної температури, її випаровування та нагрівання вже отриманої пари.

Під час виконання технологічного процесу в комплексі агрегатів утворюються два взаємопов'язаних один із одним потоки: потік робочого тіла або палива та потік теплоносія, що утворюється в технологічному процесі.

В результаті такої взаємодії на виході з котла утворюється пара необхідного тиску та заданої температури.

Одним із головних завдань, що виникає при використанні котельного агрегату, є забезпечення рівноваги між енергією, яка утворюється та тією, яка споживається. У свою чергу технологічні процеси утворення пари та наступної передачі енергії в агрегаті прямо пов'язані з кількістю речовини, яка знаходиться в потоках робочого тіла та теплоносія.

Відомо, що горіння палива то фізико-хімічний процес. Хімічну сторону горіння складає процес окислення горючих елементів палива киснем, що

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

відбувається при заданій температурі та супроводжується виділенням тепла. Інтенсивність процесу горіння палива, а також його економічність і стійкість найбільше залежать від способу підводу та розподілу повітря між частинками самого палива. Відомо, що процес спалювання палива розподіляють умовно на три стадії: запалення, горіння та запалювання. Крім того, стадії переважно протікають послідовно у часі, але і частково накладаються одна на одну.

Розрахунок технологічного процесу горіння зазвичай зводиться до обчислення кількості повітря в кубічних метрах, яке необхідне для повного згоряння одиниці маси або одиниці об'єму палива кількості та складу теплового балансу та, звичайно, для визначення температури процесу горіння.

Значення тепловіддачі полягає в передачі теплової енергії, що утворюється при спалюванні палива, до води, з якої необхідно отримати пару, або безпосередньо пару, якщо є необхідність підняти його температуру вище за температуру насичення. Технологічний процес тепло масообміну в топці котла відбувається через водогазонепроникні теплопровідні стінки, які носять назву поверхня нагрівання та виготовляються у вигляді труб. Усередині труб виконується постійна циркуляція води, а зовні вони оточені гарячими газами із топки котла або ж сприймають теплову енергію через випромінювання. Таким чином, в агрегаті використовуються усі види теплопередачі: конвекція, теплопровідність та випромінювання. Відомо, що тоді поверхня нагріву умовно поділяється на радіаційну та конвективну. Кількість тепла, що передається через одиницю площі нагрівання за одиницю часу носить назву теплової напруженості поверхні нагріву. Величина напруженості обмежена, з одного боку властивостями самого матеріалу з якого виготовлена поверхню нагрівання, з іншого боку максимально можливою інтенсивністю теплопередачі від гарячого теплоносія до поверхні нагрівання, а потім до холодного теплоносія.

Інтенсивність коефіцієнта теплопередачі буде вищою, в залежності від того чим вище різниця температур теплоносіїв, швидкість їх руху відносно поверхні нагріву та чим вища чистота самої поверхні нагріву.

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Процес утворення пари в агрегаті котла відбувається за певною послідовністю. Вже в екранних трубах починається утворюватися пара. Цей фізичний процес відбувається при високому тиску та температурі. Фізичне явище випаровування полягає в тому, що окремі молекули рідини, які знаходяться поруч з її поверхнею та мають досить високі швидкості а, значить, і вищу в порівнянні з іншими молекулами кінетичною енергією, будуть долати силовий вплив сусідніх молекул, що утворює поверхневий натяг та будуть вилітати в навколишнє середовище. При підвищенні температури інтенсивність процесу випаровування буде зростати. Фізичний процес зворотній до пароутворення носить назва конденсація. Рідину, що утворюється під час конденсації, називають конденсатом. Ця рідина може використовуватись для охолодження поверхонь металу в пароперегрівачах.

Пара, що утворюється в котлоагрегаті, в свою чергу поділяється на насичену та перегріту пару. Насичена пара буває сухою та вологою. Так як на теплоелектростанціях потрібна саме перегріта пара, то для її перегріву встановлюється спеціальний пароперегрівач. В даному випадку ширмовий та кон'юнктивний, в якому для перегрівання пари застосовується тепло, вже отримане в результаті згоряння палива та вихідних газів. Отримана перегріта пара з температурою $T=540\text{ }^{\circ}\text{C}$ та тиском $P=100\text{ атм.}$ використовується для технологічних потреб.

1.2 Огляд та аналіз конструкції парового котла

Парові котли класу ДЕ із паропродуктивністю в 10 т/год та абсолютним тиском близько 1,4 МПа (або 14 кгс/см²) призначено для створення насиченої або перегрітої пари, що застосовується для забезпечення технологічних потреб на промислових підприємствах таких як теплопостачання системи опалення чи для гарячого водопостачання.

Котли двобарабанні вертикально-водотрубні виготовлені за

					КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

конструктивною схемою «Д» для якої характерною особливістю є бокове розміщення конвективної частини котла відносно камери топки (рис. 1.1).

Базовими складовими частинами котлів такого типу є верхній та нижній барабани 1, конвективний пучок і лівий (газоплотна перегородка) та правий топкові екрани, що утворюють топку 2, задній екран та труби екранування передньої стінки топки котла.

Знизу в топку подається необхідний для згоряння палива об'єм повітря через спеціальні вентилятори 3. Процес горіння палива відбувається при досить високих температурах, тому екранні труби котла повинні сприймати значну кількість теплового потоку шляхом випромінювання.

Продукти згоряння палива або інакше кажучи гази, потрапляють в спеціальні котельні газоходи, при цьому відбувається нагрівання поверхні пароперегрівача 4, також вони омивають труби економайзера 6, це призводить до нагріву живильної води до температури, майже в $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$, далі ця вода надходить в барабани котла 1. Потім димові гази проходять через димовідвід 5 та потрапляють у підігрівач повітря 7. Після нього гази за допомогою димової труби потрапляють в атмосферу. Вода в котел подається через трубопровід 9, а газ, в свою чергу - трубопровід 10. Пар із барабана котла, не потрапляючи в пароперегрівач 4, рухається крізь паропровід 11.

Одним із найважливіших показників конструкції агрегату котла є його здатність до циркуляції. Рівномірна та достатньо інтенсивна циркуляція води та парової суміші допомагає змиванню зі стінок бульбашок газу чи пари, що утворюються із води, а також запобігає відкладенню на стінках накипу, що у свою чергу призводить до невисокої температури стінок (близько $200\text{-}400\text{ }^{\circ}\text{C}$), що трохи перевищує температуру насичення та ще не є небезпечною для загальної міцності котельної сталі.

Паровий котел ДЕ-10-14 Г відносять до котлів із природною циркуляцією.

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

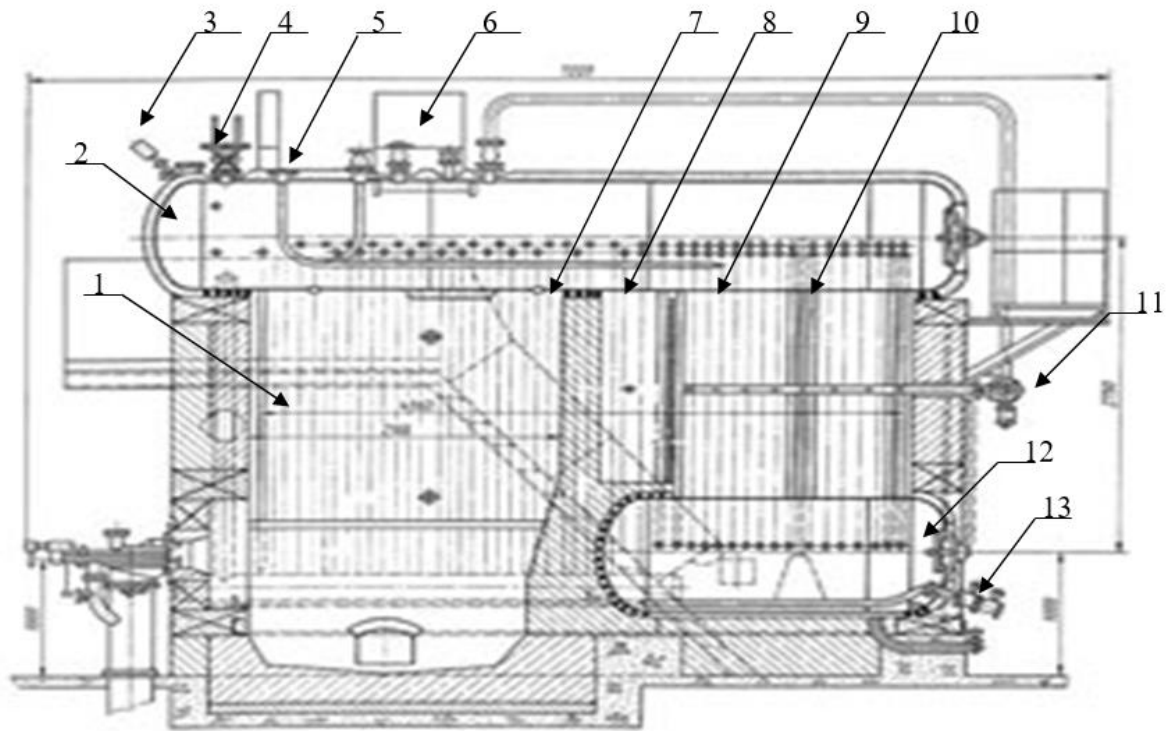


Рисунок 1.1 – Схема конструкції об’єкта: 1 – екранні труби; 2 – верхній барабан;
 3 – манометр; 4 – запобіжні клапани;
 5 – труби подачі води; 6 – сепаратор пари; 7 - запобіжна пробка; 8 – камера догорання; 9 – перегородки; 10 – конвективні трубки; 11 – пристрій, для обдуву;
 12 – нижній барабан; 13 – трубопровід для продуву

1.3. Обґрунтування необхідності автоматизації парового котла

Регулювання тиску в барабані парового котла та регулювання всього живлення котельних агрегатів в основному зводиться до підтримування матеріальної рівноваги між відведенням утвореної пари та наступною подачею води. Параметром, що характеризує таку рівновагу є рівень води в барабані котла. Надійність роботи всього агрегату котла визначається якраз якістю регулювання рівня води в барабані. При підвищенні тиску, зниження рівня води нижче допустимої границі, може призвести до порушення її руху в екранних

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ

Арк.

9

трубах, в результаті чого відбудеться зростання температури на стінках труб, що обігріваються, і вони можуть прогоріти.

Підвищення рівня води також може привести до аварійних наслідків, оскільки можливе потрапляння води в пароперегрівач, що призведе до виходу його з ладу. Саме тому до точності утримування необхідного рівня води висуваються дуже суттєві вимоги. Якість регулювання живлення також визначається кількістю подачі, так званої, живильної води. Необхідно забезпечити рівномірне постачання води до котла, оскільки часті та глибокі зміни рівня витрат живильної води можуть призвести до значної температурної напруженості в металі економайзера.

Барабанам котла, в яких застосовується природна циркуляція притаманна досить висока акумулююча здатність, яку чітко видно при перехідних режимах. Якщо в стаціонарному режимі положення рівня води в барабані котла залежить від стану матеріальної рівноваги, то в перехідних режимах на розташування рівня води впливає досить велика кількість збурень. Основними із збурень є зміна витрати живильної води, перепад кількості пари з котла при зміні навантаження споживача, перепад паропроодуктивності при зміні навантаження топки, зміна температури живильної води.

Автоматичне регулювання співвідношення газ-повітря необхідно не тільки фізично, а і економічно. Загально відомо, що одним із найважливіших фізичних процесів, які мають місце в котельної установці, є процес згорання палива. Хімічна сторона цього фізичного процесу є реакцією окислення елементів згорання молекулами кисню. Для фізичного процесу горіння використовується кисень з атмосфери. Повітря в топку подається у певному співвідношенні з газом, приблизно 1:10, за допомогою нагнітаючого вентилятора. При недостатній кількості повітря в камері згорання буде відбуватись неповне згорання палива. Не повністю згорілий газ буде викидатися прямо в атмосферу, а це не економічно та екологічно не припустимо.

При надлишковому обсязі повітря в камері топки буде відбуватися

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

охолодження топки, хоча газ буде вигоряти повністю, але в такому випадку залишки повітря будуть приймати участь в створенні двоокису азоту, що екологічно неприпустимо тому, що це з'єднання шкідливо для здоров'я людини та навколишнього середовища.

Система автоматичного регулювання/керування температурним режимом в топці котла створена для підтримування топки під постійним наддувом, тобто щоб підтримувати постійний рівень розрідження (коло 4мм водяного стовпа). За відсутності розрідження полум'я смолоскипа буде стискатись, що спричинить обгорання як пальників так і нижньої частини топки. Утворені димові гази будуть потрапляти в приміщення цеху, що унеможливить будь-яку роботу обслуговуючого персоналу.

У живильній воді розчинено солі, допустима кількість яких визначається нормами. У фізичному процесі пароутворення ці солі залишаються у воді котла та поступово їх кількість збільшується. Деякі солі приймають участь в створенні, так званого шламу - твердої речовина, що кристалізується в воді котла. Та частина шламу, що є більш важкою, накопичується в нижніх частинах барабану та колекторів.

Збільшення концентрації солей у воді котлова та перевищення допустимої межі може призвести до потрапляння солей у пароперегрівач. Тому солі, що накопичуються в воді котла, повинні видалятися постійним продуванням, яке в даному випадку не є автоматично регульованим. Розраховане значення продування парогенераторів при усталеному режимі визначається з рівнянь рівноваги домішок відносно води в парогенераторі. Тобто, частка продування на пряму залежить від співвідношення концентрації домішок у продувній та живильній воді. Чим вище якість живильної води та, відповідно, вище допустима межа концентрації домішок у воді, тим частка продування нижча. А концентрація домішок у свою чергу має пряму залежність від кількості додаткової води, в яку входить, зокрема, частка води на продування, яка втрачається.

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Сигналізація параметрів та захисту, що впливають на зупинку котла, фізично необхідні, оскільки оператор котла не може слідкувати за всіма параметрами котла, який включено. Як наслідок цього може виникнути аварійна ситуація. Наприклад, при випусканні води із барабана рівень води в ньому знижується, внаслідок цього може бути порушена постійна циркуляція та відбутися, перегорання труб екранів. Захист, що спрацює без зволікання, запобіжить виходу із ладу всього парогенератора. При зменшенні навантаження на парогенератор інтенсивність фізичного процесу горіння в топці знижується, фізичний процес стає нестійким і може припинитись. У зв'язку з цим необхідно врахувати захист для не погашення факела.

Надійність захисту в значній мірі буде залежати від кількості, схеми підключення та надійності приладів, які в ній розташовані. За своєю дією захисти класифікують як діючі на повну зупинку парогенератора, діючі на зниження навантаження парогенератора та ті, що виконують тільки локальні операції.

Таблиця 1.1 – Технологічні параметри

Параметр	Од. вим.	min	норма	max.
Продуктивність	т/год	9,5	10,0	10,5
Температура перегрітої пари	С	535	540	545
Температура газів, що викидаються	град. С	180,5	190,0	199,5
Температура живильної води після економайзера	град. С	190	200	210
Розхід живильної води	м/год		17	
Розхід природного газу	м/год	237,5	250,0	262,5
Вміст повітря в газах, що викидаються	%	1,33	1,40	1,47
Тиск в барабані котла	МПа	1,33	1,40	1,47
Тиск живильної води	МПа	1,805	1,900	1,995
Тиск газу перед горілками	МПа	0,0475	0,0500	0,0525
Розрідження в топці	мм. вод. ст.	4,75	5,00	5,25
Рівень в барабані	мм	-100	0	+100

Таблиця 1.2 - Базові дані теплового розрахунку котла типу «ДЕ»

Назва	ДЕ-10-14ГМ	
	Мазут	Газ
ККД котла, %	93,8	82,7
Розрахунковий розхід палива V_p , кг/год, м/год	750	800
Об'єм камери топки, m^3	17,14	
Поверхня нагрівання H_l , м	38,96	
Повна поверхня стін топки H_e , m^2	41,47	
Розрахункова поверхня нагріву H_p , м	117,69	
Поверхня нагрівання H_{ek} , m^2	236	
Коефіцієнт надлишку повітря при виході із топки, атм	1,58	1,55
Коефіцієнт теплопередачі K , Вт/(м К)	233,6	287,9
Температура газів на виході з топки котла t , град. °С	1170	1110
Температура газу за пучками t , °С	306	264
Температура води на виході з економайзера t , °С	133	130
Температура газу за економайзером t_{ek} , °С	172	143
Теплове навантаження екранів q_E , кВт/ m^2	946,1	888,9
Видиме теплове напруження об'єму топки, q_v кВт/ m^3	441,1	436,4
Розташування труб котельного пучка	Коридорное	
Перетин для проходження газу F , m^2	0,41	
Середня швидкість руху газу co , м/с	18,0	16,9
Середня швидкість газу co_g , м/с	8,0	7,37
Тип чавунного економайзера ВТІ	ВЕ-Х11-16п-2м	

1.4 Висновки до розділу

Головною метою першого розділу є ознайомлення із різноманітними видами парових котлів їх принципами роботи, перевагами та недоліками. Вибір спинили на паровому котлі типу ДЕ, а саме ДЕ-10-14ГМ. Наведено його технічні характеристики та дані для теплового розрахунку.

2 РОЗРОБКА СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ

2.1 Підбір засобів автоматизації теплотехнічного процесу.

Комплекс із приладів та пристроїв, який згідно класифікації носить назву «Контур Г» призначено для збору локальної системи автоматичного регулювання/керування теплотехнічних процесів в системах тепло-постачання чи опалення, енергетиці або промислового комплексу. Такий комплекс складається з двох виконань трипозиційного підсилювача типу У29 та 14-ти виконань приладів, багатофункціональних регулюючих, із вбудованим імпульсним виходом типу РС 29.

Комплекс під назвою «Контур 2» побудовано з використанням сучасної мікроелектронної елементної бази. Його характеризують розширеним функціоналом, більш широким застосуванням сигналів постійного струму, більш високою точністю та надійністю, відчутно меншими габаритами та нижчою масою, якщо порівнювати із комплексом приладів «Контур Г»

Використовувані в таких комплексах регулюючі прилади типу РС 29 застосовуються для посилення, демпфування та індикації сигналу неузгодженості. Працюючи в парі із виконавчим механізмом постійної швидкості регулятори дозволяють сформувати пропорційально-інтегральні - або пропорційально-інтегрально-диференціальні - закони регулювання, що в свою чергу, дозволить здійснювати ручне керування будь-яким виконавчим механізмом. В таких комплексах передбачено систему індикації положення виконавчого механізму, які для цього оснащені або реостатними або індуктивними датчиками положення, а також використовується аналого-релейне перетворення по двох каналах із повною індексацією спрацьовування.

В залежності від того, яка модифікація приладів встановлена вони можуть виконувати різні додаткові функції такі, як: цифрова індикація одного із

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

чотирьох сигналів на виклик, диференціювання сигналів по аперіодичному законіві або нелінійне перетворення сигналів. Конструкція регулюючих приладів є досить уніфікованою. Функціональна структура майже всіх виконань таких приладів може легко модифікуватись шляхом перемикання з'єднань на спеціальному комутаційному полі, яке доступне користувачеві, це в свою чергу надасть можливість виконувати динамічний зв'язок між регуляторами, проводити аналого-релейне перетворення із демпфуванням або вводити сигнали по похідній.

2.2 Опис схеми автоматизації теплотехнічного процесу.

Загально відомо, що функціональна схема систем автоматизації технологічних процесів (САТП) є базовим технічним документом, що однозначно визначає характер та структуру САТП, а також прилади та засоби автоматизації, що на ній розташовані. Крім того на функціональних схемах зображують агрегати, що підлягають автоматизації, а крім того, також прилади, засоби автоматизації та керування, що позначаються умовно згідно із діючими стандартами, а також лінії взаємозв'язку між ними.

Кожна схема автоматизації регулювання/керування та контролю парового котлоагрегату повинна мати наступні системи:

- система автоматичного регулювання (САР) та контролю теплового навантаження котла;
- САР та контролю живлення котла;
- САР та контролю розрідження в топці котла;
- САР та контролю співвідношення газ-повітря;
- САР температури;
- система автоматичного контролю тиску;
- система автоматичного відсічення газу.

					КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		15

САР та контролю теплового навантаження котла.

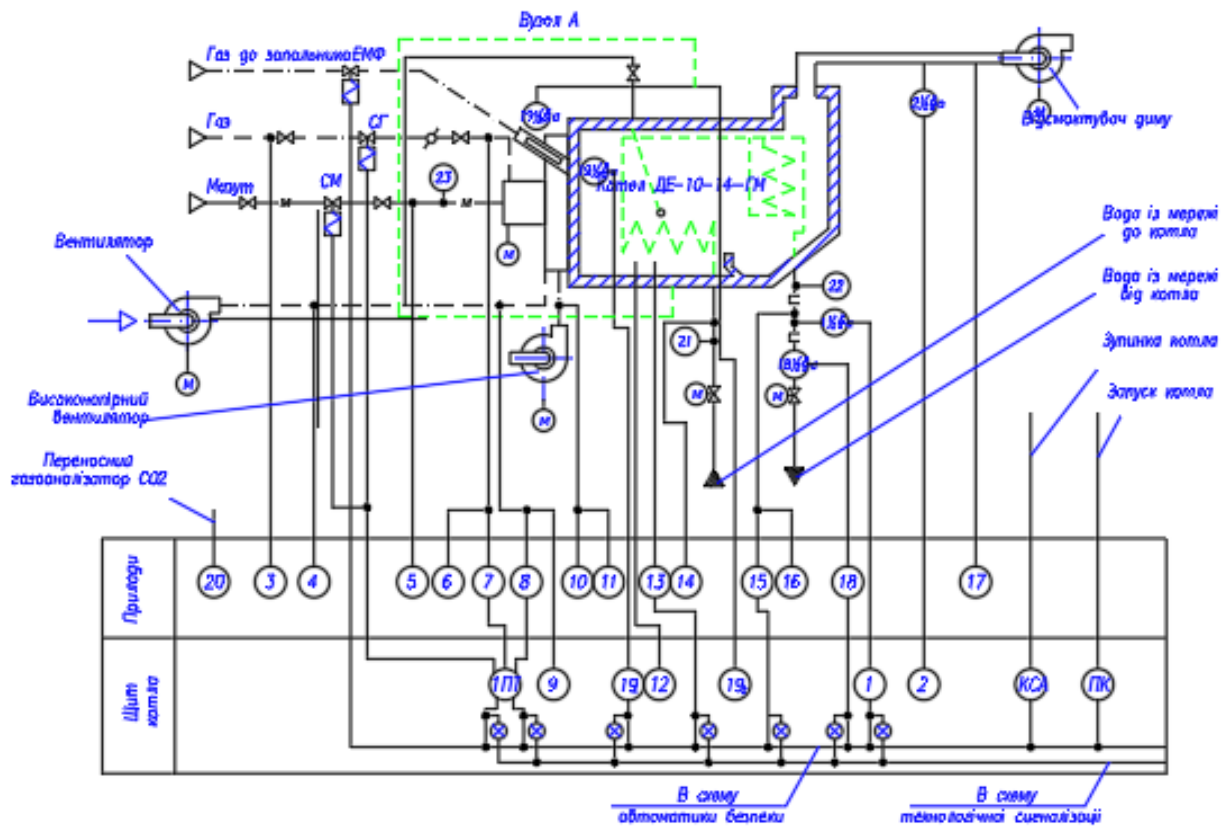


Рисунок 2.1 – Схема теплового контролю котла

Автоматичний регулятор теплового навантаження працює від двох наступних параметрів:

1. Різка зміна тиску, пропорційна витраті пари, створюється на діафрагмі ДКС 10-200-А/Г, яка в свою чергу, розташована на паропроводі, змінюється вимірювальним перетворювачем типу САПФІР-22ДД-2420 в уніфікований струмовий сигнал в діапазоні 0-5 мА та передається на блок вилучення кореня БК-1, який використовується для лінеаризації статичної характеристики перетворювача САПФІР-22ДД, а потім через його вихід потрапляє на регулятор РС 29.0.12 та на вторинний пристрій для реєстрації ДИСК-250-2121.

2. Сигналізація перепаду тиску в барабані котла. Як відомо, тиск у барабані котла вимірюється за допомогою перетворювача типу САПФІР-22ДІ-2150. Після чого уніфікований струмовий сигнал в діапазоні 0-5 мА із

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ

Арк.

16

перетворювача потрапляє на регулятор РС 29.0.12 та, відповідно, на вторинний пристрій для реєстрації ДИСК-250-2121.

У регуляторі виконується додавання сигналів із перетворювачів із заданим значенням. Якщо ці величини рівні, то регулятор, відповідно не впливає на об'єкт. Якщо регульований параметр має відхилення від заданого значення, то на виході регулятора створюється імпульсний сигнал, який через підсилювач У29.3 перетворюється на зміну стану безконтактних ключів. Підсилювач У29.3 оснащений трьома безконтактними ключами для керування виконавчим механізмом типу МЕО 40/25-0,25Р, вал якого за допомогою системи тяг та важелів з'єднаний із органом регулювання КРП 100, що керує подачею газу в топку котла.

САР та контролю живлення котла.

Регулятор живлення котла, за звичай, підключають через триімпульсну схему, застосовують три прийоми: витрата пари; витрата живильної води; рівень води у барабані котла.

Витрата пари та живильної води вимірюються методом змінного перепаду тиску. Перепад тиску пропорційний витраті живильної води та створюється на діафрагмі ДКС 10-100-А/Г-1, а перепад тиску, в свою чергу, пропорційний витраті пари, створюваний на діафрагмі типу ДКС 10-200-А/Г-1 вимірюються і перетворюються датчиком різності тиску типу САПФІР-22ДД-2420 в уніфікований струмовий сигнал діапазону 0-5 мА, через виходи вимірювальних перетворювачів САПФІР-22ДД-2420 та передається на блок вилучення кореня БК-1, який використовується для лінеаризації статичної характеристики перетворювача САПФІР-22ДД.

Після чого уніфікований струмовий сигнал в діапазоні 0-5 мА із перетворювача потрапляє на регулятор РС 29.0.12 та, відповідно, на вторинний пристрій для реєстрації ДИСК-250-2121.

Рівень води у барабані котла вимірюється датчиком різності тиску типу САПФІР-22ДІ-2150, змінюється на уніфікований струмовий сигнал діапазоном

					КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

0-5 мА, який подається через вторинний пристрій для реєстрації ДИСК-250-2121 на вхід регулятора РС 29.0.12.

У разі відхилення хоча б одного із вказаних вище параметрів регулятор типу РС 29 впливає через підсилювач У 29.3 на механізм МЕО 40/25-0,25, який в свою чергу приводить у дію регулюючий орган КРП 100, розташований на трубопроводі живильної води.

САР та контролю співвідношення газ-повітря.

Вимірювання витрати повітря та газу виконується за допомогою методу змінного перепаду. Перепад тиску на діафрагмах ДКС 0,6-100-А/Г-1 та ДКС 0,6-400- А/Г-1 виконується за допомогою перетворювача САПФІР-22ДД - 2420. Сигнал в діапазоні від 0 до 5 мА із перетворювача передається на блок вилучення кореня БК-1, що призначений для виконання лінеаризації статичної характеристики перетворювача САПФІР-22ДД. Сигнал в діапазоні 0-5 мА через блок вилучення кореня БК-1 потрапляє на вторинний прилад ДИСК-250-2121 а потім на регулятор РС 29.0.12.

Регулятор РС 29 виконує кінцеве підсумовування отриманих сигналів, а потім виконує порівняння їх із заданим значенням. Якщо параметр має відхилення від необхідного значення, то на вході електронного блоку регулятора отримуємо сигнал неузгодженості. Одночасно на виході регулятора з'являється імпульсний сигнал (24В), що передається на підсилювач У29.3. Підсилювач У29.3 керує, в свою чергу, виконавчим механізмом МЕО 40/10-0,25, який за допомогою регулюючого органу виконує зміну подачі повітря. У такій системі виконується коректування по кисню (O_2) у газах, що відходять. Сигнал з індикатора кисню «Альфа» через пристрій для реєстрації ДИСК-250-2121 потрапляє на регулятор РС 29.0.42, на виході якого буде створено сигнал, який і буде коригувальним для регулятора РС 29.0.12.

САР та контролю у топці котла.

Тиск у топці котла може вимірюватись за допомогою перетворювача САПФІР-22 ДИВ-2310. Сигнал з перетворювача передається на пристрій для

					КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		18

реєстрації ДИСК -250-2121 та, відповідно, на регулятор РС 29.0.12. У випадку відхилення регульованого параметра регулятор РС 29, який за допомогою підсилювача У 29.3 живить електродвигун виконавчого механізму МЕО 40/10-0.25Р, для зміни реального положення напрямних апаратів димососа.

Система автоматичного контролю тиску.

Тиск повітря, газу та води вимірюється манометрами типу ОБМ.

Система автоматичного контролю температури.

Вимірювання та реєстрація температури виконується за допомогою термоелектричних термометрів типу ТХА-0179. Сигнал з термоелектричних термометрів надходить на вторинний прилад для реєстрації та демонстрації КСП -023.

Система автоматичного відсічення газу

Відсікання газу відбувається:

- при зниженні температури пари на виході із парогенератора за допомогою термоелектричного термометра типу ТХА-0179 та приладу для реєстрації ДИСК-250-2121;

- за наявності полум'я у топці котла, яке фіксується при використанні приладу контролю за полум'я типу Ф.34.2;

- при збільшенні тиску пари на виході з парогенератора, а також у випадку відключення тиску повітря або газу перед пальниками, для чого проєктом передбачено застосування датчиків тиску типу ДД;

- при витоку води із барабану або при переливанні води до парогенератора за допомогою сигналізатора рівня води ЕРСУ-3.

Для системи сповіщення використовується світлова сигналізація типу АС-220 (НЛ1-НЛ9) та звукова сигналізація типу СС1 (НЛ10). Для тестування та вимикання звукової сигналізації застосовують кнопки КЕ (SB1; SB2).

					КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

2.3 Опис компонування та комутації на щиті КВП

Загально відомо, що компонуванням називається загальний вигляд щита та розміщених приладів та засоби автоматизації.

Компоновка апаратури повинна забезпечувати зручність її використання. Щити виконуються відповідно до типових проектів котельних та призначені для автоматизування котлів серії ДЕ, що спалюють або мазут або природний газ, продуктивністю до 10 тон/год. Щит та комплект апаратури, встановлений на ньому, повинні забезпечити:

- оперативне контролювання розрідження в топці, контроль напору повітря за нагнітаючим вентилятором, контроль температури димових газів по тракту та сили струму електродвигуна димососа, за допомогою встановлених на щиті приладів;

- автоматичне регулювання/керування тиску пари та, відповідно рівня води в барабані котла, регулювання витрати повітря до пальників, регулювання розрідження в топці;

- світлозвукову сигналізацію при відхиленні тисків палива, пари чи повітря, відхиленні рівня води в барабані котла, збільшенні розрідження в димоході, згасанні факела чи аварійної зупинка всього котла.

Щити монтуються у виробничих або спеціальних щитових приміщеннях із температурою навколишнього середовища в діапазоні від мінус 35 до +50°C. При виконанні компоновки необхідно звертати увагу на естетичний зовнішній вигляд щита, що проєктується. Засоби для автоматизації та апаратури керування повинні компонуватись по функціональним групам та крім того, в порядку перебігу технологічного процесу.

Апаратуру на панелях розташовують таким чином, щоб черговому персоналу було достатньо зручно спостерігати за показаннями приладів та контролювати технологічний процес.

					КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Засоби сигналізації та прилади для демонстрації розташовують на висоті від 800 до 2100 мм, ключі та перемикачі - від 700 до 1600 мм, самописці – від 1000 до 1600 мм.

Під кожним приладом повинні бути розташовані рамки з підписами про призначення приладу або ж про параметр, що контролюється.

Комутації одиничного щита.

Схема комутації щита представляє з себе зворотний бік передньої стінки щита із точним розміщенням на ній всієї апаратури, а також із схематичним зображенням проводки. До щитів та пультів дозволяється підведення електричного струму напругою, що не повинна перевищувати 400 В. При введенні в щити із засобами автоматизації, що використовуються для понад 250 В постійного чи змінного струму, правилами рекомендується струм провідної частини закривати захисним контуром. Кабелі живлення, кабелі та імпульсні трубки правилами рекомендується підводити безпосередньо до відповідного вимикача на щиті.

Відповідно індивідуальні ланцюги для живлення засобів автоматизації на схемі керування, сигналізації тощо правилами рекомендується підводити від відповідного вимикача до відповідних вимикачів та запобіжників. Розведення індивідуальних ланцюгів живлення має виконуватися відповідно до прийнятих рішень у принциповій схемі (див. рис. 2.2).

Для пневматичної проводки в щитах та пультах необхідно використовувати імпульсні трубки, виготовлені із поліетилену або переробленого пластику, або їх сплавів та відповідно повинні прокладатись чи в пластмасових коробках чи відкритим способом. Пневматичні лінії зв'язку повинні бути герметичні тобто не мати витоків повітря в навколишнє середовище.

Компенсаційні дроти або кабелі, які поставляються із окремими видами приладів та засобів автоматизації, згідно правил приєднуються безпосередньо до

					КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

їх затискачів. Кінці проводів, які підключено до приладів, апаратів та складання затискачів, повинні мати маркування, що відповідає монтажним схемам щита.

2.4 Опис електричної принципової схеми.

Загально відомо, що електричні принципові схеми автоматизації є частиною проєктної документації, що використовується для розшифрування принципу дії та роботи пристроїв, вузлів та систем автоматизації в цілому, що працюють із живленням від джерела електричної енергії.

Електричні принципові схеми автоматизації (ЕПСА) за допомогою наведених на них умовних буквених, графічних та цифрових позначень та зображень, повинні дати користувачу уявлення про послідовність робіт електричної апаратури та елементів, що використовуються для досягнення поставлених цілей та мети.

ЕПСА розробляються для регулювання технологічних процесів, для керування агрегатами, для блокування за технологічними параметрами, для попереджувальної чи аварійної сигналізації та для аварійного захисту виробничих та технологічних процесів.

Такі схеми є базовим кресленням для створення робочих монтажних креслень та виконання так званих пусконаладжувальних робіт чи кваліфікованої експлуатації таких пристроїв, вузлів чи системи в цілому. Відповідно, назви для електричних принципових схем присвоюються відповідно до функціональних принципів дії запроєктованої САР.

При розробці важливих електричних схем, зазвичай, використовують розгорнуті відображення елементів.

ЕПСА обов'язково повинні мати:

- силові ланцюги;
- контакти апаратів, приладів та ключів даної схеми, зайняті в інших схемах та такі ж контакти з інших схем;

					КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- елементні схеми регулювання, вимірювання, керування, сигналізації та захисно-блокувальних залежностей;
- лінії взаємозв'язку між апаратами, приладами або пристроями та їх частинами, які підключено до такої схеми;
- необхідні пояснення та примітки;
- перелік використаних елементів.

Як відомо, розташування текстового матеріалу на кожному графічному кресленні повинно бути таким, щоб воно полегшувало читання такого креслення. Відповідно, ЕПСА розробляються та створюються із використанням умовних графічних зображень.

2.5. Опис монтажу та налагодження САР.

Налагодження САР складається із трьох стадій:

Перша стадія включає в себе вивчення проєкту майбутньої автоматизації та відповідну налагоджувальну роботу, передмонтажну перевірку всіх приладів та засобів автоматизації;

Друга стадія передбачає перевірку виконаного монтажу, налаштування ланок САР та випробування;

Відповідно третя стадія складається із включення та остаточного налаштування, випробувань та здачі САР в експлуатацію.

Роботи першої стадії.

Повне вивчення проєкту автоматизації та підготовка до виконання налагоджувальних робіт.

При вивченні створеної проєктної документації особливу увагу необхідно звернути на:

- граничні межі параметрів регулювання та контролю;
- характеристики параметрів та каналів регулювання, контролю, керування, метрологічні вимоги щодо таких каналів;

					КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		24

- відповідність умов ТБ при виконанні пусконаладжувальних робіт на об'єкті автоматизації;
- відповідність використаних засобів автоматизації та приладів умовам роботи на об'єкті та вимогам метрології.

За результатами виконаної перевірки та вивчення документації розробляються:

- пояснювальна записка;
- робочі журнали із окремих елементів, що встановлені на технологічну об'єкті (розробляється тільки за необхідності);
- перелік заходів щодо підготовки остаточного налаштування, із вказаними термінами та шляхами виконання робіт.

Пояснювальна записка.

САР, що підлягає налаштуванню, наведено на рисунку 1.1. За допомогою розробленої системи відбуватиметься регулювання теплового навантаження котла, що є крайнє необхідним при технологічному процесі.

Робота регулятора теплового навантаження залежить від двох наступних параметрів:

По перше, це перепад тиску, що є пропорційним витраті пари та створюється на діафрагмі ДКС 10-200-А/Г, яка розташована на паропроводі, перетворюється за допомогою вимірювального перетворювача САПФІР-22ДД-2420 в уніфікований струмовий сигнал в діапазоні від 0 до 5 мА та передається на блок вилучення кореня БІК-1, який в свою чергу, використовується для лінеаризації статичної характеристики перетворювача САПФІР-22ДД, з виходу якого через регулятор РС 29.0.12 потрапляє на вторинний записуючий прилад ДИСК -250-2121.

По друге, це сигнал перепаду тиску в барабані котла. Тиск у барабані котла вимірюється за допомогою вимірювального перетворювача типу САПФІР-22ДІ-2150. Отриманий уніфікований струмовий сигнал в діапазоні від 0 до 5 мА

передається на регулятор РС 29.0.12 та на вторинний записуючий пристрій ДИСК-250-2121.

У регуляторі виконується підсумовування сигналів із перетворювачів із заданим значенням. Якщо ці величини співпадають, то регулятор не виконує вплив на об'єкт керування. Якщо шуканий параметр відхиляється від заданого значення, то на виході регулятора створюється імпульсний сигнал, який за допомогою підсилювача типу У29.3 перетворюється на зміну стану безконтактних ключів. Підсилювач У29.3 має в собі три безконтактні ключі для керування виконавчим механізмом МЕО 40/25-0,25Р, вал системою тяг та важелів з'єднано із органом регулювання КРП 100, що в свою чергу, змінює подачу газу в топку котла.

Перелік заходів із підготовки до остаточного налаштування.

До переліку таких заходів можуть входити:

- придбання зразкових засобів для вимірювання параметрів, допоміжних матеріалів чи обладнання;
- виготовлення необхідного оснастки;
- складання графіків регулювальних робіт кваліфікованими робітниками;
- підготовка приміщення для виробничої бази з робіт по налаштуванню;
- розробка організаційно-розпорядчої документації.

Виробнича база для робіт по налаштуванню.

Виробничою базою називають приміщення, яке обладнане всіма необхідними, для робіт по налаштуванню приладами, оснасткою та стендами. Таке приміщення повинне бути пристосоване не лише для роботи із проектною документацією, а і для тимчасового складування та комплектування приладів та обладнання, що надходить, для виконання інструментальної перевірки, для налаштування засобів автоматизації та приладів, для постійного зберігання інструменту та обладнання, необхідного для робіт по налаштуванню. Приміщення повинні відповідати вимогам ТБ та відповідної виробничої санітарії.

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		26

Передмонтажна перевірка засобів автоматизації та приладів виконується із метою встановлення справності приладів та засобів автоматизації, що використовуються при монтажі.

Вона передбачає виконання зовнішнього огляду, підготовчих робіт та перевірку базових характеристик обладнання та засобів.

1. Зовнішній огляд складається із:

- перевірки комплектності засобів та приладів за супровідними документами;
- перевірка відповідності засобів та приладів (тип, виконання тощо) вимогам проєкту;
- перевірка зовнішніх ушкоджень;
- перевірка наявності клейм та пломб від заводу виробника.

2. Підготовчі роботи складаються із:

- видалення або ослаблення елементів кріплення, які використовуються під час транспортування;
- перевірки стану поверхонь контакту;
- монтажу приладу, що перевіряється, в його робоче положення;
- підбору апаратури для перевірки базових параметрів приладу;
- розробки схеми перевірки приладу;
- підготовки до роботи різних засобів та приладів;
- забезпечення нормальних умов праці на місці виконання робіт;
- перевірки опору ізоляції, герметичності корпусів тощо.

3. Перевірка базових характеристик використовуваної апаратури, наприклад: для регулюючого приладу - лабораторна перевірка технічного стану та базових параметрів, динамічне та статичне налаштування; для вимірювального перетворювача - встановлення початкового значення вихідного сигналу, перевірка базової похибки вихідного сигналу тощо.

Загально відомо, що перевірці не підлягають базові характеристики термометрів опору, пірометрів, термоелектричних термометрів, ротаметрів,

					КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

датчиків складу та властивостей середовища, індукційних перетворювачів витрати, пускорегулюючої апаратури.

Для перевірки базових характеристик засобів автоматизації та приладів потрібно мати: джерело живлення, імітатор значень вимірюваного параметра, пристрій для перевірки додаткових пристроїв приладів (позиційно-регулюючих сигналізуючих та т.п.), зразкову апаратуру для вимірювання, оснащення для установки кріплення приладів

Зразкова апаратура для вимірювання повинна задовольняти наступними вимогам:

- діапазон вимірювання вхідного сигналу (нормуюче значення);
- граничне відхилення абсолютної похибки зразкового приладу за максимальних значень вхідного сигналу;
- граничний допуск абсолютної похибки приладу, що проходить повірку;
- постійна величина.

Для вимірювальних перетворювачів зразкові засоби для вимірювання повинні відповідати заданим технічним умовам.

Основну похибку приладу, що повіряють, визначають за найбільшою абсолютною похибкою, яка вимірюється в шести точках, що відповідають 0, 20, 40, 60, 80, 100% діапазону вимірювання, одночасно визначають варіацію.

Передмонтажна повірка вимірювального перетворювача типу САПФІР 22-ДІ.

Перед виконанням повірочних робіт необхідно виконати наступні підготовчі роботи:

- перевірити герметичність всієї системи (що складається крім зразкового приладу також із сполучних ліній);
- дифманометр встановити у робоче положення.

Під час виконання повірки повинні виконуватись наступні операції:

- встановлення початкового значення для вихідного сигналу вимірювального перетворювача, що повіряється;

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- визначення основної похибки та варіації меж вихідного сигналу;
- перевірка герметичності між мінусовою та плюсовою камерами вимірювального блоку.

Межа основної похибки для вимірювального приладу типу САПФІР-22, виражається у відсотках до нормуючого значення або діапазону вимірювання вихідного сигналу та чисельно повинна бути рівною класу точності повіреного вимірювального приладу.

Нормуюче значення повинне бути рівним граничному номінальному перепаду тиску, тільки для вимірювальних вторинних перетворювачів із лінійною залежністю вихідного сигналу від вимірюваного перепаду тиску.

На рисунку 2.3 наведено схему передмонтажної перевірки для вимірювального перетворювача типу САПФІР-22ДІ.

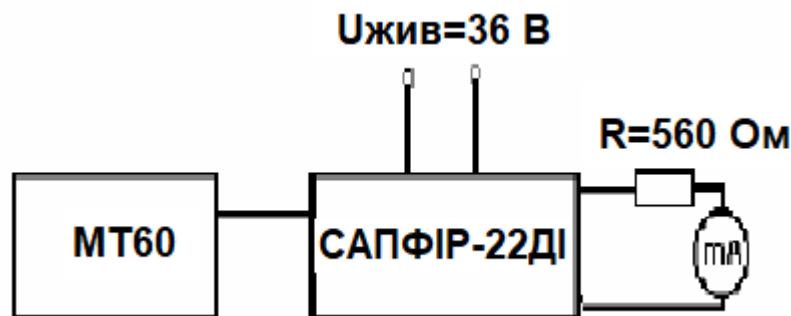


Рисунок 2.3 - Схема передмонтажної перевірки для перетворювача типу САПФІР-22ДІ: САПФІР-22ДІ - вимірювальний перетворювач; джерело живлення постійного струму (22БП-36); вольтметр цифровий (Щ 1516) або потенціометр (Р-333); магазин опорів МТЛ; зразкова котушка або магазин опорів

Перевірка вимірювального вторинного перетворювача типу САПФІР-22ДД виконується аналогічно, як і для перетворювача типу САПФІР-22ДІ.

Передмонтажна перевірка приладу типу ДИСК-250 та включає в себе:

- зовнішній огляд, на пошук дефектів чи пошкоджень;
- перевірка ізоляції проводів на електричну міцність;

- вимірювання електричного опору ізоляції проводів;
- визначення швидкодії приладу;
- перевірка допустимої кількості напівколиваний;
- перевірка індикації сигналізації про підключенні приладу до мережі;
- перевірка індикації сигналізації про вихід параметра за межі установок регулюючого та сигналізуючого пристроїв;
- визначення базової похибки;
- перевірка індикації сигналізації обриву датчика;
- визначення варіації;
- перевірка граничного відхилення швидкості обертання діаграмного диска від номінальної.

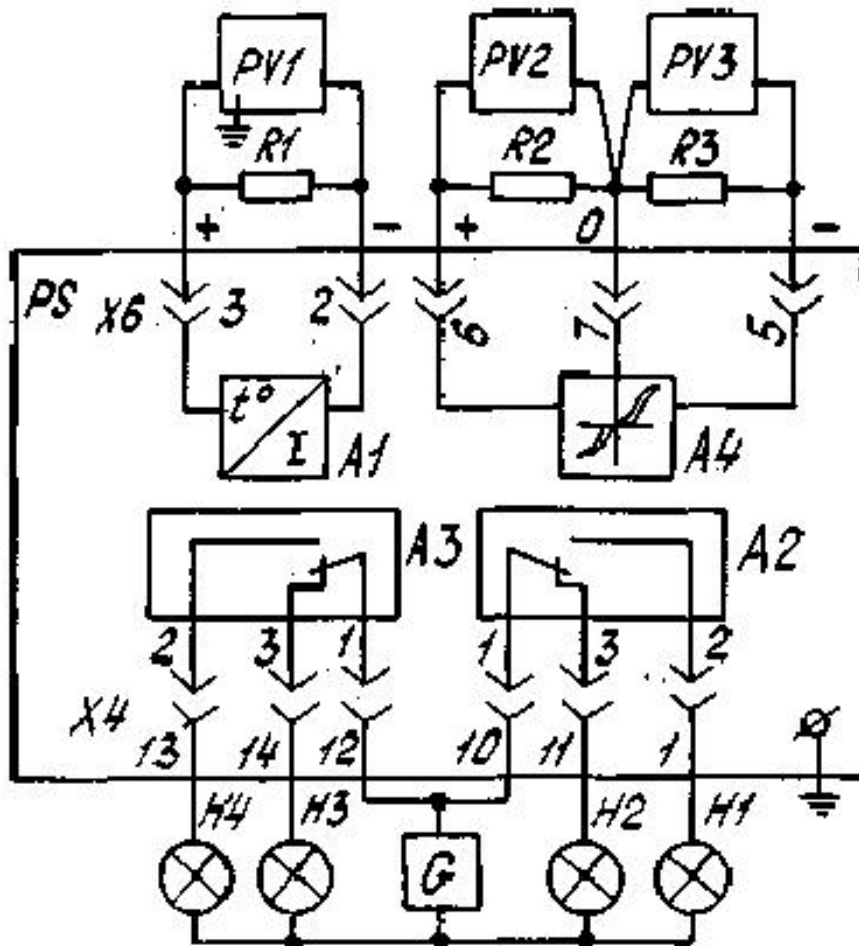


Рисунок 2.4 - Схема електричної повірки приладу ДИСК-250

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ

Арк.
30

Порядок виконання повірки базової наведеної похибки, плавно змінюючи за допомогою використання реостату, величину струму, встановити показчик приладу на числових відмітках шкали спочатку послідовно від початку до кінця, а потім в зворотному порядку, виконуючи при цьому записи в таблицю величин отриманого струму.

Справжню ж величину вимірюваного струму визначити через падіння напруги при використанні зразкової котушки опору за допомогою зразкового потенціометра класу не нижче 0,05.

Загально відомо, що варіацію показів приладу, що повіряється, визначають на всіх числових відмітках шкали як різницю відліків при зростаючих, а потім і спадаючих значеннях величини, що вимірюється. Варіацію визначають одночасно із визначенням базової похибки вимірювального приладу.

Перевірку величини викиду реєструючого пристрою виконують через вимірювання найбільшого відхилення лінії запису під час стрибкоподібної зміни вхідного сигналу, що відповідає 30, 60, 90% діапазону вимірювання, як у бік зростання, так і бік спадання значень вхідного сигналу.

Для визначення загального часу проходження показчиком приладу всієї його шкали на зразковому приладі виконують стрибкоподібну зміну вхідного сигналу від значення, яке відповідало початковій позначці шкали до значення, що відповідатиме його кінцевій позначці. За допомогою секундоміру виконують замір часу, за який показчик приладу досягне початкової позначки шкали. Аналогічно виконують вимірювання часу проходження показчиком всієї шкали в напрямку від кінця до початку шкали. Час проходження показчиком всієї шкали завжди розраховують як середнє арифметичне із чотирьох виконаних вимірів.

Повірка технічного стану та вимірювання параметрів за допомогою регулюючого приладу типу РС29.0.12.

Загально відомо, що роботи із перевірки технічного стану та вимірювання базових параметрів приладів складаються із наступних операцій:

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- зовнішній огляд, для пошуку дефектів та пошкоджень;
- перевірка тривалості імпульсів;
- перевірка опору ізоляції проводів;
- перевірка постійного часу інтегрування;
- перевірка загальної працездатності приладу;
- перевірка коефіцієнта передачі;
- перевірка зони нечутливості;
- перевірка вихідної напруги;
- перевірка граничних значень діапазону зміни завдання порогів спрацьовування, зони повернення та вихідних сигналів при аналого-релейному перетворенні;
- перевірка часу демпфування.

При зовнішньому огляді виконують перевірку комплектності регулятора з супровідними документами, перевіряють наявність пломб заводу-виробника, відсутність зовнішніх пошкоджень, відповідність приладів (тип, виконання і т.п.) вимогам проєкту.

Перевірка електричного опору ізоляції виконується за допомогою мегомметра із напругою постійного струму в діапазоні від 100 до 200В при відключених від приладу всіх зовнішніх з'єднань.

При перевірці виконують з'єднання між собою по групах вхідних та вихідних контактів, а потім визначають опір ізоляції між кожною із груп контактів та корпусом приладу, який має бути не нижче 100 Ом.

Для перевірки приладу РС 29.0.12 збирають схему згідно з рисунком 2.5.

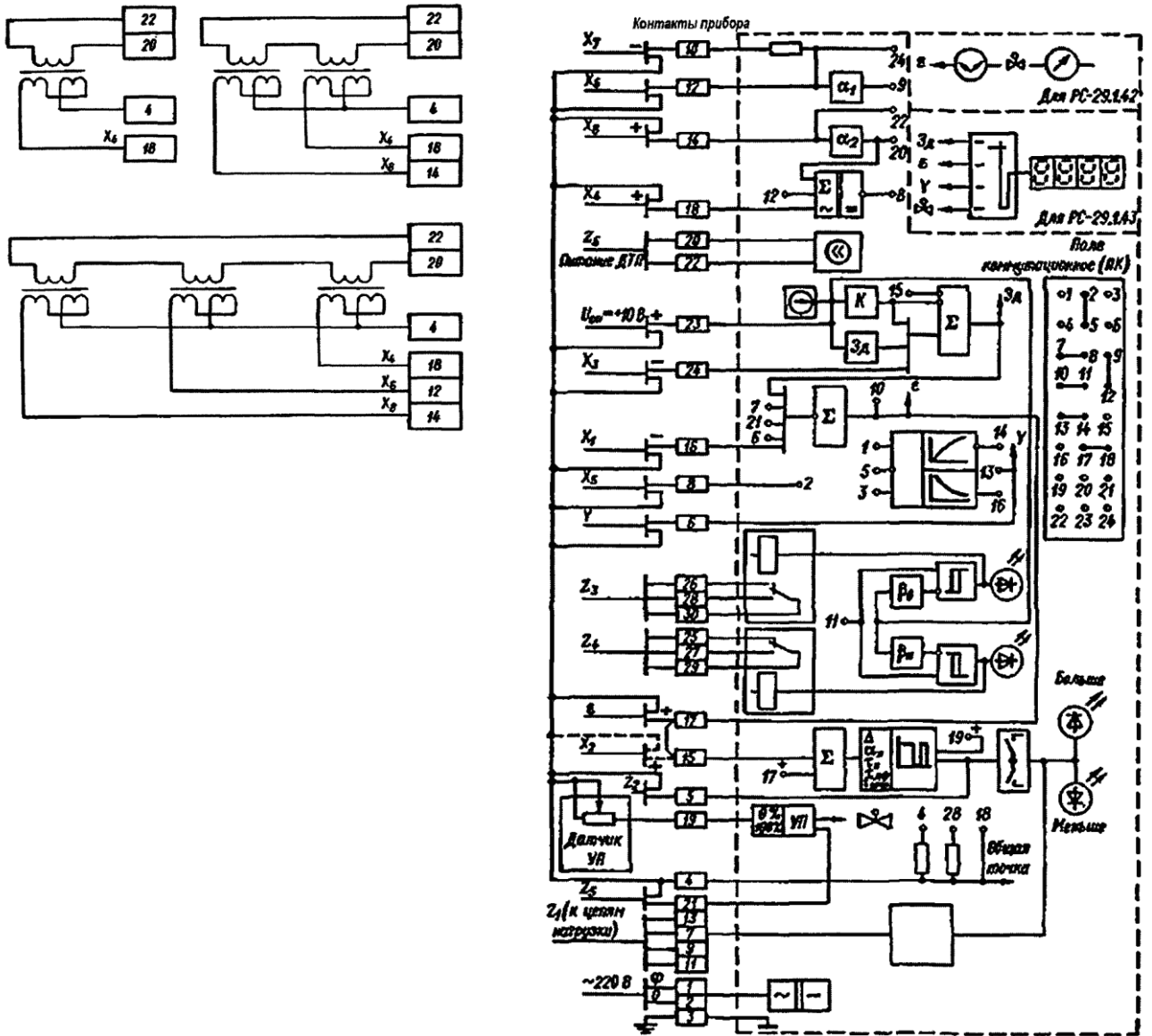


Рисунок 2.5 – Схема перевірки приладу РС 29.0.12: PV1, PV2, PV3 - вольтметри постійного струму класу точності не нижче 0,1 (діапазони вимірювання 0-100 В);

G1-регульований джерело напруги (ІН) постійного струму, діапазон вихідного сигналу від 0 до 13 В; R1, R2 - резистори (360 Ом); R3, R4 - резистори (180 Ом); R5, R6 - резистори (300 Ом); R7 - резистор (100 Ом); R8 - резистор (20 Ом); C1, C2 - конденсатори (4 мкФ);

P1, P2 - електросекундоміри (0...30 с); S1...S6 – перемикачі; В1 - перемикач дифтрансформаторний (ДТП)

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ

Арк.
33

Відомо, що перевірку доцільно виконувати лише за входами приладу, які передбачається застосовувати згідно наведеної у паспорті інструкції.

Перевірка виконання монтажу проєктованої схеми автоматизації.

Вибір місця встановлення вимірювального приладу типу САПФІР-22ДІ.

З'єднувальні лінії від місця вимірювання тиску до вимірювального приладу повинні бути покладені по найкоротшій відстані, тобто по прямій. Місце, на якому встановлюється прилад, повинне бути строго горизонтальним; місце розташування повинне забезпечувати швидкий та зручний демонтаж.

Перевірка монтажу регулюючого приладу типу РС 29.0.12:

- перевірка правильності кріплення приладу на щиті;
- перевірка монтажу регулятора відповідно до створеного проєкту;
- перевірка правильності заземлення;
- перевірка правильності електричних з'єднань;

Перевірка виконання монтажу вторинного реєструючого приладу ДИСК-250:

- перевірка правильності електричних з'єднань;
- перевірка відповідності місця монтажу вторинних реєструючих приладів на проєктному щиті;

- перевірка правильності заземлення;
- перевірка правильності кріплення приладу на щиті.

Перевірка виконання монтажу пускової апаратури:

- перевірка відповідності місця монтажу проєктному;
- перевірка надійності кріплення;
- перевірка правильності електричних ліній;
- перевірка правильності заземлення.

Перевірка монтажу виконавчого механізму:

- перевірка правильності електричних ліній;
- перевірка правильності заземлення.

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		34

Вихідний вал виконавчого механізму повинен бути розташований лише горизонтально із кутом нахилу, що не перевищує 15° ;

- з'єднання виконавчого механізму із органом регулювання не повинно викликати осьових зусиль та не повинно мати будь-яких люфтів.

На останньому етапі налаштування та монтажу САР виконується:

- налаштування кожної ланки САР окремо;
- налаштування САР в розімкнутому стані;
- підготовка до вмикання САР у робочій процес;
- здача САР в експлуатацію.

Налаштування органів регулювання (ОР) САР.

ОР вибирають та розраховують при проектуванні САР. Однак при створенні проєкту не завжди вдається врахувати ряд особливостей потоків речовини або елементів, зміна яких спрацьовує як керуючий вплив на об'єкт керування, що призведе в свою чергу до появи суттєвої нелінійності статичної характеристики САР.

Нелінійність ОР при лінійному об'єкті керування, навіть при правильно обраних налаштуваннях регулятора, істотно погіршує загальну якість САР, у зв'язку з цим налаштування САР починають із перевірки та зчитування статичних характеристик ОР.

Статичну характеристику ОР визначають 2-3 рази при прямому та зворотному ході при найбільш ймовірних за технологією режимах.

При експериментальному визначенні статичної характеристики ОР весь діапазон руху поділяють на від 6 до 10 ділянок і встановлюють відповідність шкали у разі наявності нелінійності, ділянка діапазону переміщення ОР, яка відповідає нелінійній ділянці характеристики, розбивають додатково на ряд дрібніших ділянок. Якщо в кінцевій зоні є нелінійності типу насичення, а в початковій зоні - типу нечутливості, кожна із яких не повинна бути більшою за 5% від повного ходу, тоді робочий діапазон переміщення умовно обмежують лінійною часткою витратної характеристики, тобто, він буде у діапазоні від 5 до

95%. Переміщення ОР обмежується за допомогою кінцевих вимикачів, якщо воно пов'язане із електричним виконавчим механізмом. Якщо нелінійність типу насичення становить більше 5% і знаходиться в кінці діапазону переміщення регулюючої заслінки або шибера, тоді здійснюють такий вибір співвідношення важелів, що розміщені на вихідних валах ОР та виконавчого механізму, при якому переміщення ОР буде обмежено лише лінійною частиною характеристики при повному ході виконавчого механізму.

Якщо ж лінійна частина витратної характеристики буде розташовуватись в діапазоні від 0 до 25%, то необхідно виконати заміну органів регулювання на інший із вужчим перетином. В такому випадку необхідного переміщення органів регулювання при повному ході виконавчого механізму можна досягти підбором певних співвідношень.

Якщо видаткова характеристика, профільована органами регулювання не відповідає встановленим вимогам, то виконують заміну органів регулювання, попередньо виконавши перерахунок характеристик.

При експериментальному визначенні характеристики органів регулювання дросельного типу необхідно виконати перевірку того, що постійний потік рідини, при положенні органів регулювання – закрито, не буде перевищувати діапазон від 5 до 10% номінальної витрати, а у випадку коли діапазон відкриття органів регулювання 40-60%, буде забезпечувати величину потоку відповідно до повного навантаження об'єкта регулювання.

Налаштування з'єднання виконавчого механізму із ОР.

Основні вимоги, що висувають до електричних виконавчих механізмів:

- час переміщення вихідного валу виконавчого механізму від положення «закрито» до положення «відкрито» (так звана постійна часу виконавчого механізму) повинна забезпечити потрібні якісні характеристики процесу регулювання при максимально можливій швидкості зміни регульованого параметра;

					КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- момент на вихідному валу ВМ повинен забезпечити рух об'єкту регулювання без значного перегрівання двигуна;
- вибіг виконавчого механізму повинен бути не великим (в межах 2% від максимального ходу).

Виконавчий механізм підбирають в прямій залежності від величини зусилля, яке необхідного розвинути для переміщення об'єкта регулювання.

Розрахунок моменту, що необхідно створити для обертання поворотних заслінок:

$$M = K \cdot (M_p + M_m), \quad (2.1)$$

де M_p - реактивний момент, зумовлений прагненням закрити заслінку; M_m – момент тертя в опорах; K - коефіцієнт, що враховує затяжку сальників та загальне забруднення трубопроводу, $K = 2 - 3$.

$$M_p = 0,07 \cdot P_{po} \cdot D_y, \quad (2.2)$$

при проведенні розрахунків приймається $P_{po} = P$, P_{po} - перепад тисків на заслінці, Па; D_y - діаметр заслінки, м.

$$H_m = 0,785 \cdot D_y \cdot P, \quad (2.3)$$

де ρ - радіус шийки валу заслінки, м; γ - коефіцієнт тертя в опорі, $\gamma = 0,15$.

На валах виконавчого механізму та ОР розташовані важелі, довжини яких попередньо повинні бути розраховані. У цих важелях до встановлення на валах виконавчого механізму для зручності подальших налаштувань висвердлюють ряд отворів. З'єднання виконавчого механізму з органом регулювання слід

виконувати наступним чином, щоб при повороті штурвала ручного керування ВМ за годинниковою стрілкою ОР рухався в бік закриття, а проти годинникової стрілки - у бік відкриття.

З'єднавши виконавчий механізм із органом регулювання необхідно перевірити наявність люфтів у цьому з'єднанні. Якщо люфти є їх необхідно усунути (наприклад замінивши так звані пальці у місцях з'єднань).

При налаштуванні виконавчого механізму із органом регулювання також виконують перевірку роботи дистанційного керування.

Налаштування дистанційного покажчика положення та ВМ.

Встановити виконавчий механізм в крайнє положення, що повинне відповідати закритому стану органу регулювання. Налаштувати відповідний кінцевий вимикач та розмістити стрілку покажчика в положення прямо навпроти позначки «0%» за використовуючи перемінний опір нульового налаштування.

Встановити в інше крайнє положення виконавчий механізм, що забезпечує відкритий стан ОР. Налаштувати інший кінцевий вимикач та перемістити стрілку покажчика в положення на позначку «100%» за допомогою наступного налаштувального резистора. Усі налаштувальні роботи на запуск системи на виконання процесу повинні виконуватись при роз'єднаних органах регулювання та виконавчих механізмах.

Налаштування первинного датчика.

До вихідних клем вимірювального перетворювача типу САПФІР-22ДІ підключається вторинний реєструючий прилад із струмовим входом (наприклад, типу ДИСК-250). При налаштуванні необхідно перевірити «0», для цього перекривають усі підводячі вентилі та відкривають зрівнювальний вентиль. Переконавшись, що вторинний реєструючий прилад показує «0», якщо ж стрілка вторинного реєструючого приладу не збігається із позначкою «0», то первинний датчик налаштовуються за допомогою використання змінного резистора.

Після налаштування первинного датчика на вхід регулюючого приладу потрібно подати сигнал, який буде пропорційний необхідному значенню

регульованого параметра. Для цього потрібно від'єднати первинний перетворювач від об'єкта регулювання, мінусову камеру з'єднати із атмосферою, а в плюсову подавати повітря під тиском, попередньо розрахувавши перепад тиску.

Налаштування регулюючого приладу.

Налаштування буде полягати у балансуванні регулюючого приладу. Балансування виконується наступним чином - перемикачі вибору режиму роботи повинні бути встановлені в положення «ручне» і під час балансування зворотний зв'язок необхідно буде відключити, тобто перевести у положення «0», перемикач положення повинен бути в положенні «трьохпозиційне», балансування РС29.0.12 виконується за допомогою приладу задатчик сигналу.

Налаштування розімкнутої системи полягає у тому, щоб узгодити напрям роботи виконавчого механізму відповідно до зміни знаку сигналу неузгодженості, що виникає як результат відхилення пропорційного сигналу регульованому параметру і ще узгодити напрямок роботи виконавчого механізму із знаком сигналу неузгодженості, що створюється у результаті зміни завдання.

Налаштування виконується в наступному порядку: керуючи виконавчим механізмом дистанційно розташовують його в середньому положенні та переставляють перемикач вибору режиму роботи у положення «автомат». Створюють імітацію зміни регульованого параметра в бік підвищення (змінюючи тиск у плюсовій камері вимірювального приладу САПФІР-22) при цьому виконавчий механізм повинен буде працювати в бік зменшення. Далі аналогічно виконують імітацію зміни регульованого параметра в сторону зменшення, виконавчий механізм повинен працювати в сторону підвищення. Якщо напрямок роботи виконавчого механізму не відповідає вказаному вище, необхідно замінити дроти місцями на вихідних клеммах регулюючого пристрою.

Виконуючи імітацію зміни завдання у бік збільшення, при цьому орган регулювання повинен також працювати у бік збільшення. При виконанні імітації

					КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		39

зміни завдання у бік зменшення орган регулювання повинен також працювати у бік зменшення. При невиконанні цих умов необхідно замінити місцями дроти, що йдуть від задатчика до органу регулювального. Після цього первинний датчик необхідно під'єднати до об'єкта регулювання, та виконати спостереження деякий час за роботою розімкнутої САР.

Підготовка та включення САР у роботу на теплофізичний процес.

Керуючи дистанційно виконавчим механізмом, одночасно спостерігаючи за показаннями вторинного реєструючого приладу, регулюють технологічний параметр до необхідного значення та переставляють перемикач вибору режиму роботи в положення «автомат». Переконавшись, що система стійка, час інтегрування встановлюють відповідно до розрахункового значення та перевіряють якість всього процесу регулювання. Для виконання цих дій до об'єкта регулювання прикладають зовнішнє незалежне збурення за умови стабілізації всіх решти параметрів.

У зв'язку з тим, що динамічні характеристики об'єкта регулювання є змінними в часі, необхідно виконати коригування параметрів налаштування органу регулювання. Коригування параметрів налаштування необхідно виконувати за так званим принципом послідовного наближення – малими змінами параметрів налаштування та лише за заздалегідь створеним графіком.

Кожна зміна цих параметрів налаштування органу регулювання повинна супроводжуватися повіркою отриманих показників якості виконаного процесу регулювання. Коригування параметрів налаштування доводиться завжди виконувати при зміні режимів роботи агрегатів, так як загально відомо, що при переході на інший режим або при зміні сировини відбуваються зміни динамічних та статичних властивостей об'єкта регулювання.

Задача САР в експлуатацію.

Після закінчення всієї роботи по налаштуванню, САР вмикають у так звану дослідну експлуатацію. У процесі проведення дослідної експлуатації всі пристрої та системи в цілому повинні працювати без неполадок не менше ніж

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

три повні доби. Після цього система буде вважатися такою, що прийнята у постійну промислову експлуатацію, про що повинен бути складений відповідний акт.

2.6. Висновки до розділу

В другому розділі виконано підбір засобів автоматизації теплотехнічного процесу горіння палива в топці котла. Описано схему автоматизації теплотехнічного процесу горіння та компонування і комутації на щиті КВП. Розроблено та описано електричну принципову схеми системи, а також розроблено послідовність монтажу та налаштування САР температури горіння в котлі.

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

3 ТЕСТУВАННЯ ТА ОЦІНКА РОБОТИ ПРИСТРОЮ

3.1. Об'єкт дослідження

Відомо, що САР витрати палива призначені для забезпечення користувача необхідною обсягом пари заданої якості (тобто тиску). Порушення теплового балансу котла може відбуватись як за рахунок внутрішніх так і зовнішніх збурень. До внутрішніх можливо віднести ті збурення, що пов'язані із мимовільними змінами характеристик палива (таких як теплота згоряння) та його витрати, що в свою чергу пов'язано із стрибкоподібними змінами тиску газу, зміною основних характеристик регулюючої трубопроводної арматури (люфти, петлі гістерезису чи так зване «залипання» штока регулюючого клапана).

До зовнішніх обурень можна віднести ті збурення, що пов'язані із обсягом споживаного пару. У такому випадку паропродуктивність котла не буде відповідати обсягу споживаного пару. Показником такої невідповідності є стрибкоподібна зміна тиску пари у будь-якій точці в паровому тракті.

Тому САР витрати палива повинна виконувати дві наступні функції: компенсувати величину внутрішнього та зовнішнього збурення за допомогою одного керуючого впливу, а саме витрати палива.

САР повинне забезпечувати:

- підтримку тиску пари, із відхиленням значення не більше $\pm 3\%$, заданого в базовому режимі роботи котла;
- стійку роботу системи (тобто відсутність будь-яких автоколивань) та обмежену частоту включення органу регулювання, яка при постійному навантаженні не повинна бути більшою за 6 включень на хвилину.

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

3.2 Розрахунок чутливості САР подачі пару.

Вхідні параметри для розрахунку: тиск у трубопроводі p , характеристика відкриття заслінки a :

$$Q = p + a, \quad (3.1)$$

де Q - кількість пари; p - тиск у трубопроводі; a – відкриття заслінки; W – ефективність системи:

$$W = \frac{p}{p + a}, \quad (3.2)$$

Відомо початкові параметри: $pH = 0,8; a_{ном} = 0,5; Q_{ном} = 1,2; W_{ном} = 0,71$.

Коефіцієнти чутливості дорівнюють: $a_{11} = 1; a_{12} = 1$.

Розрахуємо абсолютні коефіцієнти чутливості:

$$a_{21} = \frac{a}{(p + a)^2} = 0,29;$$

$$a_{22} = \frac{p}{(p + a)^2} = -0,47.$$

Значення $a_{ij}; b_{ij}$ для всіх вихідних параметрів знайдемо із матриці чутливості:

$$A = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 0,29 & -0,47 \end{vmatrix}. \quad (3.3)$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ

Арк.

43

Розрахуємо відносні коефіцієнти чутливості:

$$b_{11} = \frac{P}{Q} = -0,66;$$

$$b_{12} = \frac{P}{Q} = 0,25;$$

$$b_{21} = \frac{a_{21} \cdot a}{W} = 0,33;$$

$$b_{22} = \frac{a_{22} \cdot a}{W} = -0,33.$$

Тоді матриця чутливості розраховується за наступним виразом:

$$B = \begin{vmatrix} 0,66 & 0,25 \\ 0,33 & -0,33 \end{vmatrix}; \quad (3.4)$$

$$\Delta W = b_{21} \Delta p + b_{22} \Delta a = 0,33(\Delta p - \Delta a);$$

$$\Delta p = \Delta a = \Delta z;$$

$$0,03 < 0,66 \cdot \Delta W_{\max};$$

$$\Delta W_{\max} = 0,66 \cdot \Delta z_{\max};$$

$$\Delta W_{\max} < 3\% = 0,03;$$

$$0,03 < 0,66 = \Delta W_{\max};$$

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		44

$$\Delta W_{\max} < \frac{0,03}{0,66} = 0,045 \text{ або } 4,5\% .$$

Таким чином, щоб чутливість системи була в межах $W < 3\%$, потрібно встановити датчик із точністю не вище 4,5%.

3.3. Розрахунок САР температури.

Структурна схема котла як об'єкта керування матиме наступний вигляд (рис. 3.1).

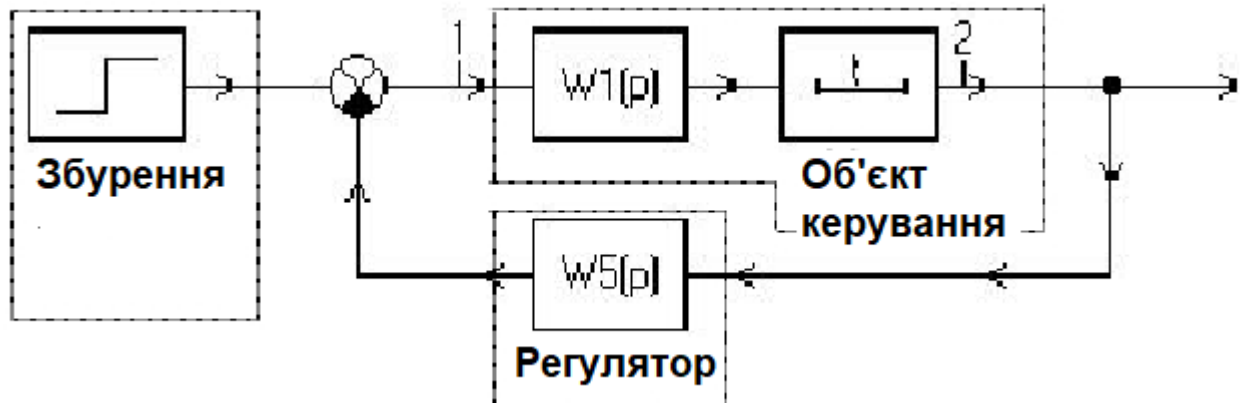


Рисунок 3.1 – Структурна схема котла в середовищі MATLAB

Об'єкт керування, тобто котел, володіє наступними характеристиками:
 $K_{об} = 1,2C / c; T_1 = 8c; T_2 = 11c .$

Об'єкт керування можливо описати за допомогою диференціального рівняння:

$$T_1 \cdot T_2 \cdot x''_{вих}(t) + (T_1 + T_2) \cdot x'_{вих}(t) + x_{вих}(t) = K_{об} \cdot Y_{вх}(t), \quad (3.5)$$

Коли підставимо в цей вираз відомі нам величини $K_{об}; T_1; T_2$, отримаємо рівняння наступного вигляду:

$$88 \cdot p^2 \cdot X_{\text{вих}}(p) + 19 \cdot p \cdot X_{\text{вих}}(p) + X(p) = \frac{1,2}{p}. \quad (3.6)$$

Звідки:

$$X_{\text{вих}}(p) = \frac{1,2}{(88 \cdot p^2 + 19 \cdot p + 1) \cdot p}.$$

Розв'язавши дане квадратичне рівняння отримаємо корені квадратичного рівняння:

$$p_{1,2} = \frac{-b \mp \sqrt{b^2 + 4ac}}{2a} = \frac{-7 \mp \sqrt{9}}{176};$$

$$p_1 = -0,0909; p_2 = -0,125.$$

Тепер розрахуємо $X_{\text{вих}}(t)$:

$$\begin{aligned} X_{\text{вих}}(t)L^{-1}[X_{\text{вих}}(p)] &= 1,2 \left(\frac{c_0}{p} + \frac{c_0}{p + 0,0909} + \frac{c_0}{p + 0,125} \right) = \\ &= C_0 + C_1 e^{-0,0909t} + C_2 e^{-0,125t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_0 &= p - p_1 X_{\text{вих}}(p) \Big|_{p=p_1} (p + 0,0909) \frac{1}{88p(-0,0909)(p + 0,0909)(-0,0909 + 0,125)} = \\ &= -3,66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_0 &= p - p_2 X_{\text{вих}}(p) \Big|_{p=p_2} (p + 0,125) \frac{1}{88p(-0,125)(p + 0,125)(-0,125 + 0,0909)} = \\ &= 2,66 \end{aligned}$$

$$X_{вих}(t) = 1 - 3,66e^{-0,0909t} + 2,66e^{-0,125t}.$$

Виконаємо перевірку:

$$X_{вих}(0) = 1 - 3,66 + 2,66 = 0;$$

$$X'_{вих}(0) = 1,2(3,66e(-0,0909t) + 2,66(-0,125t)).$$

Далі на підставі отриманих рівнянь розрахуємо необхідні величини і занесемо в таблицю 3.1, а потім побудуємо графічну залежність $X_{вих}(t)$ наведену на рисунку 3.2.

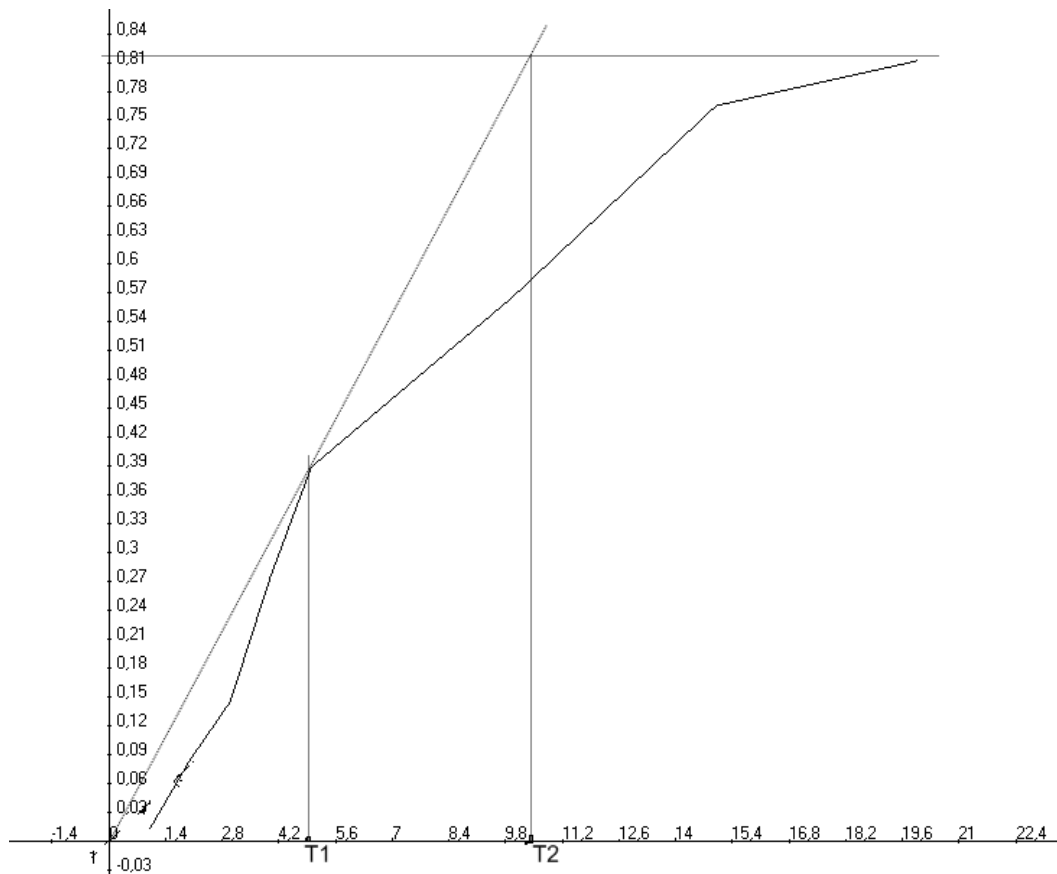


Рисунок 3.2 – Графічна залежність кривої розгону

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ

Арк.
47

Таблиця 3.1 – Залежність об'єкту керування від часу

T	$x' = 1,2(-3,66(-0,0909) + 2,66(-0,125))$
1	0,012
2	0,084
3	0,145
4	0,276
5	0,389
10	0,567
15	0,765
20	0,812

$$W_{об} = \frac{K_{об}}{T_p} e^{-\tau p}; K_{рез} = \frac{0,7}{K_{об} \frac{\tau}{T}};$$

$$W_{рез}(p) = \frac{K_{рез}(1 + T_u p)}{T_u p}; T_u = 0,7T.$$

Проводимо дотичну до графічного зображення функції та знайдемо точку перетину із лінією 1.

З графіка знайдемо $\tau = 1,2; T_2 = 9,9$. Значить опишемо об'єкт керування як аперіодичну ланку першого порядку, а спряжена з ним ланка є ланкою із чистим запізненням:

$$W_{об} = \frac{1}{9,9p + 1} e^{-1,2p}.$$

Наступним кроком розраховуємо налаштування ПІ регулятора:

$$K_{рез} = \frac{0,7}{1,2 \frac{1,2}{9,9}} = 4,8;$$

$$T_u = 0,7 \cdot 9,9 = 6,93;$$

$$W_{pez}(p) = \frac{4,8(1 + 6,93p)}{6,93p}. \quad (3.7)$$

Напишемо передаточну функцію замкнутої системи (збурення за навантаженням):

$$W_c = \frac{W_{об}}{1 + W_{об}W_{pez}} = \frac{\frac{1,2}{(88p^2 + 19p + 1)p}}{1 + \left(\frac{19}{(88p^2 + 19p + 1)p} \cdot \frac{4,8 + 46,8p}{6,93p}\right)} = \frac{7,2p}{74,4p^3 + 43,4p^2 + 48,3p + 6,93}$$

Подальший розрахунок виконаємо із використанням амплітудно-фазових характеристик. Для цього необхідно побудувати АФХ замкнутої системи:

$$W_c = \frac{7,2p}{74,4p^3 + 43,4p^2 + 48,3p + 6,93} = \frac{7,2j\omega}{(-6,93\omega^2 + 6,93) - j(74,4\omega^3 + 48,3\omega)},$$

де дійсна частина це $(6,93 - 43,4\omega^2)$, уявна частина $(74,4\omega^3 + 48,3\omega)$.

Отже, отримаємо

$$W_c = \frac{270,5\omega^2 - 416,6\omega^4}{5535,4\omega^6 - 5303,5\omega^4 + 1742,2\omega^2 + 46,2} + j \frac{(38,1\omega^2 - 243\omega^2)}{5535,4\omega^6 - 5303,5\omega^4 + 1742,2\omega^2 + 46,2}$$

Розрахуємо необхідні дані для побудови годографа замкнутої системи (критерій Михайлова).

Таблиця 3.2 – Отримані результати

ω (Частота)	Re (Дійсна частина)	Im (Уявна частина)
0,0	11,73	0,0
1,0	218,04	145,53
2,0	306,86	-197,32
3,0	-295,59	-396,39
4,0	-887,76	357,83
5,0	-302,3	1422,83
6,0	1079,58	1227,79
7,0	1348,27	-340,42
8,0	-311,08	-1219,9
9,0	-1977,222	229,28
10,0	-1194,37	2584,27

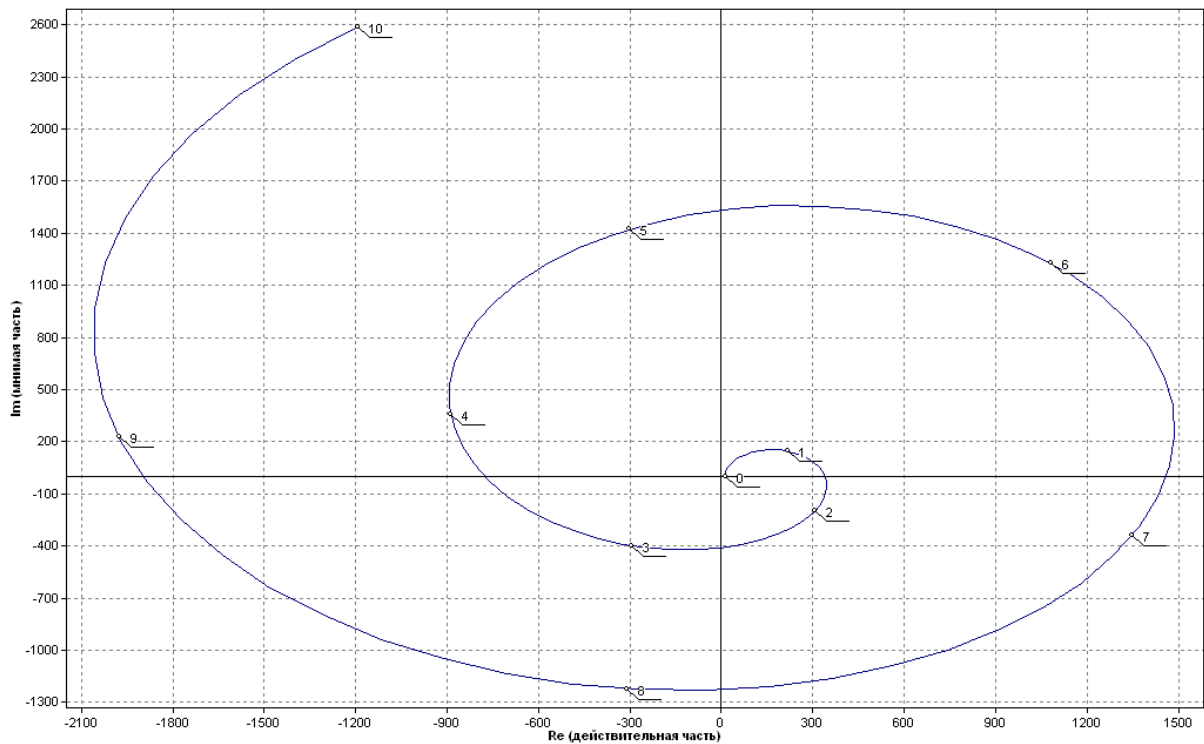


Рисунок 3.3 – Годограф побудований за критерієм Михайлова

Для розрахунку перехідного процесу необхідно побудувати графічну залежність дійсної частотної характеристики, на підставі якого знаходиться трапецієподібна форма характеристики (рис. 3.4).

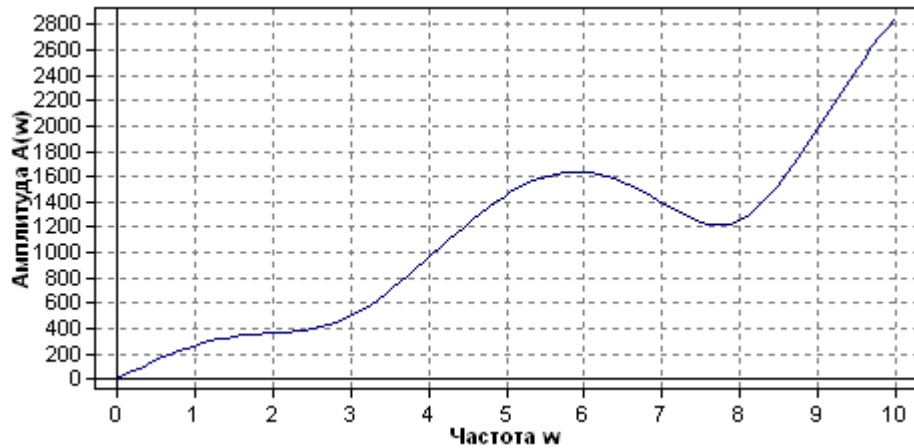


Рисунок 3.4 – Графічна залежність дійсної частотної характеристики

Таблиця 3.3 – Отримані результати для дійсної частини

ω (частота)	Re (дійсна частина)
0,0	0,69264
1,0	3,25847
2,0	3,27032
3,0	3,27253
4,0	3,27330
5,0	3,27366
6,0	3,27386
7,0	3,27398
8,0	3,27405
9,0	3,27410
10,0	3,27414

Тепер розраховуємо висоти трапецій:

$$r_{01} = 0 - r_2 = 0 - 0,178 = -0,0178;$$

$$\omega_d = 0;$$

$$\omega_0 = 0,43;$$

$$X = \frac{\omega_d}{\omega_0} = 0.$$

- перша трапеція:

$$r_{02} = r_2 - r_3 = 0,178 - (-0,072) = -0,25;$$

$$\omega_d = 0,66;$$

$$\omega_0 = 0,92;$$

$$X = \frac{\omega_d}{\omega_0} = 0,717.$$

- друга трапеція:

$$r_{03} = 0 - r_3 = 0 - 0,072 = -0,072;$$

$$\omega_d = 1,1;$$

$$\omega_0 = 5;$$

$$X = \frac{\omega_d}{\omega_0} = 0,292.$$

- третя трапеція:

Таблиця 3.4 – Параметри трапецій

Параметри трапецій	Номера трапецій		
	перша	друга	третя
r_{03}	-0,178	0,25	-0,072
ω_d	0	0,66	1,1
ω_0	0,43	0,92	5
$X = \frac{\omega_d}{\omega_0}$	0	0,717	0,22

Для остаточної побудови перехідних процесів трапецеїдальних характеристик необхідно скласти таблицю даних на підставі таблиці h – функцій.

Таблиця 3.5 – Отримані дані h – функцій

τ	h_1	h_2
0,0	0,0	-0,5
1,0	4,52	8,86
2,0	-27,85	14,11
3,0	-81,23	-12,24
4,0	9,87	-39,53
5,0	236,24	-14,79
6,0	221,58	46,53
7,0	-245,93	59,74
8,0	-625,29	-12,82
9,0	-164,67	-87,2
10,0	830,04	-53,96

Далі по проведених розрахунках складаємо таблицю отриманих значень для будови загального перехідного процесу.

Таблиця 3.6 – Отримані результати експериментальних досліджень

t	y(t)	e(t)	u(t)
0	0,0	1,0	324,9
1	0,0	1,0	0,7
2	3,0	-2,1	6,4
3	-7,0	8,1	-38,9
4	27,6	-26,7	205,4
5	21,4	-20,4	171,4
6	-69,1	70,1	-770,4
7	247,3	-246,3	3335,8
8	-911,8	912,8	-14159,7
9	-525,9	526,9	-10422,9
10	1916,5	-1915,5	42442,7

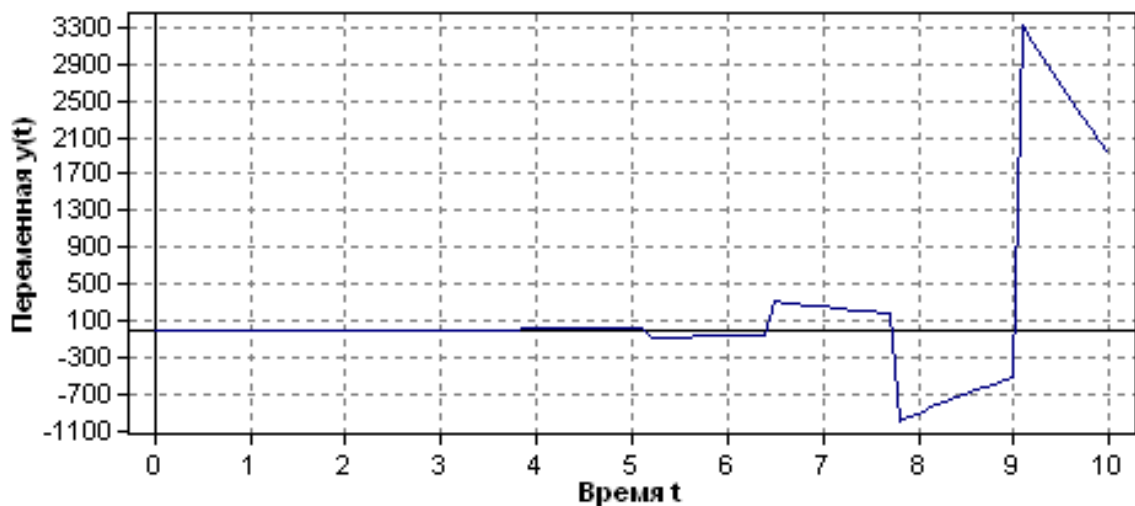


Рисунок 3.5 – Графічна залежність загального перехідного процесу

3.4 Висновки до розділу

САР є стійкою, тому що годограф Міхайлова починається на реальній позитивній півосі, обертається тільки проти годинникової стрілки та послідовно проходить 4 квадранта координатної площини обертаючись на кут $\frac{\pi}{2} \cdot n$.

Усі параметри перехідного процесу знаходяться строго в заданих межах, вибір та відповідний розрахунок налаштувань регулятора виконано вірно.

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		54

ВИСНОВКИ

Ознайомились із різноманітними видами парових котлів їх принципами роботи, перевагами та недоліками. Вибір спинили на паровому котлі типу ДЕ, а саме ДЕ-10-14ГМ. Наведено його технічні характеристики та дані для теплового розрахунку.

В другому розділі виконано підбір засобів автоматизації теплотехнічного процесу горіння палива в топці котла. Описано схему автоматизації теплотехнічного процесу горіння та компонування і комутації на щиті КВП. Розроблено та описано електричну принципову схеми системи, а також розроблено послідовність монтажу та налаштування САР температури горіння в котлі.

Розроблена САР є стійкою, тому що годограф Михайлова починається на реальній позитивній півосі, обертається тільки проти годинникової стрілки та послідовно проходить 4 квадранта координатної площини обертаючись на кут

$$\frac{\pi}{2} \cdot n.$$

Усі параметри перехідного процесу знаходяться строго в заданих межах, вибір та відповідний розрахунок налаштувань регулятора виконано вірно.

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Буляндра, О. Ф. Технічна термодинаміка [Текст] : підручник / О. Ф. Буляндра. – 2-ге. вид., випр. – К. : Техніка, 2006. – 320 с.
2. Теплотехніка [Текст] : підручник / Б. Х. Драганов, А. А. Долінський, А. В. Міщенко. Є. М. Письменний ; за ред. Б. Х. Драганова. – К. : ІНКОС, 2005. – 504 с.
3. Дудик М. В. Термодинаміка і статистична фізика (курс лекцій) : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізико-математичних спеціальностей / М. В. Дудик. – Умань : ПП «Жовтий», 2015. – 132 с.
4. Теплотехніка та теплоенергетика : курс лекцій для студентів металургійних спеціальностей. Ч. 1. Теплотехніка / С.О. Коновалова, А.П. Авдеєнко. – Краматорськ : ДДМА, 2009. – 300 с.
5. Степанов Д.В. Котельні установки промислових підприємств: навч. посіб. / Д.В. Степанов, Є.С. Корженко, Л.А. Боднар. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – 120 с. – Режим доступу: <https://posibnyky.vntu.edu.ua/pdf/000805.pdf>
6. Алабовський О.М. Проектування котельень промислових підприємств. / О.М. Алабовський, М.Ф. Боженко. – Київ: Вища школа, 1992. – 207 с.
7. Тепловой расчет промышленных парогенераторов: Учеб пособие для вузов / Под ред. В.И. Частухина. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1980. – 184 с.
8. ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні». – К.: Мінрегіон України, 2014. – 49 с.– Режим доступу: http://mathcentre.com.ua/download/DBN%20V.2.5-77_2014%20Kotelni.pdf
9. Чепурний М. М. Теплові розрахунки парогенераторів : [навчальний посібник] / М. М. Чепурний, Д. В. Степанов, Є. С. Корженко. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 155 с.
10. Котли парові та водогрійні. Київ : НТТУ “КПІ”, 2009р. - 236 с.

						КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ	Арк.
							56
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

11. Лабай В.Й. Тепломасообмін: Підручник для ВНЗ. – Львів: Тріада Плюс, 2004. – 260 с.

12. Кваліфікаційна робота : методичні вказівки щодо її виконання для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / уклад.: Ю.В. Форкун, Г.І. Радельчук, І.В. Форкун, А.С. Каштальян, В.В. Мартинюк. Хмельницький : ХНУ, 2020. - 50с.

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					<i>КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		58

Додаток А

Таблиця А.1 – Специфікація на прилади та обладнання для замовлення

Позиція на схемі	Технічна характеристика основного обладнання, приладів, апаратури, кабелів та інших виробів	Марка обладнання
1	2	3
1-1	Перетворювач вимірювальний для різниці тиску. Верхня межа вимірювання 2,5МПа. Живлення 36В, Вихідний сигнал в діапазоні 0-5 мА.	Сапфір22ДІ 2150-А-01-УХЛ-3,1-0,25/2,5МПа-0,5-В-К-1/2 ТУ 25-2472-0049
1-2	Діафрагма камерна, D _y -200мм, P _y -10МПа. Спосіб відбору у площині диску через кільцеві камери.	ДКС 10-200-А/Г-1 ГОСТ 26-969-86
1-3	Перетворювач вимірювальний для різниці тиску. Верхня межа вимірювання 2,5МПа. Живлення 36В, Вихідний сигнал в діапазоні 0-5 мА.	Сапфір22ДД 2450-А-01-УХЛ-3,1-0,25/2,5МПа-0,5-В-К-1/2 ТУ 25-2472-0049
1-4	Блок вивільнення корню. Вихідний сигнал в діапазоні 0-5мА. Напруга живлення 220В. Частота 50Гц.	БК-1 ТУ 25-02720132-86
1-5	Прилад реєструвальний. Напруга живлення 220В. Частота 50Гц, Р-25В/А, діапазон шкали 0-2,5.	Диск-250-2121 ТУ 25-0521.104-85
1-6	Прилад реєструвальний. Напруга живлення 220В. Частота 50Гц, Р-25В/А, діапазон шкали 0-15.	Диск-250-2121 ТУ 25-0521.104-85
1-7	Прилад регулюючий. Вихідний сигнал 24В. Напруга живлення 220В. Частота 50Гц.	РС29.012 ГОСТ 05138-85
1-8	Підсилювач потужності. Вихідний сигнал 220В. Напруга живлення 220В. Частота 50Гц.	У29.3 ТУ25-02.05138-85
1-9	Механізм виконавчий однооборотний, номінальний крутний момент 40 кгс/м, номінальний хід вихідного органу 0,25 оберта за 25с, напруга живлення 220В. Частота 50Гц.	МЭО 40/25-0,25 ТУ25-02120123-81
1-10	Клапан регулюючий	КРП-100 ТУ25-091207-78
2-1	Діафрагма камерна, D _y -100мм, P _y -10МПа. Спосіб відбору у площині диску через кільцеві камери.	ДКС 10-100-А/Г-1 ГОСТ 26-969-86
2-2	Перетворювач вимірювальний для різниці тиску. Верхня межа вимірювання 2,5МПа. Живлення 36В, Вихідний сигнал в діапазоні 0-5 мА.	Сапфір22ДД 2450-А-01-УХЛ-3,1-0,25/2,5МПа-0,5-В-К-1/2 ТУ 25-2472-0049
2-3	Блок вивільнення корню. Вихідний сигнал в діапазоні 0-5мА. Напруга живлення 220В. Частота 50Гц.	БК-1 ТУ 25-02720132-86
2-4	Перетворювач вимірювальний для різниці тиску. Верхня межа вимірювання 2,5МПа. Живлення 36В, Вихідний сигнал в діапазоні 0-5 мА.	Сапфір22ДІ 2150-А-01-УХЛ-3,1-0,25/2,5Па-0,5-В-К-1/2 ТУ 25-2472-0049
2-5	Прилад реєструвальний. Напруга живлення 220В. Частота	Диск-250-2121

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ

Арк.

59

	50Гц, Р-25В/А, діапазон шкали 0-25.	ТУ 25-0521.104-85
2-6	Прилад реєструвальний. Напряга живлення 220В. Частота 50Гц, Р-25В/А, діапазон шкали від мінус 100 до +100.	Диск-250-2121 ТУ 25-0521.104-85
2-7	Прилад регулюючий. Вихідний сигнал 24В. Напряга живлення 220В. Частота 50Гц.	РС29.0.12 ГОСТ 05138-85
2-8	Підсилювач потужності. Вихідний сигнал 220В. Напряга живлення 220В. Частота 50Гц.	У29.3 ТУ25-02.05138-85
2-9	Механізм виконавчий однооборотний, номінальний крутний момент 40 кгс/м, номінальний хід вихідного органу 0,25 оберта за 25с, напруга живлення 220В. Частота 50Гц.	МЕО 40/25-0,25 ТУ25-02120123-81
2-10	Клапан регулюючий	КРП-100 ТУ25-091207-78
3-1	Діафрагма камерна, D _y -400мм, P _y -0,6МПа. Спосіб відбору у площині диску через кільцеві камери.	ДКС 0,6-400-А/Г-1 ГОСТ 26-969-86
3-2	Діафрагма камерна, D _y -100мм, P _y -0,6МПа. Спосіб відбору у площині диску через кільцеві камери.	ДКС 0,6-100-А/Г-1 ГОСТ 26-969-86
3-3; 3-4	Перетворювач вимірювальний для різниці тиску. Верхня межа вимірювання 2,5КПа. Живлення 36В, Вихідний сигнал в діапазоні 0-5 мА.	Сапфір22ДД 2420-А-01-УХЛ-3,1-0,25/2,5КПа-0,5-В-К-1/2 ТУ 25-2472-0049
3-5; 3-6	Блок вивільнення корню. Вихідний сигнал в діапазоні 0-5мА. Напряга живлення 220В. Частота 50Гц.	БК-1 ТУ 25-02720132-86
3-7	Прилад регулюючий. Вихідний сигнал 24В. Напряга живлення 220В. Частота 50Гц.	РС29.0.12 ГОСТ 05138-85
3-8	Прилад реєструвальний. Напряга живлення 220В. Частота 50Гц, Р-25В/А, діапазон шкали 0-400.	Диск-250-2121 ТУ 25-0521.104-85
3-9	Прилад реєструвальний. Напряга живлення 220В. Частота 50Гц, Р-25В/А, діапазон шкали 0-4000.	Диск-250-2121 ТУ 25-0521.104-85
3-10	Прилад реєструвальний. Напряга живлення 220В. Частота 50Гц, Р-25В/А, діапазон шкали 0-2,5.	Диск-250-2121 ТУ 25-0521.104-85
3-11	Механізм виконавчий однооборотний, номінальний крутний момент 40 кгс/м, номінальний хід вихідного органу 0,25 оберта за 25с, напруга живлення 220В. Частота 50Гц.	МЕО 40/25-0,25 ТУ25-02120123-81
3-12	Газоаналізатор	Альфа
3-13	Підсилювач потужності. Вихідний сигнал 220В. Напряга живлення 220В. Частота 50Гц.	У29.3 ТУ25-02.05138-85
3-14	Прилад регулюючий. Вихідний сигнал 24В. Напряга живлення 220В. Частота 50Гц.	РС29.0.42 ГОСТ 05138-85
4-1	Перетворювач вимірювальний для різниці тиску. Верхня межа вимірювання 0,125КПа. Живлення 36В, Вихідний сигнал в діапазоні 0-5 мА.	Сапфір22ДІВ 2310-А-01-УХЛ-3,1-0,25/0,125КПа-0,5-В-К-1/2 ТУ 25-2472-0049
4-2	Прилад регулюючий. Вихідний сигнал 24В. Напряга живлення 220В. Частота 50Гц.	РС29.0.12 ГОСТ 05138-85
4-3	Прилад реєструвальний. Напряга живлення 220В. Частота 50Гц, Р-25В/А, діапазон шкали 0-0,1.	Диск-250-2121 ТУ 25-0521.104-85
4-4	Підсилювач потужності. Вихідний сигнал 220В. Напряга	У29.3

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ

Арк.

60

	живлення 220В. Частота 50Гц.	ТУ25-02.05138-85
4-5	Механізм виконавчий однооборотний, номінальний крутний момент 40 кгс/м, номінальний хід вихідного органу 0,25 оберта за 25с, напруга живлення 220В. Частота 50Гц.	МЕО 40/25-0,25 ТУ25-02120123-81
5-1; 5-2	Манометр діапазон вимірювань 0-1МПа, клас точності 0,5.	МТП-4
5-3	Манометр, діапазон вимірювань 0-14МПа, клас точності 0,5.	МТП-4
6-1; 6-2; 6-3	Термометр термоелектричний	ТХА-0179
6-4	Прилад реєструвальний. Напруга живлення 220В. Частота 50Гц, Р-25В/А, Діапазон шкали 0-300.	КСП2-023 ТУ25-0510.001-82
7-1; 7-2; 7-3	Датчик-реле тиску	ДД
7-4	Прилад контролю вогню	ф.34.2 ТУ25-02050214-82
7-5	Пристрій захисний-запалювальний	ЗЗУ-1 ТУ25-010208-82
7-6	Термометр термоелектричний	ТХА-0179
7-7	Прилад реєструвальний. Напруга живлення 220В. Частота 50Гц, Р-25В/А, діапазон шкали 0-900.	Диск-250-2121 ТУ 25-0521.104-85
7-8; 7-9	Сигналізатор рівня	ЕРСУ-3
7-10	Соленоїд	ЕД-07101
7-11	Клапан відсічний	ПКН-100 ТУ25-1718-86
7-12	Датчик-реле тиску	ДД
	Блок живлення. Вихідний сигнал 36В. Напруга живлення 220В. Частота 50Гц.	22БП-36
HL1- HL9	Арматура сигнальна	АС-220 ТУ16-535452-70
HL10	Сирена сигнальна	СС-1 ТУ16-535426-70
SB1; SB2	Кнопка керування	КЕ-011 ТУ16-526407-79

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ

Арк.

61

Додаток Б

Таблиця Б.1 - Специфікація на монтажні вироби та матеріали

№	Найменування та технічна характеристика	Од. вим.	Кіл-сть шт.
1	Маркувальна бірка типу БМН6-0 ТУ36.1117-75	шт.	100
2	Рамка для написів	шт.	40
3	Скоби СО-8 ТУ36.1086-76	шт.	50
4	Скоби СО-16 ТУ36.1086-76	шт.	20
5	Щит ЩПК-600x2200	шт.	5
6	Оконцовувачі марковані ОКМ ТУ36.1100-74	шт.	45
7	Коробка протяжна КП160 X 120	шт.	20
8	Блок зажимів БЗ-10 ТУ36-1750-74	шт.	10
9	Уголок перфорований УП35x35 ТУ36.1113-75	м	10
10	Щиток електроживлення ЕЦЖ-2 ТУ36.1270-73	шт.	1
11	Розетка штепсельна РШ-Ц-2-0	шт.	2

Таблиця Б.2 – Написи на табло та в рамках

Номер напису	Текст напису в рамці	Кіл.	Номер напису	Текст напису в рамці	Кіл.
	Табло ТСМ	1	13	Вода	1
1	1-а межа	1	14	Рівень	1
2	Тиск газу	1	15	Живлення котла	1
3	Тиск повітря	1	16	Газ	1
4	Розрідження в газозоді	1	17	Повітря	1
5	Факел	1	18	Газ-повітря	1
6	Температура пари	1	19	Концентрація О	1
7	Витік води	1	20	Розрідження в топці	1
8	2-га межа	1	21	Концентрація О	1
9	Тиск пари	1	22	Розрідження в топці	1
	Рамка 66x26		23	Температура	1
10	Тиск в барабане	1	24	Температура пари	1
11	Пара	1	25	Перевірка сигналізації	1
12	Теплове навантаження	1	26	Зняття пари	1

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

Автоматизація процесу керування температурним режимом парового котла

Актуальність

- Автоматичне регулювання забезпечить безперервний хід процесів, що мають місце у парогенераторі, а саме живлення водою, процес горіння, перегрівання пари тощо.
- Дистанційне керування дозволить черговому персоналу вмикати та вимикати парогенераторну установку, а крім того перемикає та налаштовувати її механізми на віддалі, із пульта керування, де розташовані керуючі пристрої.
- Контроль теплотехнічних характеристик роботи парогенератора та обладнання виконується за допомогою приладів, які працюють автоматично. Прилади виконують безперервне контролювання процесів, які мають місце в парогенераторній установці чи підключаються до об'єкта вимірювання персоналом або електронною обчислювальною машиною (ЕОМ). Прилади такого контролю розташовуються на панелях, щитах керування по можливості для зручного спостереження та обслуговування.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ

Арк.

63

Паровий котел типу ДЕ-10-14 Г

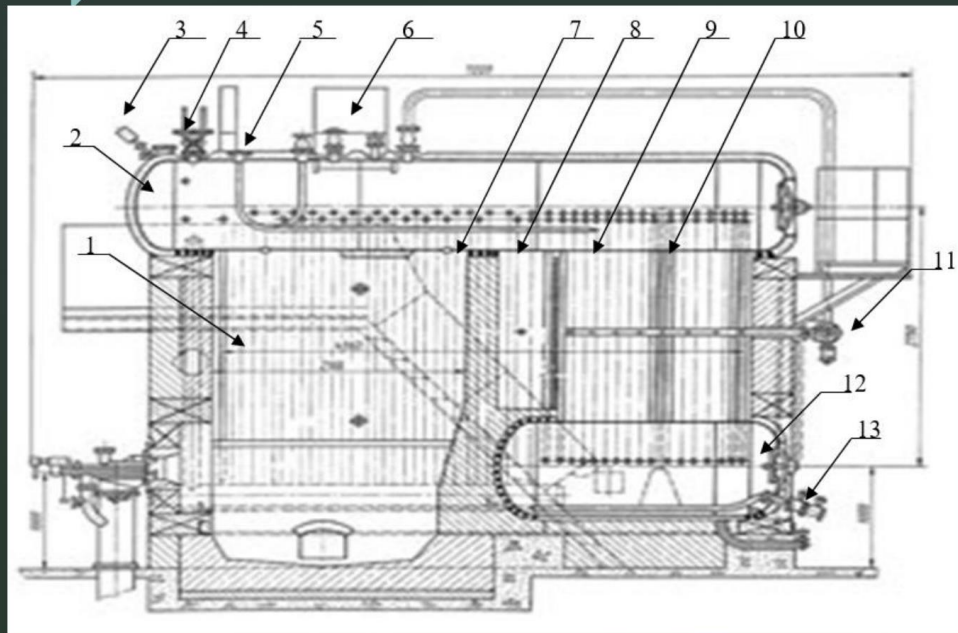
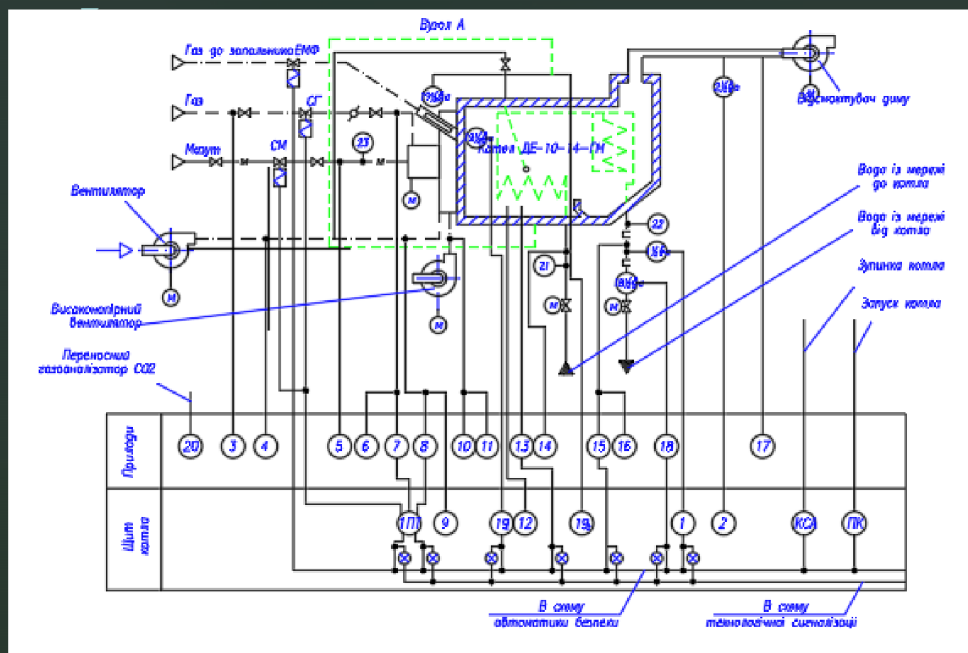


Схема теплового контролю котла



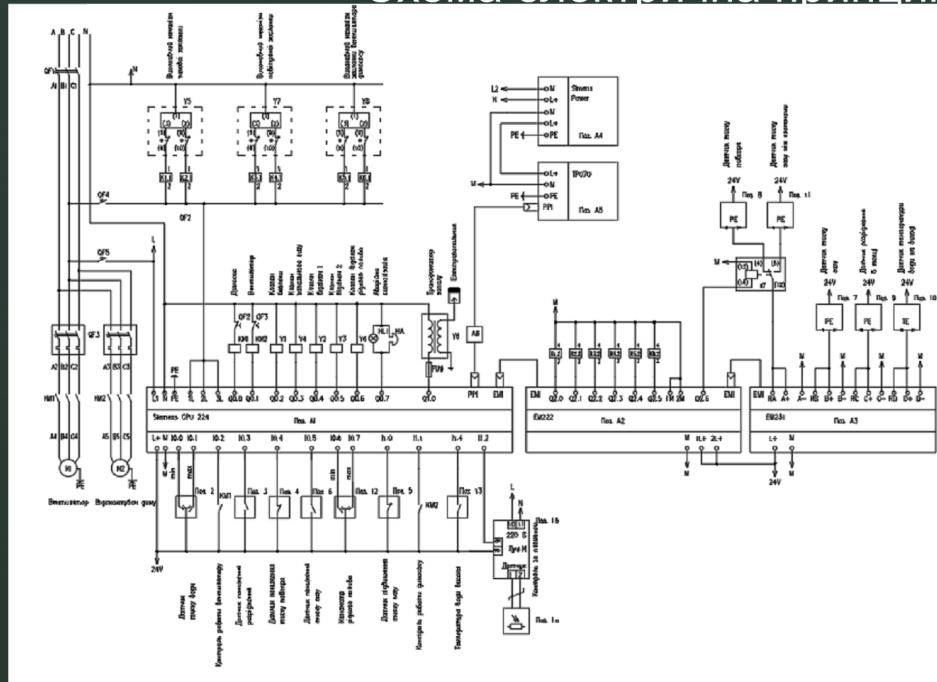
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ

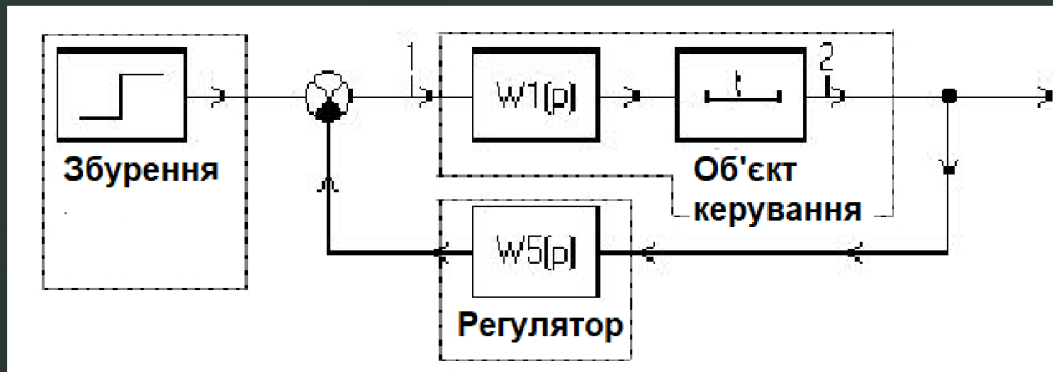
Арк.

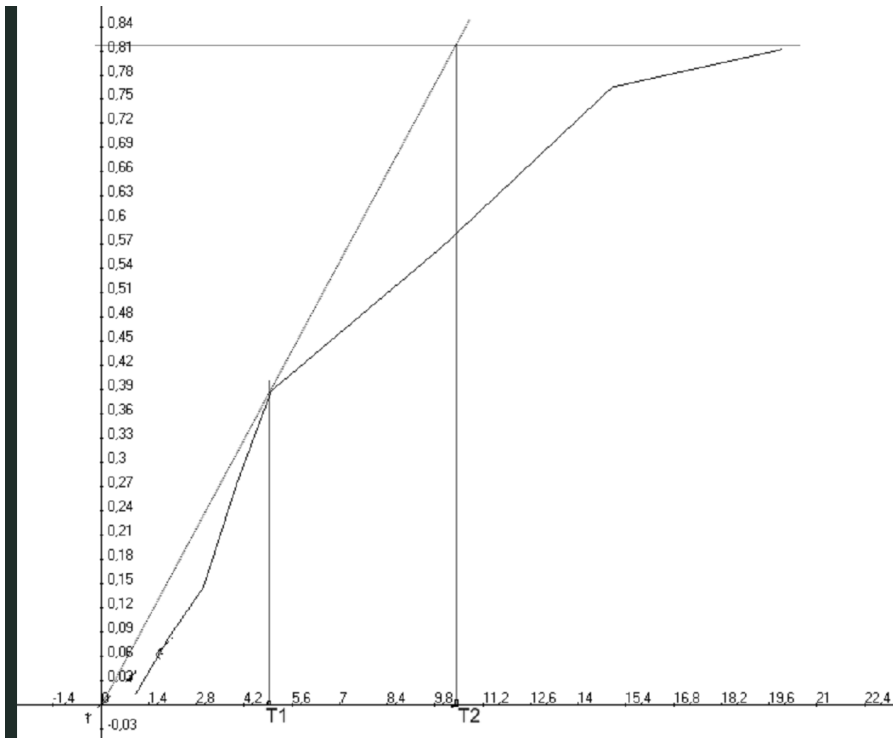
64

Схема електрична принципова



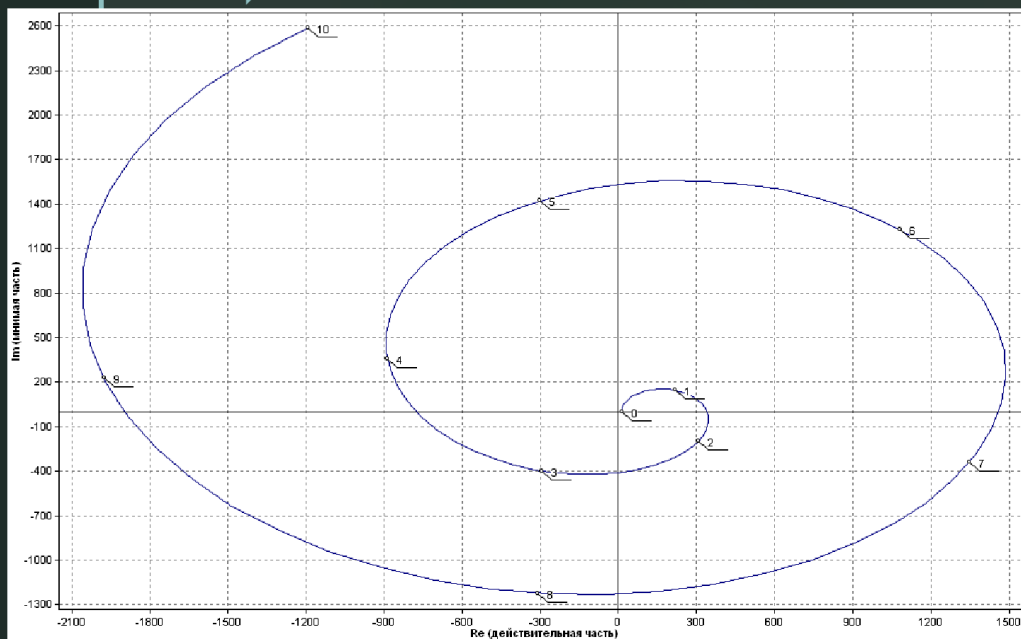
Структурна схема котла в середовищі MATLAB





Графічна
залежність
кривої
розгону

Годограф побудований за критерієм Михайлова



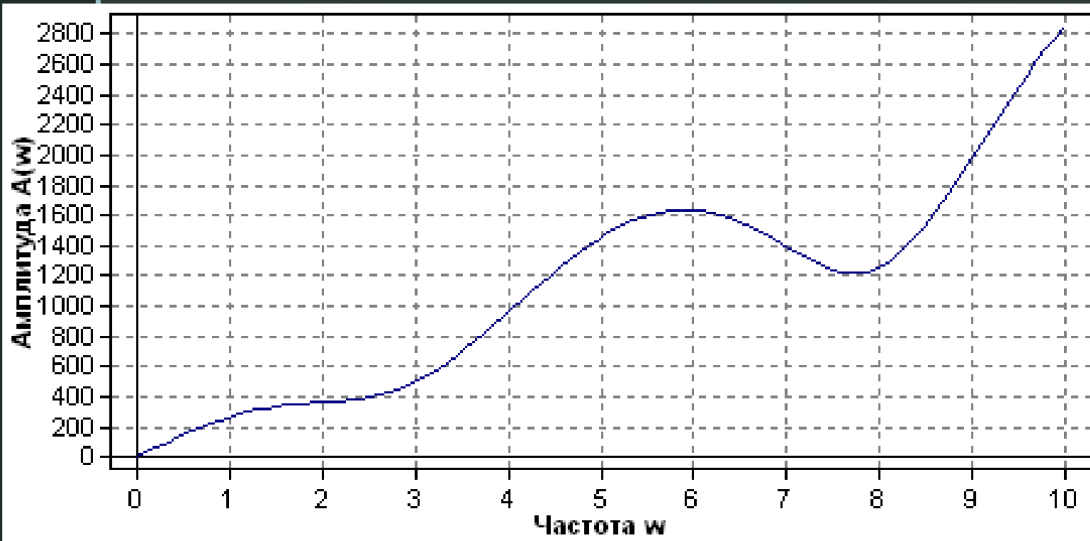
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

КвРАКІТ.2019069.01.10.ПЗ

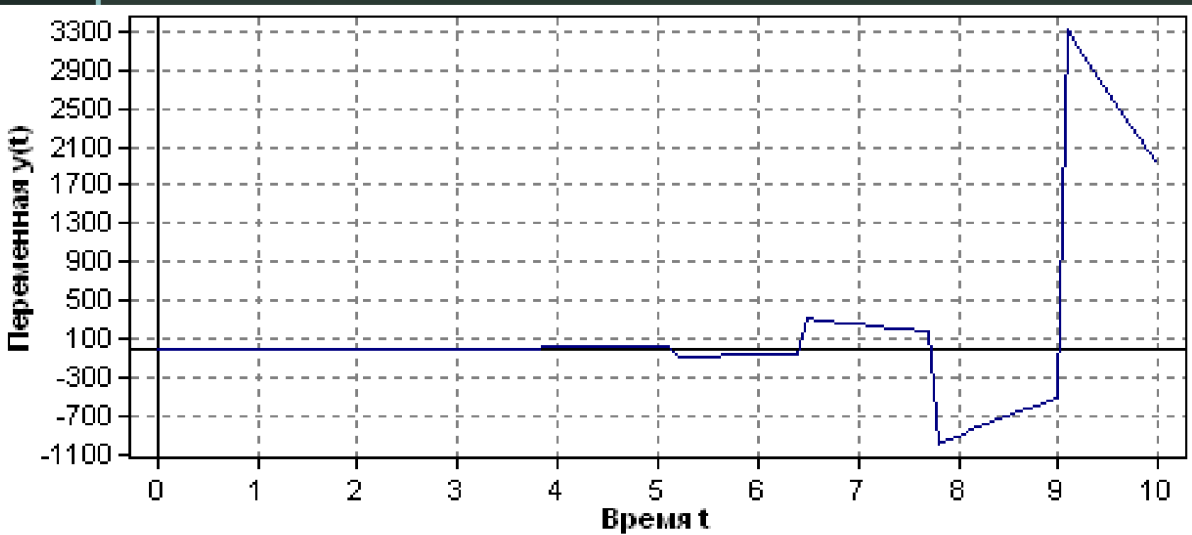
Арк.

66

Графічна залежність дійсної частотної характеристики



Графічна залежність загального перехідного процесу



Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

Дата перевірки:
14.06.2022 20:38:40 EEST

Дата звіту:
14.06.2022 20:40:00 EEST

ID перевірки:
1011580675

Тип перевірки:
Doc vs Internet

ID користувача:
100005862

Назва документа: Соловійов В - антиплагіат

Кількість сторінок: 54 Кількість слів: 9065 Кількість символів: 68504 Розмір файлу: 1.16 MB ID файлу: 1011450237

2.75% Схожість

Найбільша схожість: 1.46% з Інтернет-джерелом (<http://bukvasha.com/referat/221946>)

2.75% Джерела з Інтернету

50

Сторінка 56

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

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

7

Tue Jun 14 19:51:47 EEST 2022, Федула Микола
Васильович, Хмельницький національний
університет, ХНУ

Anti-Plagiarism v-15.257

**Максимальне співпадіння з одним
документом 0.0%**

**Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA.
Помилки в документах: 7%**

ID: 105364 Назва: Бакалаврська кваліфікаційна робота Додано в БД: 2022-06-14 Автора: Соловйов В. Керівники: Мартинюк В.В. Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	60590	487	630 (1%)	10 (2%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник Соловйов Віктор Миколайович

Тема Автоматизація процесу керування температурним режимом парового котла

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Обсяг дипломного проекту:

кількість листів креслень _____ ; кількість сторінок записки 57

1. Короткий зміст ДП та прийнятих рішень В кваліфікаційній роботі створено пристрій автоматизації процесу керування температурним режимом парового котла

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню Кваліфікаційна робота у повній мірі відповідає поставленому завданню як в теоретичній, так і в практичній частині даної роботи

3. Характеристика виконання кожного розділу проекту, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому, теоретичному, розділі кваліфікаційної роботи проведено аналіз теплотехнічного процесу горіння в паровому котлі, огляд та аналіз конструкції парового котла, обґрунтування необхідності автоматизації парового котла. В другому розділі Розроблено схемотехнічне рішення автоматизації процесу, наведено Опис схеми автоматизації теплотехнічного процесу, компонування та комутації на щиті КВП, електричної принципової схеми, монтажу та налагодження САР. В третьому розділі Наведено результати тестування та оцінка роботи пристрою, Розрахунок чутливості САР подачі пару, розрахунок САР температури.

4. Позитивні сторони роботи: під час написання роботи використано сучасне програмне забезпечення для тестування запропонованої системи автоматизації

5. Негативні сторони проекту наявні граматичні та стилістичні помилки _____

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки проекту _____

7. Відгук про проект в цілому Робота виконана на достатньому рівні _____

8. Інші зауваження _____

9. Оцінка дипломного проекту Розглянувши позитивні та негативні сторони представленого дипломного проекту, можна зробити висновок, що він заслуговує оцінку «добре» 3.80/С _____

РЕЦЕНЗЕНТ (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) _____

Клюва Ю.М. завідуюча кафедрою історії України _____

« 14 » 06 _____ 2022 р. _____ (підпис)

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

Соловійов Віктор Миколайович
ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 3 курсу, групи АКІТс-19-1

ЗАЯВА

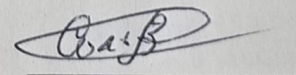
З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2022 (зі змінами від 26.11.2022), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та 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.

14.08.2022

дата



підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ ПО КАФЕДРИ

АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

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

Назва: Автоматизація процесу керування температурним режимом парового котла

Автор: Віктор СОЛОВЙОВ

Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Освітня програма 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Науковий керівник д.т.н., проф. Валерій МАРТИНЮК

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

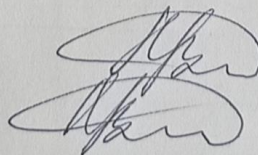
№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). 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 та 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 досягнуті. 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 у розмірі 2,75%, що виявлені в роботі, містять посилання на відповідні джерела літератури, що використані в роботі. Результати конструкторського розділу не містять запозичень. Розроблена схема електрична та її опис є унікальними та також не містять запозичень. Робота приймається до захисту.

19.06.2022р.

Науковий керівник роботи:

Зав. каф. АКІТ



Валерій МАРТИНЮК

Валерій МАРТИНЮК