

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій, автоматизації, електроніки
та радіотехніки

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра Автоматики та телекомунікацій

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис) В.В. Поцєпаєв
(ініціали, прізвище)

“ ____ ” _____ 2018 р.

Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Модернізація системи автоматичного управління паровим котлом
шахтної котельної»

Виконав: студент ____ курсу, групи АУПзск-15
(шифр групи)

спеціальності 6.050202 "Автоматизоване управління технологічними
процесами"

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Онікєєнко Дмитро Віталійович

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник к.т.н., доц. каф. АТ Воропаєва А.О.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

*Засвідчую, що у цій випускній кваліфікаційній
роботі немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.*

Студент _____
(підпис)

Покровськ – 2018 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Факультет Комп'ютерно–інтегрованих технологій, автоматизації,
електроінженерії та радіоелектроніки

(назва)

Кафедра Автоматики та телекомунікацій

(назва)

Допустити до захисту:

Декан ФКІТАЕР _____ В.П. Тарасюк

(підпис та дата)

Захист відбувся

_____ (дата)

з оцінкою _____

секретар ДЕК

_____ (підпис)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему «Модернізація системи автоматичного управління паровим котлом
шахтної котельної»

Виконавець студент групи АУПзск-15

_____ (підпис, дата)

Онікеєнко Д.В.

_____ (ініціали, прізвище)

Керівник

_____ (підпис, дата)

Воропаєва А.О.

_____ (ініціали, прізвище)

Зав. кафедри АТ

_____ (підпис, дата)

Поцєпаєв В.В.

_____ (ініціали, прізвище)

Консультанти

_____ (підпис, дата)

Поцєпаєв В.В.

_____ (ініціали, прізвище)

_____ (підпис, дата)

Жовтобрух С.А.

_____ (ініціали, прізвище)

_____ (підпис, дата)

_____ (ініціали, прізвище)

Нормоконтролер

_____ (підпис, дата)

Жовтобрух С.А.

_____ (ініціали, прізвище)

Покровськ – 2018 р.

Державний вищий навчальний заклад "Донецький національний технічний
університет"

Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій, автоматизації, електроніки
та радіотехніки

Кафедра Кафедра Автоматики та телекомунікацій

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Спеціальність 6.050202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології"

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри В.В. Поцєпаєв

« » 2018 року

З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Онікеєнко Дмитру Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: «Модернізація системи автоматичного управління паровим
котлом шахтної котельної»

керівник проекту Воропаєва А.О., к.т.н., доц. каф. АТ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

2. Строк подання студентом роботи

3. Вихідні дані до проекту матеріали переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: аналіз об'єкта управління, огляд
існуючих рішень, постановка завдання проектування, обґрунтування
прийнятого напрямку розв'язання завдання, розробка функціональної схеми
системи, вибір технічних засобів, отримання математичної моделі,
моделювання та аналіз перехідних процесів, вимоги по охороні праці.

5. Перелік графічного матеріалу: електронна презентація

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Загальне керівництво	Воропаєва А.О.		
АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАНЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	Жовтобрух С.А.		
ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ	Поцєпаєв В.В.		
ТЕОРЕТИЧНИЙ СИНЕЗ САУ	Поцєпаєв В.В.		
РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ	Воропаєва А.О.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання	Примітка
1	Аналіз технологічного процесу як об'єкту управління	20.04.18	
2	Аналіз існуючих рішень задачі автоматизації	25.04.18	
3	Обґрунтування прийнятого напрямку розв'язання завдання роботи	08.05.18	
4	Огляд засобів збору інформації	15.05.18	
5	Охорона праці і екологія	17.05.18	
6	Спеціальна частина проекту	30.05.18	
8	Оформлення проекту	10.06.18	
9	Захист проекту	19.06.17	

Студент _____ Онікеєнко Д.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ Воропаєва А.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЛИСТ ЗАУВАЖЕНЬ

Посада П.І.Б.	Суть зауваження, оцінка та підпис

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота: ____ с., ____ рис., ____ табл., ____ додатків, ____ джерел.

Об'єкт розробки - система автоматичного управління паровим барабанним котлоагрегатом ДКВР 10-13.

Мета - підвищення якості системи управління котловим агрегатом шляхом модернізації системи автоматичного управління рівнем води барабані.

Методи й засоби розробки: методи системного аналізу та декомпозиції, теорії автоматичного управління, комп'ютерного моделювання, аналізу результатів експерименту.

Результат розробки – система управління котловим агрегатом на основі сучасних засобів автоматизації, що дозволяє підтримувати рівень води у заданих межах з мінімальними затратами енергії.

Використовуючи методи моделювання спроектованої системи управління котлоагрегатом з синтезованим регулятором в пакеті MATLAB&Simulink підтверджено адекватність розробленої моделі на якісному рівні.

БАРАБАННИЙ ПАРОВИЙ КОТЕЛ, АВТОМАТИЗАЦІЯ,
ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА, СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ,
РЕГУЛЯТОР, МОДЕЛЮВАННЯ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ.....	
ВСТУП.....	
1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАНЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	
1.1 Аналіз ТП підтримки рівня води в барабані котельного агрегату.....	
1.2 Барабан як об'єкт управління.....	
1.3 Існуючі системи автоматизації підтримки рівня води в барабані та їх недоліки	
1.4 Мета та задачі дослідження бакалаврської роботи.....	
1.5 Висновки.....	
2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ	
2.1 Обґрунтування прийнятого напрямку розв'язання завдання роботи.....	
2.2 Вибір технічних засобів системи управління.....	
2.2.1 Вибір датчика рівня води в барабані і витрати перегрітої пари	
2.2.2 Вибір датчика витрати води.....	
2.2.3 Вибір виконавчого механізму - відцентровий насос.....	
2.2.4 Вибір виконавчого механізму - асинхронний двигун.....	
2.2.5 Вибір програмованого логічного контролера.....	
2.2.6 Вибір станції віддаленої периферії.....	
2.3 Функціональна схема технічних засобів системи автоматичного управління	
2.4 Висновки.....	
3 ТЕОРЕТИЧНИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ РІВНЕМ ВОДИ В БАРАБАНАНІ.....	
3.1 Математична модель об'єкта управління	

3.2 Аналіз якості управління САУ котлового агрегату при зміні витрати пари на основі пропорційно-інтегрально-диференціального закону управління

.....

3.3 Висновки.....

4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....

4.1 Аналіз умов праці з котельними установками.....

4.2 Заходи щодо поліпшення умов праці.....

4.3 Розрахунок заземлення загального контуру заземлення будівлі, який повинен бути виведений через розетку на кожне робоче місце з ПК

4.4 Пожежна безпека.....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

САУ – система автоматичного управління;

АСУ ТП – автоматизована система управління технологічним процесом;

АСР – автоматична система регулювання;

ПЧ-АД – перетворювач частоти – асинхронний двигун;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

ДР – датчик рівня;

ТЕП – техніко – економічні показники;

АРМ – автоматизоване робоче місце;

ЕМС – електромагнітна сумісність;

ПЛК – програмований логічний контролер;

ЕОМ – електронна обчислювальна машина.

ВСТУП

На підприємствах промисловості, де потрібна велика кількість теплової енергії у вигляді пари і гарячої води, котельні обладнані різноманітними паровими і водогрійними котлами, виробленими 30 і більше років тому.

Для управління процесами котли комплектувалися системами, побудованими на основі релейно-контактної автоматики, які до теперішнього часу морально і фізично застаріли. В даний момент на світовому ринку є повне різноманітність, зокрема мікроконтролерів для промислової автоматизації, призначених для тривалої роботи в різних умовах, а також розвинені комп'ютерні технології дозволяють створювати системи управління процесами, здатні функціонувати в автономному режимі.

Впровадження систем автоматизованого управління паровими і водогрійними котлами, побудованих на основі програмованих контролерів, дозволяє автоматизувати процес виробництва теплової енергії в котлах і значно спростити контроль і управління цим процесом. Застосування такої системи підвищує ефективність функціонування котлоагрегату за рахунок зниження споживання енергоресурсів, раціонального спалювання палива, використання технологічного устаткування, оперативного управління обладнанням і технологічним процесом, а також дозволяє знизити вплив людського фактора у виробничому процесі і ймовірність виникнення аварійних режимів функціонування котла. Завдяки програмному управлінню система автоматично відстежує всі параметри поточних процесів, що реалізуються водогрійними і паровими котлами, і управляє технологічним обладнанням, забезпечуючи нормальне і безаварійне функціонування котельних установок.

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАНЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

1.1 Аналіз ТП підтримки рівня води в барабані котельного агрегату

Об'єктом автоматизації є котел типу ДКВР 10-13.

Котли ДКВР, розроблені в результаті реконструкції котлів ДКВ, на відміну від останніх мають меншу довжину верхнього барабана, екрановану топку і виконуються з полегшеною обмурівкою. Перша цифра після найменування котла позначає паропродуктивність, т / год, друга - надлишковий тиск пари на виході з котла, кгс/см² - (для котлів з пароперегрівом тиск пари за пароперегрівачем). Котел зображений на рис.1.1.

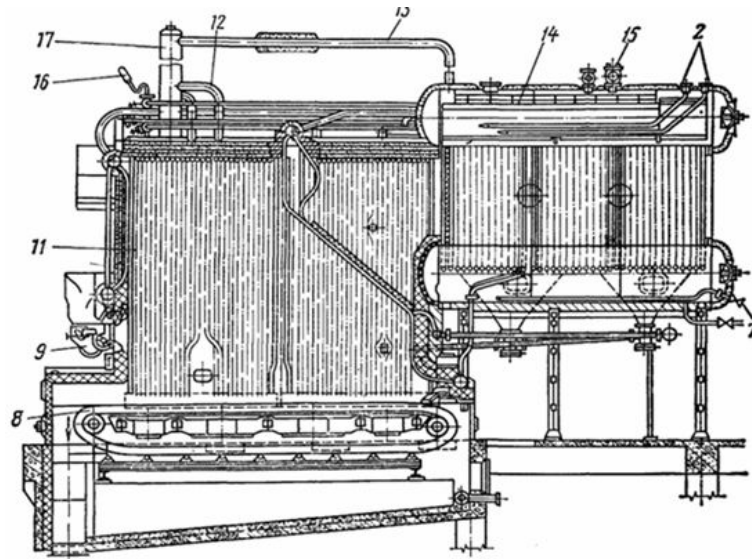


Рисунок 1.1 – функціональна схема котла ДКВр 10-13

1 і 6 - верхній і нижній барабани, 2 - труби підведення живильної води, 3 - вентиль для відводу службового пара, 4 і 12 - кип'ятильні і паровідвідних труби, 5, 7 і 14 - обдувочне, продувні і серпаціонні пристрої, 8 - колосникові ґрати, 9 - пневмомеханічний забрасиватель, 10 - короб для підведення повітря до забрасивателя, 11 - бічний екран, 13 - підведення пари в барабан, 15 - парозапірний вентиль, 16 - манометр, 17 - виносний вертикальний циклон

Замість вертикального пароперегрівача застосовується горизонтальний: при меншій поверхні нагрівання котли ДКВР мають ту ж паропроодуктивність, що і ДКВ, за рахунок поліпшення теплопередачі.

Екранована топкова камера забезпечує низьку температуру вихідних газів, а невеликі теплові напруги екранів - надійну і тривалу роботу обмурівки котла. Рух газів в котлах - горизонтальне поперечне з кількома поворотами.

Нижній барабан 6 служить шламовідстійником і має продувні пристрій 7 з вентилями. Сепараційне пристрій 14 котлів складається з пластинчастого сепаратора, який розміщений в паровому обсязі барабана перед парозапірним вентилем 15. Бічні екрани 11 котлів живляться з нижнього 6 і верхнього 1 барабанів за допомогою перепускних труб. Така схема живлення забезпечує надійну роботу котла.

Пароперегрівачі змієвидного типу в котлах ДКВР - горизонтальні. Ккд котлоагрегату становить від 75 до 91,8%.

Паровий котел типу ДКВР-10 призначений для отримання насиченого або перегрітої водяної пари при тиску до 39 ат. Котел типу ДКВР-10 є основним котлом, з яким компонується промислові та опалювальні котельні установки загальною теплопродуктивністю до 30 Гкал / ч.

Для одержання енергетичного пара котли виготовляються з перегрівом пари до 210 ° С при тиску 39 ат.

Котел ДКВР-10 за своїми габаритами не є транспортабельним і поставляється «розсипом» або двома окремими транспортабельними блоками.

Паровий котел ДКВР-10 з природною циркуляцією. Верхній і нижній барабани котла розташовані поздовжньо по осі котла і з'єднані між собою трубами розвиненого кип'ятильного пучка. Всі стіни топкової камери екрановані трубами Ø 51x2, 5 мм. Нижні колектори бічних екранів примикають до ущільнення полотна ланцюгової решітки. Фронтний екран розташований вище пневмомеханічних забрасувачем або вугільного ящика. Труби заднього екрану в нижній частині закриваються торкретом, а у верхній своїй частині примикають до газової перегородці, що відокремлює від топки камеру

догорання. Вихід газів з топки асиметричний. Між першим і другим рядами труб кип'ятильні пучка встановлена шамотна перегородка. Таким чином, перший ряд труб пучка є екраном камери догорання.

Усередині кип'ятильного пучка є чавунна газова перегородка, яка ділить його на перший і другий газоходи. Ця перегородка складається з чавунних плит, що збираються на болтах, і спирається на чавунну опору. Топкові гази омивають труби пучка поперечним потоком, здійснюючи поворот в горизонтальній площині. Вихід димових газів з котла здійснений через асиметрично розташоване вікно в задній стіні.

Пароперегрівач з труб $\varnothing 32 \times 3$ мм розміщується в першому газоході після другого ряду кип'ятильних труб. При наявності пароперегрівача частина кип'ятильних труб не встановлюється. Вхідні кінці змієвиків пароперегрівача развальцовани у верхньому барабані, а вихідні - приварюються до камери перегрітої пари. Пароперегрівач підвішений через камеру перегрітої пари до верхнього барабану. Одна опора цієї камери нерухома, друга - рухома.

Пароперегрівачі котлів низького тиску - одноступінчасті, а котлів на тиск 39 ат - двоступеневі. В останньому випадку пароперегрівач має проміжну камеру і камеру перегрітої пари. Пар, пройшовши першу сходинку пароперегрівача, направляється в парохолоджувач, потім проходить другий щабель пароперегрівач. Парохолоджувач поверхневого типу з труб $\varnothing 32 \times 3$ мм розміщується в нижньому барабані котла.

Камери пароперегрівача виготовляються з труб $\varnothing 133 \times 16$ мм. Верхній барабан котла обладнаний паросепараційними пристроями, поживними і продувними трубами, запобіжними клапанами і пристроями для контролю рівня води. На передньому і задньому торцях барабана є ЛАЗів затвори.

Нижній барабан котла є шламовідстійником і обладнаний трубами для періодичної продувки. На задньому торці нижнього барабана є ЛАЗів затвор.

Поживна вода подається в верхній барабан з економайзера через промивні лотки паросепараційного пристрою. Опускними трубами кип'ятильні пучка є обігрівачі труби останніх рядів пучка. Живлення бічних екранів

топки виробляється з верхнього і нижнього барабанів, фронтального екрану - з верхнього барабана, а заднього екрану - з нижнього барабана.

У котлах ДКВР-10 на тиск 39 ат, мають короткі верхні барабани, застосовано двоступенева випаровування з виносними паросепараційними циклонами. У другу ступінь випаровування виділено 18 передніх труб бічних екранів шляхом установки перегородок у верхніх і нижніх колекторах екранів. Безперервна продувка котла при цьому ведеться з виносних циклонів другого ступеня випаровування, що дозволяє зменшити відсоток продувки без зниження якості пари.

Котли ДКВР-10 вимагають докотлової хімічнодоочищення і деаерації живильної води.

У котлів ДКВР-10 мається несучий каркас, на верхній пояс якого спирається нижній барабан. Верхній барабан спирається, так само як і у інших котлів ДКВР, на трубну систему. Камери фронтального і заднього екранів кріпляться за допомогою кронштейнів до каркасу. Камери бічних екранів встановлюються на спеціальні опори. Установка котла на опори повинна забезпечувати необхідну свободу для температурного розширення всіх вузлів.

Обмуровка котла може виконуватися з шамотної і червоної цегли, а також полегшеної з термоізоляційних плит.

Гарнітура котла (шуровочні і обдувальні люки) встановлюється на бічних стінах. При спалюванні твердого палива котли обладнуються установкою повернення винесення з зольників, розміщеної по бічних сторонах нижнього барабана.

Для очищення труб кип'ятильні пучка від зовнішніх відкладень золи передбачено стаціонарний обдувочний пристрій з розташованої по осі котла обертається трубою з соплами. Для обдування застосовується насичена пара, підвід якого виконаний з верхнього барабана через запірний вентиль. Ручний привід обдувочної труби складається з ланцюгового колеса і сталевий ланцюга, розташованих на задній стіні котла. Технічні характеристики котла наведені нижче:

- паропроодуктивність, т / год - 10
- робочий тиск, МПа (кгс/см²) - 1.27 (13)
- площа поверхні нагрівання, м²:
 - екранів - 49.6;
 - пучків - 202;
 - загальна - 251.6.
- об'єм котла, м³:
- водяний - 8.6;
- парової - 2.7;
- живильний - 0.6.
- кількість пальників - 2
- розташування - в один ярус
- мопротівленіє газового тракту, кгс / см² – 32
- температура мазуту підводимого в котел, 0 С - 125
- спосіб розпилу мазуту - механічний
- внутрішній діаметр барабанів, мм - 1000
- товщина стінок барабанів, мм - 13/20
- довжина циліндричної частини барабана, мм:
 - верхнього - 6235
 - нижнього - 3000
- діаметр екранних і кіпятильних труб, мм - 51 * 2.5
 - крок труб бічних екранів, мм - 80
 - крок труб фронтового і заднього екранів, мм - 130
- поздовжній крок труб конвективного пучка, мм - 100
- поперечний крок труб конвективного пучка, мм - 110
- загальна кількість труб конвективного пучка - 616
 - ширина котла у важкій обмуровке, мм - 3830
 - довжина котла у важкій обмуровке, мм - 6860

- висота до штуцера на верхньому барабані, мм - 6315
- температура пара, 0С - 92
- поверхню нагріву економайзера, м² – 330

Підтримання рівня води в барабані котла в заданих межах означає відповідність витрати живильної води, що надходить в барабан, витраті пари (навантаженні).

До регулювання пред'являються особливо високі вимоги, так як упускаючи рівня або перепітка котла можуть привести до серйозних аварій: пережогу екранних труб або забросу води в магістральний паропровід.

На коливання рівня в барабані котла впливає не тільки зміна навантаження, а й явище "набухання" води - зміна обсягу, займаного пором в пароводяної суміші, що проходить через циркуляційний контур котла. "Набухання" відбувається при різких змінах тиску в барабані (скидання або наростання навантаження) або при коливаннях тепловиділень в топці, пов'язаних із змінами подачі палива або повітря. Наприклад, при збільшенні витрати пара рівень спочатку за рахунок "набухання" почне підвищуватися і тільки через деякий час знизиться.

Значення рівня в барабані котла з датчика рівня надходить на контролер, де воно порівнюється із заданим значенням і де формується закон управління. Керуючий сигнал від контролера надходить на виконавчий пристрій, розташоване на трубопроводі.

1.2 Барабан як об'єкт управління

У барабані котла, величиною, якою управляють, служить витрата живильної води ($Q_{ж.в.}$), тому що регулюючи її, можна встановлювати вихідну величину - рівень води (H).

Так само на котельну установку впливають різні збурюючі фактори. Найбільший вплив на процес стабілізації рівня води надає значення витрати перегрітої пари ($Q_{п.п.}$).

Барабан котла як об'єкт управління представлений на рисунку 1.2, де $Q_{ж.в.}$ - витрата живильної води; $Q_{п.п.}$ - витрата перегрітої пари; H - рівень води.

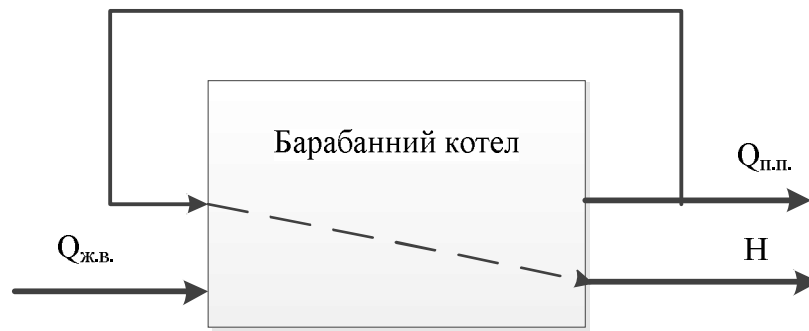


Рис. 1.2 Барабан як об'єкт управління

1.3 Існуючі системи автоматизації підтримки рівня води в барабані та їх недоліки

Існуюча система автоматизації виконана на апаратурі типу «КОНТУР-1» виробництва ВАТ «Московський Завод Тепловий Автоматики» (МЗТА)

Апаратура автоматичного регулювання «КОНТУР-1» представляє собою комплекс приладів і пристроїв, за допомогою яких реалізуються необхідні закони регулювання (пропорційний, інтегральний і пропорційно-інтегральний). Комплекс «КОНТУР-1» складається з багатофункціональних компактних регулюючих приладів з імпульсним виходом Р25.1 (надалі прилади), призначених для побудови локальних систем автоматичного регулювання теплотехнічних процесів.

Прилади виконують такі функції:

1. Підсумовування вхідних сигналів;
2. Введення завдання і посилення сигналу відхилення (неузгодженості) регульованої величини від завдання;

3. Формування вихідного сигналу для впливу на керований процес відповідно до пропорційно-інтегральним (ПІ) законом регулювання спільно з ІМ;

4. Ручне управління;

5. Сигналізацію граничних відхилень сигналу неузгодженості;

6. Забезпечення живлення вимірювальних перетворювачів і зовнішніх пристроїв, що задають;

7. Індикацію сигналу неузгодженості и положення ІМ.Входное опір:

1. Для сигналу 0-5мА, Ом, не більше 100;

2. Для сигналу 0-20мА, Ом, не більше 25;

3. Для сигналу 0-10В, кОм, не більше 15;

Вихідні сигнали:

1. Імпульси напруги постійного пульсуючого струму середнього значення 24В;

2. зміни стану безконтактних ключів. Вихідні безконтактні ключі приладів комутують змінний частотою 50Гц пульсуючий постійний струм з амплітудним значенням до 1А при діючому значенні струму від 0,1 до 0,5 А і діючим значенням напруги зовнішнього джерела живлення вихідних ланцюгів не більше 250В.

В якості вимірювальних приладів використовується: манометр диференційний мембранний ДМ-3583М, верхня межа вимірювань 6,3 кПа, граничний робочий тиск 4,0 МПа. Виробник Івано-Франковское ВО «Геофізприлад».

1. Манометр показує електроконтактні ЕКМ-1Ух25, межі вимірів $0 \div 25$ кгс/см².

Виробник Томський манометричний завод.

3. Термометр скляний технічний кутовий ТТУ11 5 240-441 ГОСТ 2823-73, межі вимірів $0 \div 500$ оС. Довжина верхньої частини: 240 мм, нижній - 441 мм. Виробник Термометровий завод м. Клин.

4. Датчики-реле напору, тяги і перепаду напору. Короткі характеристики датчиків наведені в таблиці 1.8. Виробник - завод «Теплоприбор» м. Улан-Уде.

Таблиця 1.1-Технічні характеристики датчиків-реле

Тип	Межі уставок кПа	Тиск перевантаження, кПа	Габарити ДхН мм	Маса кг
Датчики напору:				
ДН-2.5	0.04-2.5	10	235 x 180	1.9
ДН-40	0.4-40	80	55 x 160	0.6
Датчик тяги ДТ-2.5	0.04-2.5	10	235 x 180	1.9
Датчики перепаду напору ДПН-2.5	0.1-2.5	10	235 x 165	1.9
Датчик натиску і тяги ДНТ-1	0.1-0-1.0	10	235 x 180	1.9

В якості ІМ використані механізми виконавчі електричні однооборотні з сполучної тягою МЕО-100/25-0 ,25-Р, номінальний крутний момент на вихідному валу 250 нм, час повного ходу вала 63С, повний хід вихідного валу 0,25 об, номінальний час повного ходу 25 сек., датчик струмовий з уніфікованим сигналом 4 .. 20 мА. Виробник Чебоксарский ПО «Промприлад».

Існуюча система автоматизації котла ДКВР-10/13 ГМ створена на базі комплексу локальних приладів і пристроїв «КОНТУР-1». Котел оснащений усіма необхідними приладами автоматичного регулювання, безпеки та сигналізації. Для котла запроектований щит автоматики ЩК-2, випущений ВАТ «МЗТА», що дозволяє контролювати наступні параметри:

1. Тиск газу та повітря перед пальником;
2. Тиск пари;
3. Рівень води в барабані;
4. Температуру живильної води і димових газів;
5. Розрідження в топці;
6. Витрата газу;
7. Витрату повітря.

Недоліки існуючої системи локального регулювання:

1. Вона дозволяє реалізувати тільки прості алгоритми управління;
2. Дозволяє реалізувати тільки щитові системи управління;
3. Має низький рівень автоматизації і велика кількість контрольно-вимірювальних і перетворювальних приладів, що економічно і технічно недоцільне;
4. Система фізично і морально застаріла внаслідок зносу її складових. У зв'язку з цим зменшуються економічні параметри і продуктивність котла, доводиться знижувати його навантаження, зменшується надійність системи.

Таким чином, оскільки котел ДКВР-10/13 ГМ є об'єктом підвищеної небезпеки з точки зору безпеки роботи виробничого устаткування, для забезпечення його надійної, безпечної та економічної роботи необхідно впровадження нової АСУ ТП котлоагрегату, т.к. стара система автоматизації вже не задовольняє підвищеним вимогам, що пред'являються до безпеки експлуатації та обслуговування котлоагрегату.

1.4 Мета та задачі дослідження бакалаврської роботи

Мета дослідження бакалаврської роботи полягає підвищення якості системи управління котловим агрегатом шляхом модернізації системи автоматичного управління рівнем води барабані.

Задачі:

1. Виконати аналіз технологічного процесу регулювання живлення парових котлів;
2. Розробити функціональну схему системи регулювання рівня води в барабані;
3. Отримати математичну модель об'єкта;
4. Методами математичного моделювання провести моделювання перехідних процесів в системах управління;
5. Розробити заходи з охорони праці.

1.5 Висновки

Регулювання рівня води в барабані має першочергове значення. Цей рівень у процесі розливання повинен перебувати в досить вузьких заданих межах, що обумовлено наступними причинами виникнення аварійних ситуацій: Зниження рівня до місця приєднання опускних труб циркуляційного контуру може призвести до порушення живлення і охолодження водою підйомних труб. Наслідком цього може бути порушення міцності труб в місцях стикування з корпусом барабана, а в найбільш важкому випадку - пережог. Надмірне підвищення рівня може призвести до передчасного занесення солями пароперегрівача та зниження ефективності сепараційних пристроїв, які розташовуються всередині барабану. Перепітка барабана і закидання частинок води в турбіну може стати причиною важких механічних пошкоджень її ротора і лопаток.

Аналіз САУ процесом підтримки рівня води дозволив виділити ряд особливостей, проблем і недоліків.

Насамперед, необхідно відзначити, що при автоматизації основних і допоміжних технологічних процесів застосовуються індивідуальні розробки й проекти САУ та АСУТП для даного процесу в умовах конкретного підприємства. Як показує вище проведений аналіз, у існуючих реальних АСУТП вони в своїй більшості морально застаріли, в них використовують

велику кількість контрольно-вимірювальних пристроїв, що економічно та технічно недоцільно. Також ці системи мають досить низький рівень автоматизації, що дозволяє застосовувати тільки прості алгоритми керування.

Таким чином, розглянута система автоматичного управління процесом підтримки рівня води не виконує всіх необхідних функцій по управлінню й контролю параметрами котлового агрегату. Тому розробка системи автоматичного управління котлом-охолоджувачем є актуальною.

2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ

2.1 Обґрунтування прийнятого напрямку розв'язання завдання роботи

Розробка системи автоматичного регулювання рівня води в барабані котла для виконання поставлених завдань передбачає отримання інформації про параметри, які характеризують і впливають на режими роботи об'єкта.

Для того щоб забезпечити ефективне управління об'єктом необхідно:

- вимірювати рівень води в барабані;
- вимірювати витрату перегрітої пари;
- вимірювати витрату живильної води;
- регулювати кількість води, що подається в барабан за допомогою насоса, для підтримки необхідного рівня води в барабані.

Виходячи з вимог до регулювання рівня води в барабані, автоматичний регулятор повинен забезпечити сталість середнього рівня незалежно від навантаження котла та інших збурюючих впливів. У перехідних режимах зміна рівня може відбуватися досить швидко, тому регулятор живлення для забезпечення малих відхилень рівня повинен підтримати сталість співвідношення витрат живильної води і пари. Це завдання виконує триімпульсний регулятор.

На рис.2.1 приведена функціональна схема триімпульсного регулятора, де:

1-датчик витрати пари; 2-барабан; 3-датчик рівня води; 4-водяний економайзер; 5-контролер; 6-насос, регулюючий подачу живильної води; 7-датчик витрати живильної води.

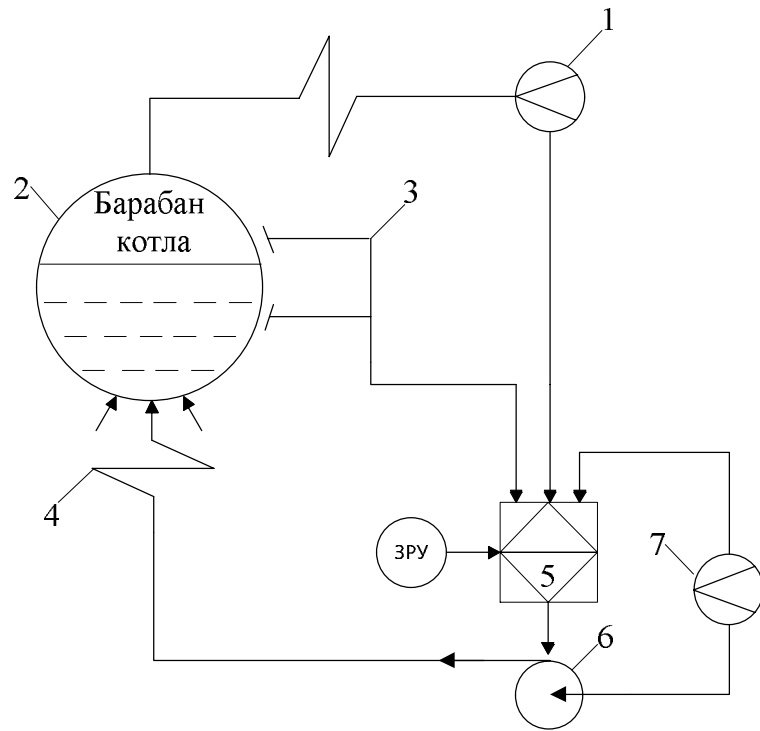


Рисунок 2.1 – Функціональна схема триімпульсного регулятора з використанням насоса замість засувки

Дана система відрізняється від класичної триімпульсної системи використанням насоса замість засувки, що дозволяє значно зменшити витрати, так як клапан володіє інерційністю і не здатний спрацювати миттєво.

Регулятор 5 включає насос 6 при появі сигналу небалансу між витратами живильної води $Q_{п.в}$ і пари $Q_{п.п}$. Крім того, він впливає на насос при відхиленнях рівня від заданого значення. Така АСР харчування, що поєднує принципи регулювання по відхиленню і обуренню, отримала найбільше поширення на потужних барабанних котлах.

Крім того, він впливає на насос при відхиленнях рівня від заданого значення. Така АСР живлення, що поєднує принципи регулювання по відхиленню і обуренню, отримала найбільше поширення на потужних барабанних котлах.

Принцип роботи АСР наступний. Сигнали по витраті пари і живильної води вводяться в регулятор з протилежними знаками. У сталому стані ці сигнали рівні, протилежні за знаком і, отже, компенсують один одного.

Сигнал за рівнем води в парогенераторі компенсується сигналом завдання. При зміні витрати пара миттєво змінюється відповідний сигнал на вході в регулятор і останній пропорційно змінює витрата живильної води, не чекаючи зміни рівня.

2.2 Вибір технічних засобів системи управління

Вибираючи виконавчі механізми, необхідно враховувати, що вони повинні задовольняти робочим параметрам системи управління.

2.2.1 Вибір датчика рівня води в барабані і витрати перегрітої пари

Перетворювач ДМТ-3583М призначений для перетворення різниці тисків у вихідні уніфіковані сигнали постійного струму з лінійною залежністю. Даний датчик підходить і для вимірювання рівня рідини і для вимірювання витрати пари.

Перетворювач ДМТ-3583М призначений для перетворення різниці тисків у вихідні уніфіковані сигнали постійного струму з лінійною залежністю. Даний датчик підходить і для вимірювання рівня рідини і для вимірювання витрати пари.



Рисунок 2.2 – ДМТ-3583М

Перетворювачі застосовуються в системах контролю, регулювання та керування технологічними процесами при вимірюванні: витрати рідини, газу або пари по різниці їх тисків у звужуючих пристроях; різниці вакуумметричних або надлишкових тисків; рівня рідини по тиску гідростатичного стовпа, що знаходиться під атмосферним, надлишковим або вакуумметричним тисками.

Параметри:

- Верхні номінальні межі виміру, кПа: 160
- Гранично допустимий робочий надлишковий тиск, Мпа: 16
- Вихідні сигнали: мА: 0-5
- Межа допустимої зведеної основної похибки перетворення, %: ± 1
- Напруга, В: 220
- Частота, Гц: 50
- Споживана потужність, ВА: 10
- Умови експлуатації: температура, ° С: від мінус 30 до плюс 50
- Відносна вологість до, %: 95
- Габаритні розміри, мм: 180 X 192 x 302;
- Маса, кг: 15

2.2.2 Вибір датчика витрати води

Перетворювач (датчик) тиску МС-2000Ц призначений для безперервного перетворення значення абсолютного, надмірного тиску та (або) розрідження рідин і газів, а також різниці тиску (в т.ч. рівня рідини) в уніфікований струмовий вихідний сигнал (0-5, 4 -20мА тощо) у системах автоматичного контролю, регулювання та керування технологічними процесами.

Датчики тиску МС 2000 ЦС, 2000Ц мають канал цифрової індикації показань, а також сигналізує блок для підключення зовнішніх мереж.



Рисунок 2.3 - МС-2000Ц

- Верхня межа виміру: від 0,4 кПа до 100 МПа.
 - Клас точності: від 0,5 до 0,15.
 - По стійкості до кліматичних впливів датчик має такі виконання по ГОСТ 15150-69:
 - УХЛЗ.1 * - для АДВОКАТУРИ при температур від 5 до 50 ° С;
 - ТЗ ** - для роботи при температурі від мінус 5 до 80 ° С.
- Основна допустима похибка аналогового вихідного сигналу: $\pm 0,2$;
- Додаткова похибка показань по каналу цифрової індикації $\pm 1\%$.
- Електричне живлення датчиків здійснюється від джерела живлення постійного струму напругою: $(36 \pm 0,72)$ В - для датчиків з вихідним сигналом 0-5 і 5-0 мА; від 15 до 42 В.
 - Значення вихідного сигналу, відповідне нижньому граничному значенню вимірюваного параметра:
 - 0 і 4 мА - для граничних значень вихідного сигналу 0-5 і 4-20 мА, відповідно;
 - 5 і 20 мА - для граничних значень вихідного сигналу 5-0 і 20-4 мА, відповідно.

2.2.3 Вибір виконавчого механізму - відцентровий насос

Насоси ЦНСг призначені для перекачування води з водневим показником рН 7-8,5, з масової часткою механічних домішок не більше 0,1% і розміром твердих часток не більше 0,1 мм і температурою від 1 до 105 ° С. Допускається виготовлення насоса з ущільненням торця. При підвищенні температури необхідний підпір, не менше 0,1 МПа (1кгс/см²)



Рисунок 2.4 - ЦНСг 13–210

Параметри:

- Подача, м.куб. / Год: 13
- Напір, м: 210
- КЗ, м: 3
- Електродвигун: АІР 160 М2
- Потужність, кВт: 18.5
- Об. / Хв.: 3000
- Габарити, LxVxH: 1768x420x621
- Dвх, мм: 80
- Dвих, мм: 80
- Маса, кг.: 494

2.2.4 Вибір виконавчого механізму - асинхронний двигун

AIP характеризується високим діапазоном потужностей - від мінімальної (0,06 кВт) до максимальної (315 кВт). Синхронні частоти обертання валу мають такі значення: 750, 1000, 1500 і 3000 об / хв. Деякі типи двигунів мають дуже високі ККД, який досягає величини 95,5%. Ток статора коливається в межах: мінімальний - 0,27 А, максимальний - 544 А. Параметри струму І_{пуск}. / І_{ном} моделей мають такі межі: 4,5-7,5 А. А за масою можна вибрати електродвигун від 2,5 кг до 1480 кг.

- А - асинхронний
- І - уніфікована серія, «Інтерелектро»
- Р - ув'язування потужності до габаритно-приєднувальних розмірах за стандартом РС3031-71.
- 160 - габарит, висота осі обертання, мм
- М - середній настановний розмір по довжині станини
- 2 - число полюсів електродвигуна

Число пар полюсів високошвидкісного електродвигуна АІР 160 М2 - $2p =$
Діаметр вала $d_1 = 42\text{мм}$. Показники енергоефективності: ККД = 89,3%, коефіцієнт потужності $\cos\phi = 0,89$. Двигун АІР 160 М2 виготовлений для роботи від мережі змінного струму частотою 50 Гц напругою 220В (?) / 380В (Y). Можливе виготовлення двигуна на частоту 60Гц. Кліматичне виконання УЗ - для помірного клімату, роботи в кружало середовищі з температурою від -40 до +400 С, вологість до 98% при $t = 250\text{С}$. Категорія розміщення 3 - в закритому приміщенні, без штучного регулювання умов навколишнього середовища. Ступінь захисту в базовому виконанні високошвидкісного АІР - IP54 (підвищена захист від попадання пилу і брызок води). Ступінь захисту токоввода IP54. Клас (ізоляції обмотки) «F». Режим роботи S1 - тривалий при стабільній навантаженні, стабільній температурі частин двигуна.



Рисунок 2.5 Асинхронний трифазний двигун AIP 160 M2

Параметри:

- Потужність, кВт: 18.5
- Напруга, В: 380, 660
- Струм, А: 34.7, 20
- Частота обертання об / хв: 3000
- ККД, %: 90
- Cos, φ : 0.9
- M_{\max} / M_n : 2.3
- M_p / M_n : 2.2
- I_p / I_n : 7.5
- M_n , N_m : 60
- Момент інерції, кг.м²: 0.055
- Критичне ковзання, %: 40
- Маса, кг: 130

2.2.5 Вибір програмованого логічного контролера

У якості програмованого логічного контролера звітність, обрано ПЛК, що має високу надійність та проста у обслуговування, має можливість

підключення до мережі Profibus, зберігає працездатність при температурі 50oC и вологості до 90%.

Виходячи з поставлених вимог пропонується використовувати ПЛК фірми SIEMENS сімейства S7-300 (рис.2.6).

Контролери SIMATIC S7-300 мають модульну конструкцію (рис.2.6) й можуть включати у свій склад [14,15]:

- Модуль центрального процесора (CPU).
- Блоки живлення (PS) для живлення контролера від мережі змінного або постійного струму.
- Сигнальні модулі (SM), призначені для вводу й виводу дискретних і аналогових сигналів.
- Комунікаційні процесори (CP) – інтелектуальні модулі, що виконують автономну обробку комунікаційних задач у промислових мережах AS-Interface, PROFIBUS, Industrial Ethernet, PROFINET і системах Pt зв'язку.
- Функціональні модулі (FM) – інтелектуальні модулі, які оснащені вбудованим мікропроцесором і здатні виконувати завдання автоматичного регулювання, зважування, позиціонування, швидкісного рахунку, управління переміщенням і т.д.

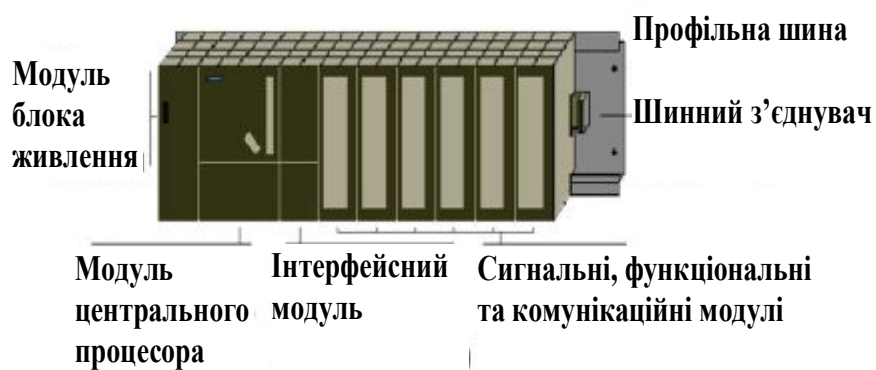


Рисунок 2.6 – Монтажна стійка SIMATIC S7-300

Вибираємо процесор CPU-313C-2DP, який крім інших подібних іншим ЦПУ можливостей має вбудоване ПІД-регулювання.

Основні технічні характеристики процесора CPU-313C-2DP [15,16]:

- вбудований блок живлення 24В;

- час виконання
 - логічних операцій - 0.1 мкс;
 - с фіксованою точкою – 2 мкс;
 - с плаваючою точкою – 3 мкс;
 - операцій з таймерами й лічильниками – 10 мкс;
- пам'ять, що завантажується:
 - карта пам'яті, Flash-EEPROM - до 8 Мбайт;
 - вбудована, RAM – 64 Кбайт;
- об'єм пам'яті програм: 32Кбайт/10 Кбайт інструкцій;
- кількість каналів вводу-виводу дискретних сигналів 1016;
- кількість каналів вводу-виводу аналогових сигналів: 253;
- кількість вбудованих:
 - дискретних входів - 16
 - дискретних виходів - 16
- кількість прапорів 2048;
- кількість лічильників 256;
- кількість таймерів 256;
- вбудовані інтерфейси - MPI, Profibus-DP;
- пакет програмування STEP 7;
- годинники реального часу;
- діапазон робочих температур 0...60°C;

Для взаємодії з датчиками необхідно в ПЛК додати необхідну кількість модулів вводу аналогових сигналів з кількістю портів не менш 7. Взаємодія центрального процесора CPU-313C-2DP з виконавчими механізмами – керованими засувками здійснюється за допомогою польової шини Profibus-DP, інтерфейс підключення до якої є вбудованим в обране ЦПУ.

2.2.6 Вибір станції віддаленої периферії

При значному віддаленні вводу-виводу від системи автоматизації електричний монтаж може стати дуже об'ємним, а електромагнітні перешкоди

можуть завдати шкоди надійності роботи. Для таких установок рекомендується використовувати систему децентралізованої периферії ET200. Для вирішення нашого завдання проектування застосуємо станції віддаленої периферії ET200M.

Для розміщення модулів на носії слід враховувати, що по правий бік від IM 153 можна встановити не більше 8 сигнальних, функціональних і комунікаційних модулів. На рис. 2.8 показано розміщення модулів в структурі ET200M.

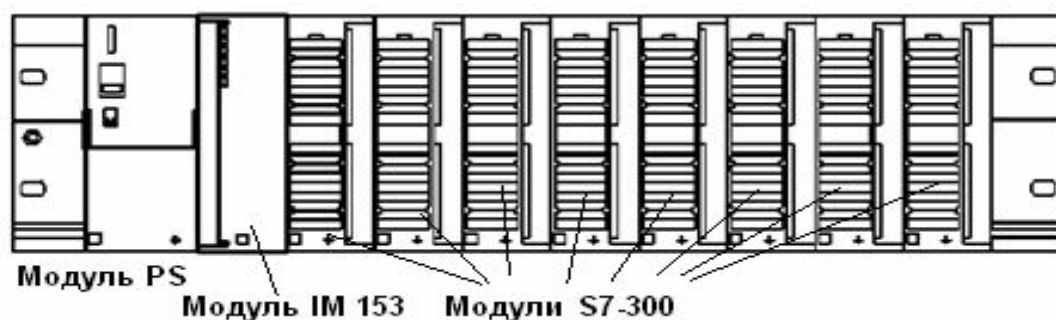


Рисунок 2.7 Розміщення модулів ET200M

При проектуванні механічної конфігурації, перш за все, потрібно брати до уваги споживання струму з боку модулів. Модулі отримують необхідний для їх роботи струм із задньої шини, а також із зовнішнього джерела живлення навантаження. Слід врахувати, що IM 153 постачає для задньої шини живлення, обмежене струмом 1 А. Тому при проектуванні ET200M необхідно визначити споживання струму і потужність втрат у станції. Визначення споживаного струму дозволить вибрати блок живлення, а визначення потужності втрат - обґрунтовано вибрати розміри шафи і способи її вентиляції.

2.3 Функціональна схема технічних засобів системи автоматичного управління

Функціональна схема розробляється з урахуванням складу і структури функціональних вузлів системи управління. Функціональна схема регулювання рівня води в барабані наведена на рис. 2.8.

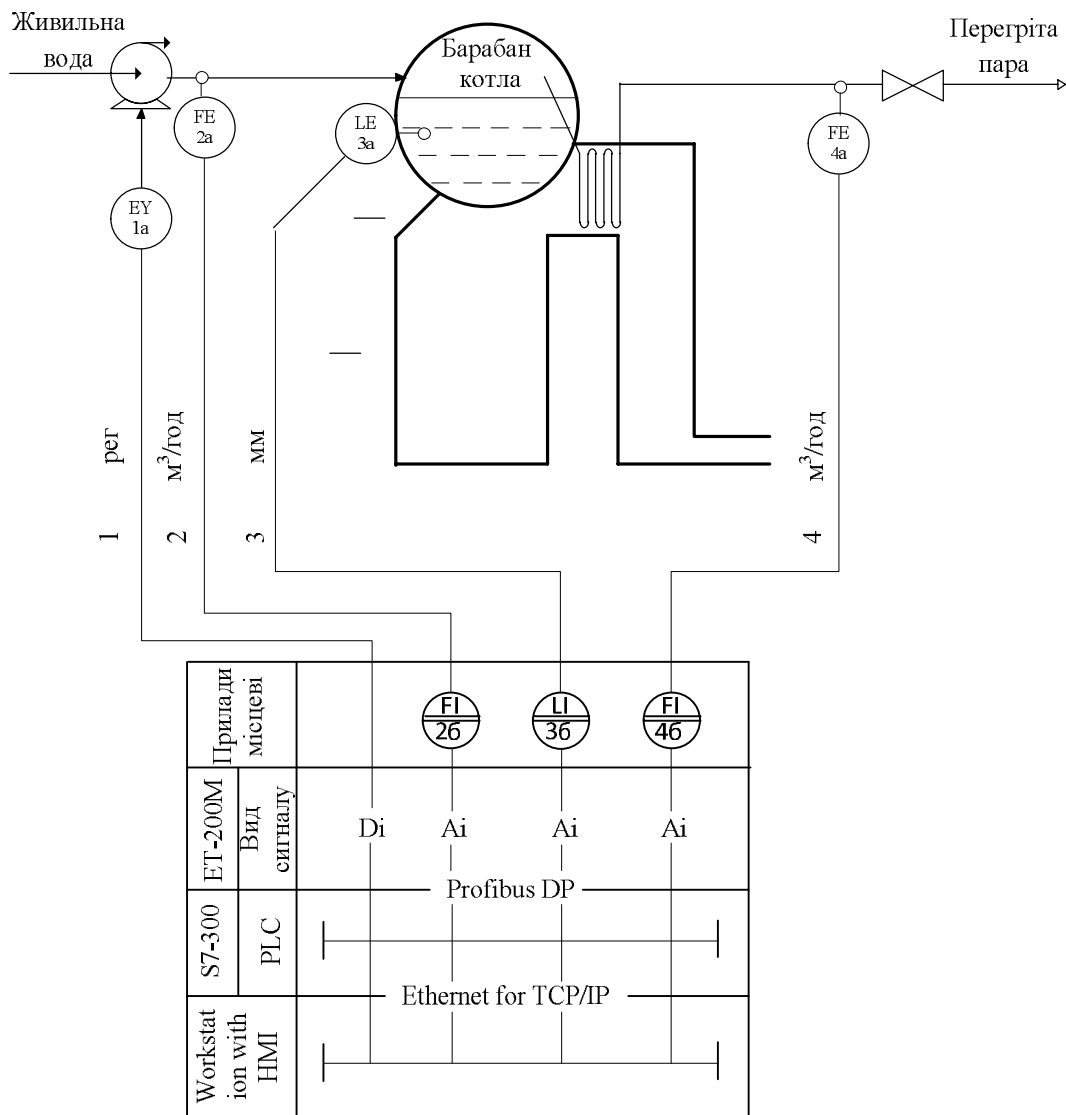


Рисунок 2.8 – Функціональна схема триімпульсного регулятора

2.4 Висновки

Розроблювана система стабілізації рівня води в барабані побудована на базі триімпульсної системи. Така система, поєднує принципи по відхиленню і збуренню

Вибір технічних засобів реалізації системи зумовлений перспективою розвитку обраних технічних засобів, можливістю зв'язку з існуючою обчислювальною технікою, забезпеченням необхідних метрологічних вимог. Вибрані технічні засоби забезпечують функціонування АСУ ТП з необхідною надійністю.

3 ТЕОРЕТИЧНИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ РІВНЕМ ВОДИ В БАРАБАНІ

3.1 Математична модель барабана котла

Для запропонованих у попередньому розділі рішень необхідно визначити алгоритми управління по розглянутих контурах управління. Згідно з принципом роботи контуру регулювання подачі насоса отримана його структурна схема, що приведена на рис.3.1

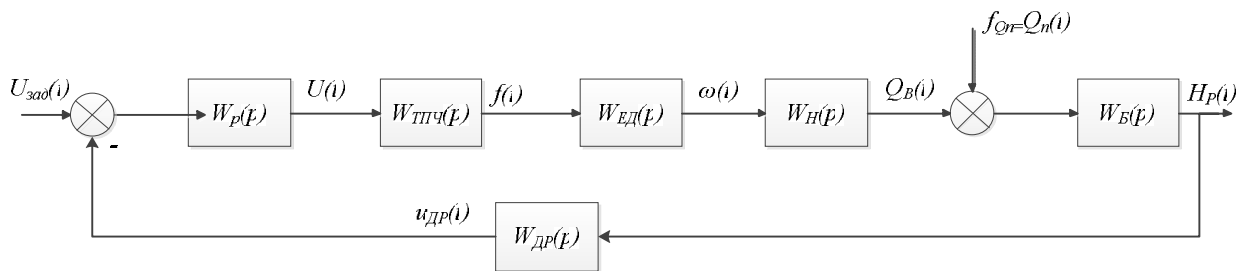


Рисунок 3.1 – Структурна схема САУ стабілізації рівня.

Об'єкт регулювання в САУ паровим котлом – барабан з передаточною функцією $W_B(p)$, а його вихідний параметр – рівень води $H_p(t)$, який необхідно підтримувати постійним шляхом зміни подачі $Q_B(t)$ насоса $W_H(p)$. Збурюючим впливом являється витрата пари $Q_{\Pi}(t)$.

Зміна рівня $H_p(t)$ внаслідок небалансу між витратою живильної води і витратою пара з барабана ($Q_B(t)$ і $Q_{\Pi}(t)$) описується рівнянням:

$$F(\rho_B - \rho_{\Pi}) \frac{dH}{dt} = Q_B(t) - Q_{\Pi}(t), \quad (3.1)$$

где F — площа дзеркала випаровування, m^2 ;

ρ_B – щільності води, $кг/м^3$;

ρ_{Π} – щільності насиченої пари, $кг/м^3$;

$Q_B(t)$ – витрата живильної води, $кг/с$;

$Q_{\Pi}(t)$ – витрата пара з барабана, $кг/с$.

Вважаючи, що щільність води та насиченої пари є константа, отримуємо:

$$k_B = \frac{1}{F}, \quad (3.2)$$

k_B – коефіцієнт передачі об'єкта управління

З огляду на, те що площа дзеркала випаровування складає $49,6 \text{ м}^2$,
 $k_B = 0.0202$.

Застосувавши перетворення Лапласа до рівняння (3.1), отримаємо рівняння динаміки об'єкта управління - барабана в операторній формі:

$$H_y(p) = \frac{k_B}{p} (Q_B(p) - Q_{II}(p)). \quad (3.3)$$

Насос $W_H(p)$ (рис.3.1) характеризується кутовою швидкістю робочого колеса ω на вході й подачею $Q_H(t)$ на виході. Він може бути представлений аперіодичною ланкою першого порядку з передаточною функцією:

$$W(p) = \frac{k_H}{T_H p + 1}, \quad (3.4)$$

k_H – коефіцієнт передачі насоса:

$$k_H = \frac{Q_H^{ном}}{\omega^{ном}}, \quad (3.5)$$

$Q_H^{ном}$ – номінальна подача насоса, $\text{м}^3/\text{з}$;

$\omega^{ном}$ – номінальна кутова швидкість робочого колеса, рад/с .

Постійна часу T_H шахтних відцентрових насосів розглянутої потужності становить 5 сек

Як приводний двигун насосного агрегату використовується трифазний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором. Робочий режим приводного електродвигуна можна змінювати різними способами. Найбільш прийнятним способом управління асинхронним електродвигуном виступає зміна частоти живлячої напруги. Виходячи із цього способу управління визначаються математичний опис, передаточні функції й структурна схема моделі приводного електродвигуна $W_{ED}(p)$. Необхідно відзначити те, що механічна характеристика має нелінійний характер, але для малих прирощень на робочій ділянці механічної характеристики рівняння можна лінеаризувати. Таким чином, на

робочій ділянці механічної характеристики асинхронний двигун описується наступними передаточними функціями:

$$\frac{\Delta \bar{M}(p)}{\Delta \bar{\omega}(p)} = \frac{-h_u}{(T_{эл} \cdot p + 1)} ; \quad (3.6)$$

$$\frac{\Delta \bar{\omega}(p)}{\Delta \bar{M}(p) - \Delta \bar{M}_c(p)} = \frac{1}{T_m \cdot p} ; \quad (3.7)$$

$$\text{де } h_u = \frac{2 \cdot M_k}{w_{1ном} \cdot s_k}, \quad T_{эл} = \frac{1}{w_{1ном} \cdot s_k}, \quad T_m = J, \quad (3.8)$$

M_k - критичний момент;

s_k - критичне ковзання;

$w_{1ном}$ - кутова частота статора при номінальній частоті живлячої напруги $f_{1ном}$;

J - момент інерції.

Якщо навантаженням для ротора електродвигуна є відцентровий насос, то

$$\Delta \bar{M}_c(p) = \frac{\Delta Q(p) \cdot \Delta P(p)}{\Delta w_2(p)} \quad (3.9)$$

$\Delta Q(p)$ - зміна подачі насоса,

$\Delta P(p)$ - тиск насосу,

$\Delta w_2(p)$ - кругова частота обертання вала насоса.

Використовуючи отримані рівняння (3.5) і (3.6), отримуємо структурну схему моделі приводного електродвигуна, що приведена на рис.3.2.

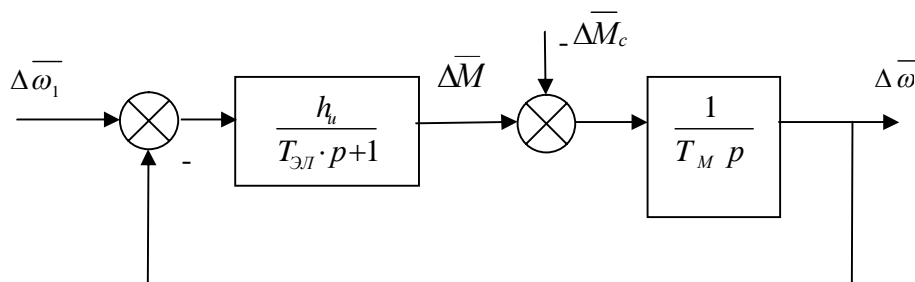


Рисунок 3.2 – Структурна схема асинхронного електродвигуна

Тиристорний перетворювач частоти описується наступною передаточною функцією:

$$W_{\text{ТПЧ}}(p) = \frac{k_{\text{ТПЧ}}}{T_{\text{ТПЧ}} p + 1}. \quad (3.10)$$

3.2. Аналіз якості управління САУ котлового агрегату при зміні витрати пару на основі пропорційно-інтегрально-диференціального закону управління.

Підставивши в структурну схему (рис.3.1) отримані передаточні функції (3.3) – (3.10) одержимо модель САУ котельним агрегатом. Моделювання перехідних процесів у САУ котлоагрегату здійснювалося в пакеті Simulink програмного комплексу Matlab.

Добрі результати з погляду стійкості процесу регулювання забезпечуються ПІД-регулятором.

ПІД-регулятор - самий збалансований з усіх регуляторів, побудованих на основі типових ланок, тому широко застосовується в різних сферах.

Пропорційна складова виробляє сигнал, який протидіє відхиленню регульованої величини в даний момент часу.

Інтегральна складова накопичує результуюче значення, нівелюючи, таким чином, недолік П-регулятора - наявність статичної помилки.

ПІД-регулятор має Д-складову, яка прогнозує відхилення від завдання і стежить за швидкістю відхилення, тому є найшвидшою в даному алгоритмі. По суті, це є перевагою і недоліком одночасно.

Передавальна функція ПІ-регулятора

$$W_P(p) = k_p \left(1 + \frac{1}{T_u p}\right) \quad (3.11)$$

Передавальна функція ПІД-регулятора

$$W_P(p) = k_p \left(1 + \frac{1}{T_u p} + \frac{T_d p}{\tau_d p + 1}\right) \quad (3.12)$$

Застосувавши метод оптимізації амплітудної характеристики для розрахунку налаштуючих параметрів ПД-закону регулювання, одержали наступну передаточну функцію регулятора:

$$W_P(p) = 40 * \left(1 + \frac{1}{0.2p} + \frac{220p}{1.2p + 1}\right) \quad (3.12)$$

Для порівняння нижче приведена система з використанням ПІ та ПІД-регуляторів

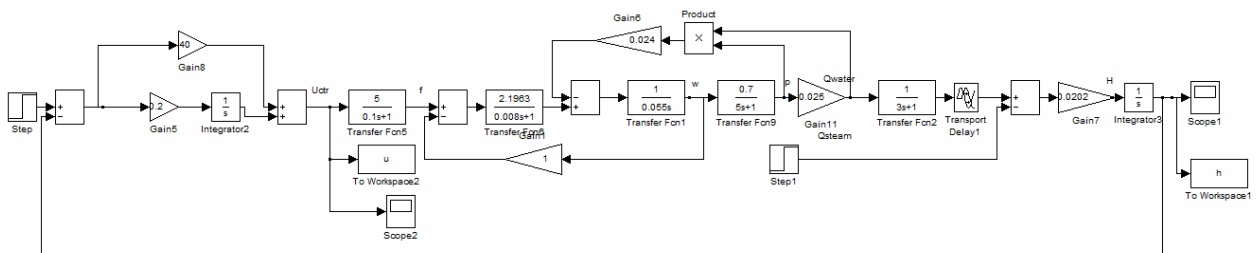


Рисунок 3.3- Модель САУ котельного агрегату з використанням ПІ-регулятора.

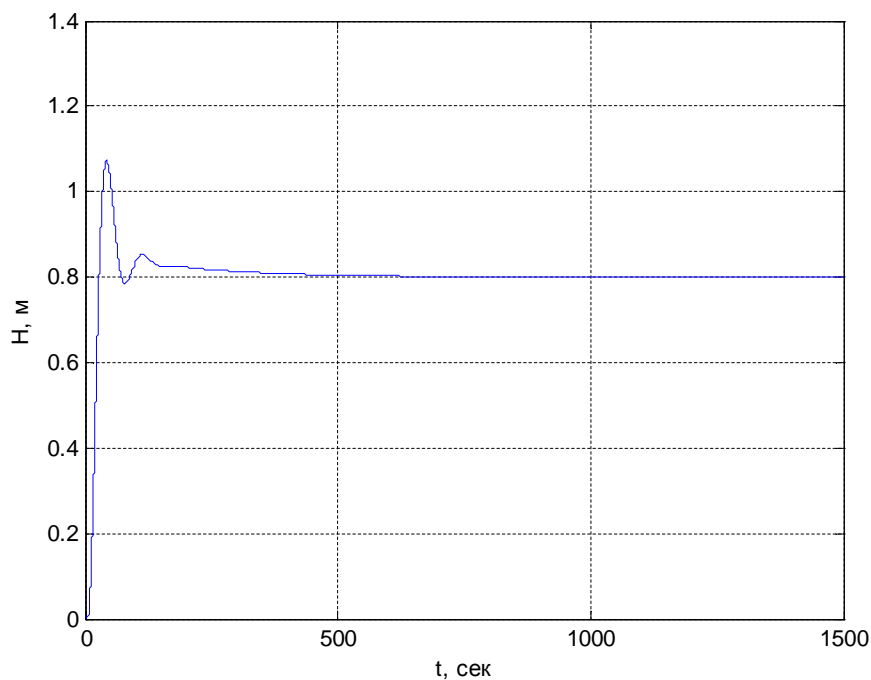


Рисунок 3.4 - Графік зміни рівня води на виході системи з пропорційно-інтегральним регулятором.

Аналіз приведенного графіку (рис.3.4) показує незадовільну якість управління. Стала помилка дорівнює нулю, але рівень води досягає позначки 1,074 м, що може призвести до переживлення. Переживлення котла може привести до серйозних аварій: перегалу екранних труб або закиду води в магістральний паропровід. Судячи з графіку ми бачимо, що в даній системі неможливо застосовувати цей закон регулювання.

Таким чином в даній системі буде застосовуватися ПІД-регулятор. Модель з використанням ПІД-регулятора зображена на рис.3.5.

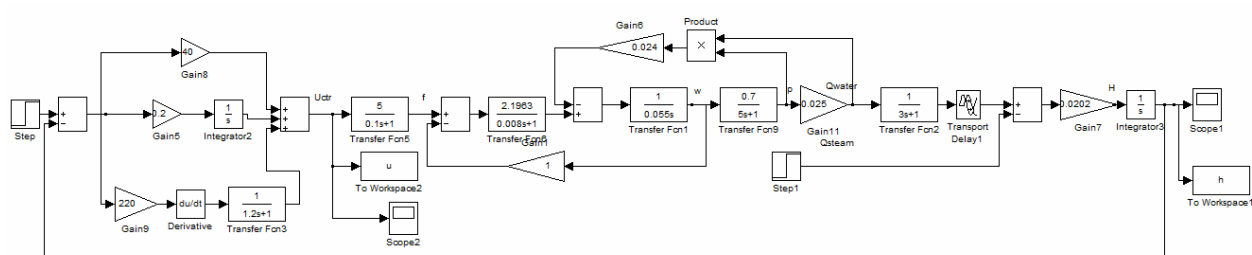


Рисунок 3.5- Модель САУ котельного агрегату з використанням ПІД-регулятора.

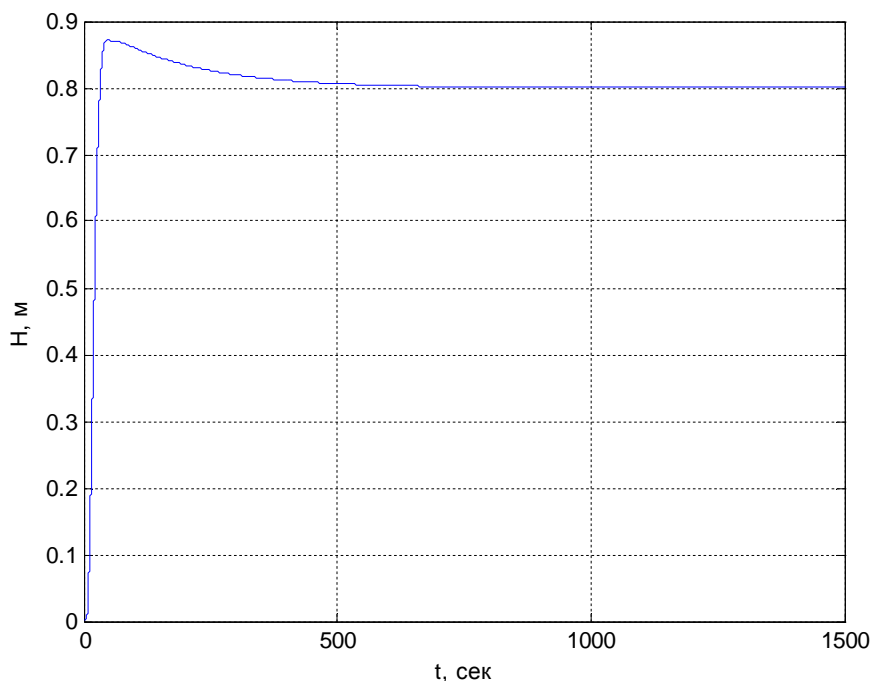


Рисунок 3.6 - Графік зміни рівня води на виході системи з пропорційно-інтегрально-диференціальним регулятором.

Рівень води на рис.3.6 не перевищує максимальну межу, яка становить 0.9 м. На рис.3.7. приведена крива зміни рівня у барабані при ступінчастому збільшенні витрати перегрітої пари на 35% у момент часу $t=670$ с, на рис.3.8. при зменшенні припливу на 35%.

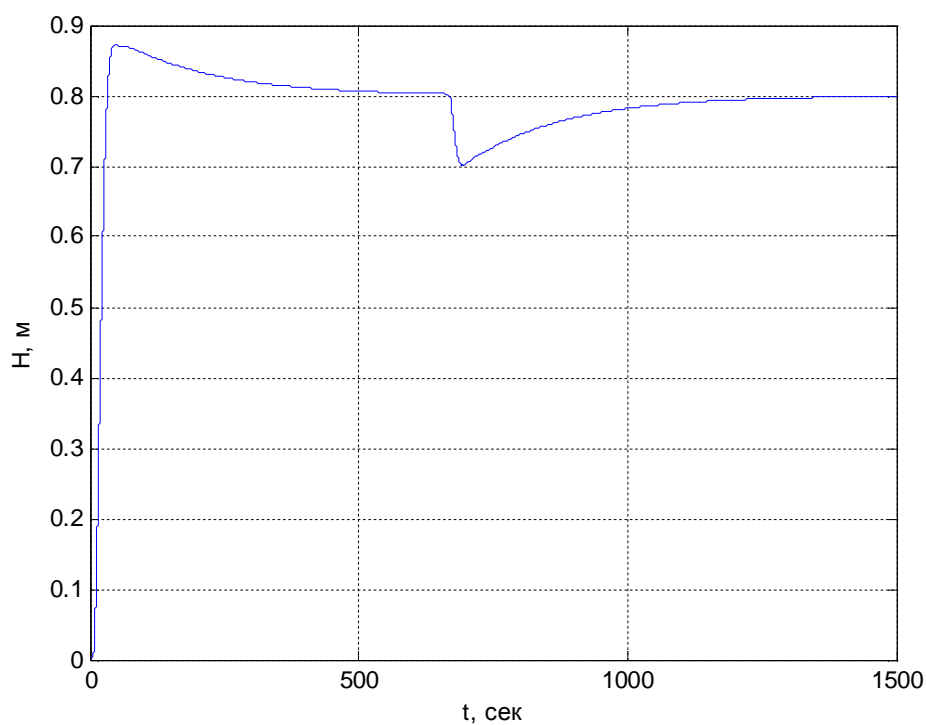


Рисунок 3.8. Зміна рівня у барабані при збільшенні витрати перегрітої пари на 35% у момент часу $t=670$ с

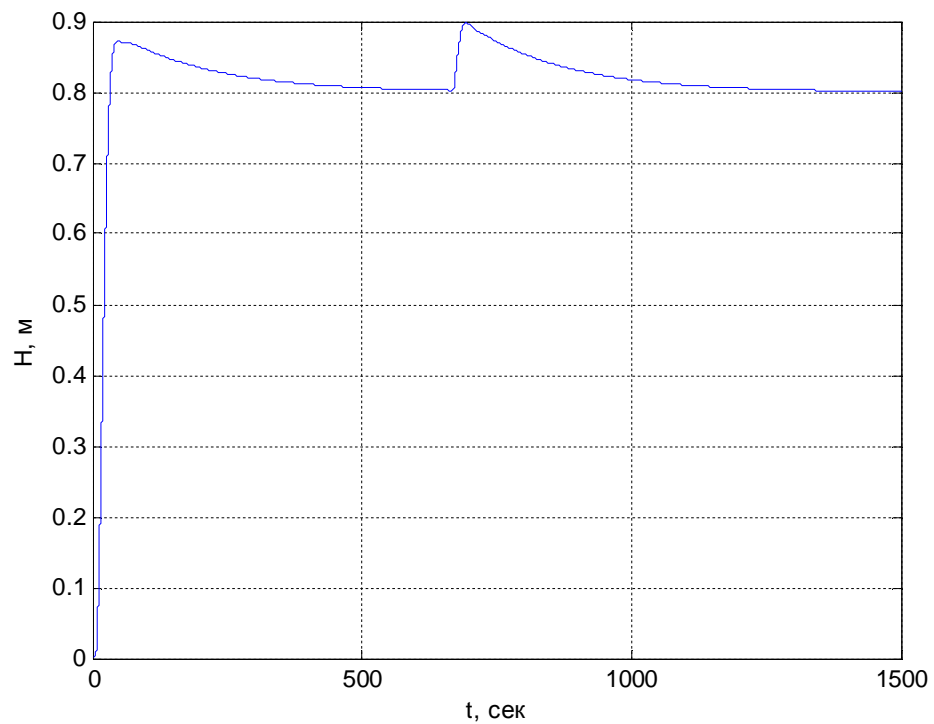


Рисунок 3.9. Зміна рівня у барабані при зменшенні витрати перегрітої пари на 35% у момент часу $t=670$ с

3.3 Висновок

У даній частині бакалаврської роботи була синтезована одноконтурна система управління з ПІД регулятором рівня. Проведене моделювання системи управління насосної установки в додатках SIMULINK пакета прикладного програмного забезпечення MATLAB 7.11. Аналіз приведених кривих показує задовільну якість управління. Стала помилка дорівнює нулю, як при збільшенні, так і при зменшенні збурюючої дії витрати пару, що повністю відповідає завданню.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз умов праці з котельними установками

Проаналізуємо основні небезпечні і шкідливі фактори в процесі підтримки рівня води в барабані котла.

Велика потужність і послідовна структура агрегату задають підвищені вимоги до надійності контролю, регулювання та захисту, оскільки вихід з ладу окремого елемента часто призводить до повної зупинки агрегату і, як наслідок, до великих економічних втрат.

Втрата рівня і переживлення барабану відносяться до найважчих аварій на ТЕС. Кожний паровий котел оснащується системою автоматичного захисту від підвищення і пониження рівня води. Зниження рівня на 100-200 мм нижче встановленої межі викликає зупинку котельної установки - вимикаються дуттьові вентилятори і системи постачання палива.

Захист від зниження рівня виконує одночасно функції захисту від розриву екранних труб парового котла, так як упуск води в барабані котла призводить до порушення живлення екранних труб і пережогу їх за наявності факела в топці.

Захист від перевищення рівня понад установки сигналізації за рівнем має дві межі спрацьовування. Досягнення рівнем першої межі до 100 мм викликає відкриття запірних засувки на лінії аварійного скидання води з барабана. При досягненні рівнем другої граничної позначки (до 120-150 мм) дія захисних пристроїв має призвести до зупинки котла, як і при втраті води.

Температура перегрітої пари досягає 92⁰С, що саме по собі є небезпечним фактором виробництва.

Крім загально прийнятих правил техніки безпеки діяльність оператора процесу підтримки рівня води напряму пов'язана з роботою на комп'ютерному обладнанні. До основних шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, пов'язаних з роботою на персональному комп'ютері відповідно

НПАОП 0.00–1.28-10 «Правила охорони праці при експлуатації ОМ» належать: напруга зорових органів та пов'язане з нею перевтомлення; значне навантаження на кисті рук та пальці; тривале знаходження в сидячій позі, що викликає застійні явища в організмі; випромінювання різного виду (рентгенівське, електромагнітне, інфрачервоне, статистичні поля); механічні шуми, пов'язані з роботою кулера, дискового приводу, оргтехніки; іонізація повітря; виділення в повітря робочого приміщення різних хімічних речовин (озон, триметілфосфат, біфеніли).

До психологічно шкідливих факторів, які впливають на людину при роботі з комп'ютером можна віднести розумову напругу та нервово-емоційне перевантаження, які виникають внаслідок підвищеної концентрації уваги.

Усі ці фактори негативно впливають на здоров'я оператора процесу ректифікації та сприяють виникненню професійних захворювань: комп'ютерний зоровий синдром; радіохвильова хвороба; синдром висихання рогівки ока; кистьовий тунельний синдром; захворювання шкіри; захворювання кишкового тракту; серцево-судинні захворювання.

4.2 Заходи щодо поліпшення умов праці

Всі котельні установки обладнуються сигналізацією про аварійні ситуації. На пульті керування котельною установкою необхідно мати набір приладдя для надання швидкої медичної допомоги, зміст набору необхідно періодично оглядати і поповнювати.

Для зменшення шкідливого впливу негативних факторів виробничого середовища на працівників приміщення пульту необхідно вжити заходів щодо поліпшення їх умов праці. Розміщення робочих місць з ПК у підвальних приміщеннях та на цокольних поверхах заборонено. Кімната, у якій розташоване робоче місце з ПК повинна мати природне освітлення, яке здійснюється через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ чи північний схід. Віконні прорізи такого приміщення мають бути обладнані

регульованими пристроями (жалюзі, завіски, зовнішні козирки). Також приміщення має бути обладнане системою опалення, кондиціонування повітря, або припливно-витяжною вентиляцією для забезпечення оптимальних показників мікроклімату. Загальний контур заземлення будівлі повинен бути виведений через розетку на кожне робоче місце з ПК. У приміщеннях, де розташовано монітори, потрібно виконувати заходи щодо боротьби зі статичним полем. Найбільш простим способом відповідно до рекомендацій є підтримка відносної вологості повітря на рівні 50-60%, заземлення усіх приладів, а також використання для підлоги антистатичного ліноліуму.

Площа на одне робоче місце з ПК має становити не менше ніж $6,0 \text{ м}^2$, а об'єм не менше ніж $20,0 \text{ м}^3$

4.3 Розрахунок заземлення загального контуру заземлення будівлі, який повинен бути виведений через розетку на кожне робоче місце з ПК.

Для захисту від пробоя напруги на ПК необхідно зробити розрахунок захисного заземлення, припустиме заземлення для устаткування з напругою до 1000 В не повинне перевищувати 4 Ом.

Визначимо розрахунковий опір ґрунту по формулі:

$$R_{\text{роз}} = R_{\text{зм}} \cdot \varphi,$$

де $R_{\text{зм}}$ - опір ґрунту (100 Ом);

φ - кліматичний коефіцієнт (1,5);

$$R_{\text{роз}} = 150 \text{ Ом.}$$

Визначимо опір одного заземлювача по формулі:

$$R_0 = \frac{R_{\text{роз}}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot H + l}{4 \cdot H - l} \right),$$

де l - довжина заземлювача (3 м);

d - діаметр заземлювача (0,12 м);

H - відстань від поверхні до середини заземлювача (1,5 м).

$$R_0 = 35,5021 \text{ Ом.}$$

Визначимо кількість паралельно з'єднаних заземлювачів:

$$n = R_0 / (R_{\text{доо}} \cdot \eta),$$

де $R_{\text{доо}}$ (4 Ом);

де η - коефіцієнт використання групового заземлювача (0,55).

$$n = 17.$$

Визначимо довжину горизонтальної сполучної смуги по формулі:

$$l_1 = a \cdot (n - 1),$$

де a - відстань між заземлювачами (4-7 м).

$$l_1 = 64 \text{ м.}$$

Визначимо опір сполучної смуги по формулі:

$$R_{\text{см}} = (R_{\text{роз}} / 2 \cdot \pi \cdot l_1) \cdot \ln \frac{l_1^2}{d_1 \cdot \eta_{\text{см}}} = 4,2354 \text{ Ом.}$$

Де d_1 - товщина смуги (0,06 м);

$\eta_{\text{см}}$ - коефіцієнт використання смуги (0,8);

Підставимо отримані значення й результуючий опір заземлюючого пристрою:

$$R = \frac{R_0 \cdot R_{\text{см}}}{R_0 \cdot \eta_{\text{см}} + R_{\text{см}} \cdot n \cdot \eta},$$

де $\eta_{\text{см}}$ - коефіцієнт використання смуги (0,4).

$$R = 2,7948 \text{ Ом.}$$

опір 2,7948 Ом цілком припустимо.

4.4. Пожежна безпека.

Найважливішою умовою роботи будь-якого підприємства є дотримання правил пожежної охорони. У приміщенні відділу основні міри для забезпечення пожежної безпеки визначає Інструкція про заходи пожежної безпеки для службових приміщень. Вона є обов'язковою для виконання всіма

співробітниками. В інструкції про засоби пожежної безпеки для службових приміщень забороняється:

- улаштовувати тимчасові електромережі, застосовувати саморобні плавкі вставки в запобіжниках, прокладати електричні проводи безпосередньо по пальній основі, експлуатувати світильники зі знятими ковпаками (розсіювачами), використовувати саморобні подовжувачі, що не відповідають вимогам Правил пристрою електроустановок;

- пристосовувати вимикачі, штепсельні розетки для підвішування одягу й інших предметів, обгортати електролампи і світильники, заклеювати ділянки електромережі пальною тканиною, папером;

- використовувати побутові електрокип'ятильники, чайники без непальних підставок, залишати без нагляду включеними в електромережу кондиціонери, комп'ютери, рахункові і друкарські машинки і т.п.;

- захарашувати підступи до засобів пожежогасіння, використовувати пожежні крани, рукави і пожежний інвентар не по призначенню;

- зберігати документи, різні матеріали, предмети й інвентар у шафах (нішах) інженерних комунікацій;

- курити (крім спеціально відведених для цього адміністрацією місць, позначених написом «Місце для паління» і забезпечених урною чи попільницею з непального матеріалу), проводити зварювальні й інші вогневі роботи без оформлення відповідного дозволу, застосовувати легкозаймисті рідини.

Первинні засоби пожежогасіння (зокрема вогнегасники) призначені для гасіння пожеж у початковій стадії їхнього розвитку силами персоналу об'єкта до прибуття штатних підрозділів пожежної охорони. Визначення видів та кількості вогнегасників слід проводити з врахуванням фізико-хімічних та пожежонебезпечних властивостей горючих речовин, площ і категорії виробничих приміщень за вибухопожежною небезпекою, а також класу можливої пожежі.

В моєму випадку виробниче приміщення, де розташовані комп'ютери займає площу 50 м². Категорія приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою – В, оскільки в ньому знаходяться тверді горючі матеріали (папір, меблі, тощо). Клас можливої пожежі – А. Згідно даних таблиці 8.22 [х] це приміщення, з огляду на мінімальне псування комп'ютерної техніки під час гасіння пожежі бажано оснастити двома вуглекислотними вогнегасниками типу ВВ – 5.

ВИСНОВКИ

В результаті дипломної роботи був досліджений паровий котлоагрегат ДКВР 10-13. Викладено загальні відомості про систему підтримки рівня води в барабані. Наведено основні характеристики і конструкція барабанного котлоагрегату ДКВР 10-13. Зроблено аналіз котла, як об'єкта управління.

Проведено огляд існуючих систем автоматичного управління процесом підтримки рівня води.

Сформульована мета розробляємої САУ підтримки рівня води. Поставлені вимоги, яким повинна задовольняти проектована система, а також обрані основні її компоненти.

Розроблено функціональну схему з урахуванням складу і структури функціональних вузлів системи управління виділених на етапі постановки завдання на проектування.

Використовуючи наведену структурну схему та математичні моделі елементів спроектованої САУ розроблена імітаційна модель системи управління в пакеті MATLAB&SIMULINK. В якості закону керування обрано ПІД-регулятор, параметри якого попередньо налаштовані.

Проаналізувавши отримані графіки можна зробити висновок, що розроблена система залишається стійкою та показники якості перехідних процесів задовольняють.

Для забезпечення безпеки персоналу необхідно керуватися інструктивними вказівками з техніки безпеки при монтажі та наладці приладів контролю і засобів автоматизації, приписами правил технічної експлуатації котельної установки і правилами охорони праці при експлуатації ОМ, а також відомчими та спеціальними інструкціями з техніки безпеки, що діють на об'єкті.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Беркович М.А. Автоматика энергосистем/ Беркович М.А., Гладышев В.А., Семенов В.А. – М.: Энергоатомиздат, 1991 г. – 240 с.
2. Автоматическое регулирование объектов теплоэнергетики. Липатников Г.А., Гузеев М.С. 2007 г. – 137 с.
3. Плетнев Г.П. Автоматизированное управление объектами тепловых электростанций – М.: Энергоатомиздат, 1981 г. – 368 с.
4. Д. Я. Кузьменко Регулирование и автоматизация паровых котлов – М, Энергия, 1978 г.– 160 с.
5. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1985 г. – 296 с.
6. Киселев Н. А. Котельные установки М.: Высшая школа, 1975.
7. Сидельковский Л. Н., Юренев В. Н., Котельные установки промышленных предприятий, М.: Энергоатомиздат, 1988.
8. Береснев И.С., Волков М.А., Давыдов Ю.С., Автоматика отопительных котлов и агрегатов, М.:1969.
9. Буйлов Г.П., Доронин В.А., Серебряков Н.П., Автоматика и автоматизация производственных процессов ЦБП, М.:Экология, 1995.
10. Буйлов Г.П., Доронин В. А., Серебряков Н.П., Автоматизированные системы управления теплоэнергетическими процессами и процессами отрасли, учебное пособие, СПб, 2001.
11. Александров В.Г. Паровые котлы средней и малой мощности, Монография / Изд. 2-е перераб. и доп. —Л.: Энергия, 1972. - 200 с., илл.—103, табл. —74, библиограф. — 40 назв., др. 600, навигатор.
12. Н.А. Киселев «Устройство и эксплуатация котлов» М.: Высшая школа, 1979
13. Кузьмінов Г.П. Основи автоматики і автоматизації виробничих процесів / Г.П. Кузьмінов. - Л.: ЛТА ім. С. М. Кірова, 1974. – 89 с.