

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА СИСТЕМОТЕХНІКИ І ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
Худолей Г.М.
“ ” _____ 2020 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

на тему:

"Система управління установкою приготування повітря"

Керівник проекту:

Андрусенко О.О.

Проектант:

студент групи СУзг-51ш

Макієнко Я.М.

РЕФЕРАТ

Макиєнко Ярослав Миколайович. Система управління установкою приготування повітря. Дипломний проект. Шосткинський інститут Сумського державного університету. Шостка, 2020 рік. Дипломний проект містить 81 лист пояснювальної записки, з урахуванням 34 малюнків, 11 таблиць; конструкторську документацію, яка містить 2 креслення.

Розроблено технічне завдання. Зроблено конструктивно-технологічний аналіз об'єкта управління, обрані канали управління, проведено вибір сучасних засобів автоматизації, а також розрахований контур управління температури купола. Розроблено систему управління регулювання температури на базі програмованого логічного контролера Simatic PCS7 S7-300 фірми Siemens. Розроблено: функціональна схема автоматизації, схема алгоритмів управління та електрична принципова схема. Ключові слова: технологічний процес, автоматизація, система управління, що регулює мікропроцесорний контролер, алгоритм управління, канал управління.

РЕФЕРАТ

Макиенко Ярослав Николаевич. Система управления установкой приготовления воздуха. Дипломный проект. Шосткинский институт Сумского государственного университета. Шостка, 2020 год.

Дипломный проект содержит 81 лист пояснительной записки, с учетом 34 рисунков, 11 таблиц; конструкторскую документацию, содержащую 2 чертежа.

Разработано техническое задание. Сделан конструктивно-технологический анализ объекта управления, выбраны каналы управления, проведен выбор современных средств автоматизации, а также рассчитан контур управления температуры купола. Разработана система управления регулирования температуры на базе программируемого логического контроллера Simatic PCS7 S7-300 фирмы Siemens. Разработано: функциональная схема автоматизации, схема алгоритмов управления и электрическая принципиальная схема.

Ключевые слова: технологический процесс, автоматизация, система управления, регулирующий микропроцессорный контроллер, алгоритм управления, канал управления.

SUMMARY

Makienko Yaroslav Nikolaevich. Air preparation control system. Thesis project. Shostka Institute of Sumy State University. Shostka, 2020.

The graduation project contains 81 sheets of explanatory note, taking into account 34 figures, 11 tables; design documentation containing 2 drawings.

The terms of reference have been developed. A constructive and technological analysis of the control object is made, control channels are selected, a selection of modern automation tools is carried out, and the control circuit of the dome temperature is calculated. A temperature control control system based on the Siemens Simatic PCS7 S7-300 programmable logic controller has been developed. Developed: automation functional diagram, control algorithm diagram and electrical circuit diagram.

Key words: technological process, automation, control system, regulating microprocessor controller, control algorithm, control channel.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
Худолей Г.М.
“ ” _____ 2020 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи управління установкою приготування повітря

Проектував:
Студент групи СУз-51щ

Макієнко Я.М.

Погоджено:
Керівник проекту

Андрусенко О.О.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1 Разработать систему управления технологическим процессом приготовления воздуха.

2 Основания для разработки:

Задание кафедры на дипломный проект.

3 Цель и назначение разработки:

Целью данной разработки является создание системы управления технологическим процессом приготовления воздуха.

Ожидаемые цели реализации данного проекта:

- повышение эффективности технологического процесса;
- повышение уровня безопасности ведения технологического процесса, снижение аварийности;
- улучшение условий труда персонала;
- сокращение времени поиска и устранения неисправностей;
- повышение технико - экономических показателей за счет применения современных методов управления технологическим процессом, а также использование новейших средств автоматизации;
- снижение энергетической нагрузки.

Данная разработка и результаты проектирования могут быть использованы при создании системы управления технологическим процессом приготовления воздуха на промышленных предприятиях и производствах.

4 Источники для разработки

Отчет по преддипломной практике.

Регламент. Руководство по эксплуатации.

5 Режимы работы объекта

Технологический процесс приготовления воздуха является циклично-непрерывным производством согласно действующего регламента производства 24 часа в сутки, 7 дней в неделю, круглосуточный режим работы.

6 Условия эксплуатации

Питание технологических установок осуществляется от цеховой сети переменного тока с напряжением 380 В.

Система управления технологическим процессом приготовления воздуха является непрерывным производством согласно действующего регламента производства 24 часа в сутки, 7 дней в неделю. Окружающая среда, содержит пыли в концентрациях, нарушающей работу электрооборудования, а также содержит агрессивные пары, газы и высокие температуры, разрушающие металл и изоляцию. Условия эксплуатации системы управления технологическим процессом приготовления воздуха представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Условия эксплуатации системы управления технологическим процессом приготовления растворов для изготовления пироксилиновых порхов

Наименование и характеристика помещения	Климатические условия			Механические условия	
	Температура, °С	Влажность, %	Запыленность, г/м ³	Амплитуда и частота вибрации, Гц	Наличие колебаний
Производственное помещение	22...25°С	60...85%	-	-	-
Щитовая	22...25°С	60...85%	-	-	-
Операторская комната	22...25°С	40...60%	-	-	-

АСУТП должна быть рассчитана на непрерывный круглосуточный режим работы.

Виды, периодичность и регламент обслуживания технических средств должны быть указаны в соответствующих инструкциях по эксплуатации.

Расположение технических средств АСУТП должно быть рациональным как с точки зрения монтажных связей между ними, так и удобства и безопасности их эксплуатации и обслуживания.

7 Технические требования

Система управления технологическим процессом приготовления воздуха должна обеспечивать:

- ведение технологического процесса на основе автоматического контроля технологических параметров;
- снижение трудоемкости при измерении и управлении технологическими параметрами;
- визуализацию параметров технологического процесса и аварийных ситуаций;
- автоматическое управление исполнительными механизмами;
- безаварийный пуск/останов и переключение технологического оборудования;
- предотвращение развития аварийных ситуаций и обеспечение безопасного завершения процесса по заданному алгоритму;
- прием информации с верхнего уровня системы управления и формирование управляющих воздействий на исполнительные механизмы.

В состав системы управления должны входить:

- узел управления на базе программируемого контроллера;
- АРМ с соответствующим программным обеспечением.

Показатели надежности системы должны отвечать требованиям ДСТУ 2863-94 «Надежность техники. Программа обеспечения надежности. Общие требования».

Программное обеспечение должно предотвращать возникновение отказов в выполнении функций АСУТП при отказах технических средств и при ошибках персонала, участвующего в выполнении этой функции, либо должно обеспечить перевод отказов, ведущих к большим потерям, в отказы, сопряженные с меньшими потерями.

Система должна быть многофункциональной, восстанавливаемой и должна отвечать следующим требованиям к надежности:

- коэффициент готовности, должен быть не менее 0.95;
- средняя наработка на отказ комплекса средств вычислительной техники системы должна быть не менее 1000 часов.

Кроме аппаратного резерва, система должна обладать временной и функциональной избыточностью (степень загрузки контроллеров, запас емкости памяти и свободных функциональных блоков и т.д.).

Система должна отвечать требованиям открытости (т. е. должна использовать стандартные международные входные и выходные сигналы, интерфейсы), что позволит, при необходимости расширения, производить подключение новых модулей и блоков без нарушения общей конфигурации системы и значительных затрат.

При разработке системы управления необходимо обеспечить максимальную унификацию применяемых узлов и деталей; использование стандартных крепежных изделий.

Средства автоматизации, которые используются в данной установке, должны быть современными и легкодоступными на рынке. Также необходимо учесть наличие взрывоопасных и агрессивных сред.

8 Экономические показатели

При расчете технико-экономических показателей на внедрение системы управления технологическим процессом приготовления воздуха необходимо определить затраты на внедрение микропроцессорной техники, определить экономический эффект от экономии природных ресурсов, а также срок окупаемости выбранных средств автоматизации.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА СИСТЕМОТЕХНІКИ І ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту на тему:

"Система управління установкою приготування повітря"

Керівник проекту

Андрусенко О.О.

Проектант:

студент групи

Макієнко Я.М.

Шостка – 2020

ЗМІСТ

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ АВТОМАТИЗАЦІЇ _____	6
1.1. Характеристика повітропідігрівача _____	6
1.1.1. Технологія роботи повітропідігрівача _____	6
1.1.2. Технологічні параметри повітропідігрівача _____	8
1.2. Огляд і аналіз сучасних АСУ повітропідігрівачами _____	9
1.2.1. Огляд існуючих систем _____	9
1.2.2. Опис прийнятої структури _____	10
2.1. Загальна структура ПТКЗА _____	12
2.1.1. Функції, що реалізуються нижнім рівнем автоматичної системи управління _____	12
2.1.2. Функції, що реалізуються верхнім рівнем автоматичної системи управління _____	13
2.1.3. Мета розробки ПТКЗА _____	14
2.1.4. Основні вимоги до ПТКЗА _____	14
2.2. Обрана структура ПТКЗА _____	15
2.3. Виконавча апаратура _____	17
2.4. Рішення з контролерної автоматизації _____	18
2.5. Рішення з супервізорної автоматизації _____	20
2.6. Опис функцій АСУ _____	22
2.6.1. Технологічний контроль _____	23
2.6.2. Автоматичне регулювання і управління _____	25
2.6.3. Технологічна сигналізація _____	27
2.6.4. Технологічний захист та блокування _____	28
2.7. Живлення приладів та засобів автоматизації _____	29
2.8. Щити і пульти _____	30

3. РОЗРАХУНОК І МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ _____	31
3.2. Розрахунок надійності реалізації функцій _____	31
3.3. Розрахунок вимірювальних каналів АТК _____	32
3.4. Розрахунок надійності функціонування автоматичної системи регулювання _____	34
3.5. Розрахунок динаміки автоматичної системи регулювання _____	39
3.5.1. Розрахунок налаштувань регулятора _____	40
3.5.2. Моделювання і синтез автоматичної системи регулювання _____	53
3.5.3. Аналіз чутливості автоматичної системи регулювання _____	55
3.6. Імітаційне моделювання і аналіз функціонування АТК _____	59
4. ОХОРОНА ПРАЦІ _____	64
4.1. Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації засобів автоматизації _____	66
4.2. Електробезпека _____	67
4.2.1. Технічні рішення щодо запобігання електричних травм від дотику до нормально струмовідних частин електрообладнання _____	68
4.2.2. Технічні рішення щодо запобігання електричних травм при переході напруги на нормально неструмовідні частини обладнання _____	69
4.2.3. Основні заходи з електробезпеки у робочих приміщеннях _____	70
4.3. Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії _____	71
4.3.1. Мікроклімат робочої зони _____	71
4.3.2. Склад повітря робочої зони _____	72
4.3.3. Освітлення робочої зони _____	73
4.3.4. Виробничий шум та вібрації _____	74
4.4. Пожежна безпека та профілактика _____	74
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ _____	77

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

АСУ ТП – Автоматизована система управління технологічним процесом.

ВО – Виконавчий орган.

ОУ – Об'єкт управління.

ОР – Об'єктрегулювання.

ВК – Вимірюючий канал.

ПЛК – Програмований логічний контролер.

ТП – Технологічний процес.

ПТКЗА – Програмно-технічний комплекс засобів автоматизації.

АТК – Автоматично-технічний комплекс.

АСР – Автоматична система регулювання.

ТОУ – Технологічний об'єкт управління.

БД – База даних.

СУБД – Система управління базами даних.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						4
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Автоматизація технологічних процесів є важливим фактором підвищення ефективності виробництв, надійності, якості продукції, що виробляється, економії сировини та матеріалів, що витрачаються, захисту навколишнього середовища.

Ефективність прийнятих заходів щодо автоматизації залежить від вірного вибору системи управління, законів регулювання, технічних засобів. Засоби автоматизації набагато полегшують роботу обслуговуючого персоналу, а також дозволяють в майбутньому скоротити його чисельність. Вимоги до автоматизації повітрянагрівача доменної печі передбачають його безпечну експлуатацію та економічне регулювання.

Для забезпечення всього вищезазначеного система автоматичного регулювання повітрянагрівача доменної печі базується на використанні програмованих логічних контролерів (ПЛК), що дають можливість програмно реалізувати необхідні закони регулювання та слугують підвищенню якості регулювання та надійності системи.

У випадку аварійної ситуації повинна слідувати швидка зупинка подачі газової суміші до повітропідігрівача. Оператор не завжди зміг би зробити це настільки своєчасно, як це зробить захисний автоматичний пристрій. Тому показник якості будь-якої системи автоматичного регулювання залежить від багатьох причин, а саме: як вона спроектована, як змонтована, як налагоджена і як експлуатується.

В даній атестаційній роботі бакалавра необхідно розробити автоматичну систему регулювання температури під куполом повітропідігрівача. Також розглянути питання охорони безпеки.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						5
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ АВТОМАТИЗАЦІЇ

1.1. Характеристика повітропідігрівача

1.1.1. Технологія роботи повітропідігрівача

Повітронагрівач (також повітронагрівник) - апарат для підігрівання повітря перед подачею його у доменну піч. Для забезпечення нормального протікання доменного процесу у піч подають гаряче дуття. Дуття, що подається повітродувною машиною, нагрівають до 1050-1500°C в повітронагрівачах.

Сучасний повітронагрівач має зовнішній діаметр 9 м, висота до верху купола становить 36 м. Верхню частину насадки і купол викладають з високоглиноземистих цеглин або динасу, а нижню частину - з шамотної цегли. Товщина насадкової цегли становить 40 мм. З цієї цегли викладені осередки розміром 45 × 45 мм по всій висоті насадки. Поверхня нагріву 1 м³ такої насадки близько 25 м². Останнім часом запропоновано застосовувати для насадки шестигранні блоки з круглими осередками, що мають горизонтальні проходи. Це більш складна насадка, але її поверхня становить близько 30 м² на 1 м³ обсягу насадки.

Сучасний повітронагрівач являє собою вертикально розташований куполоподібний циліндр. Зовні повітронагрівач укладений у сталевий кожух, який зсередини викладений вогнетривкою цеглою для запобігання прогару і деформацій кожуха, а також для зменшення теплових втрат в атмосферу.

Внутрішній простір повітронагрівача розділений не до самого верху вертикальною стіною 7 з вогнетривкої цегли на дві частини: камеру згоряння 4 і вогнетривку насадку 6 з вертикальними каналами, яка зверху з'єднується з камерою згоряння підкупольним простором 5, а внизу з піднасадочним простором 8. Піднасадочний простір залежно від режиму роботи повітронагрівача може з'єднуватися або з боровом та димовою трубкою, або з повітропроводом холодного дуття.

Повітронагрівач працює циклічно. Цикл роботи починається з нагріву насадки. Для цього в камеру згоряння 4 через отвір 2 примусово подають газо-

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

повітряну суміш, яка, стикаючись з розпеченими стінами в нижній частині камери згоряння, запалюється і повністю згорає в шахті камери згоряння. Максимальна температура продуктів згоряння досягається в підкупольному просторі 5, де газ, змінивши напрямок руху на 180°, спрямовується зверху вниз через вертикальні канали вогнетривкої насадки 6, передаючи їй своє тепло. З вертикальних каналів насадки газ надходить в піднасадочний простір 8, охолодженими до 200 - 400° С і через отвір 9 димових каналів надходить в димовий боров і в димову трубу. Конструкція повітропідігрівача зображена на рисунку 1.1.

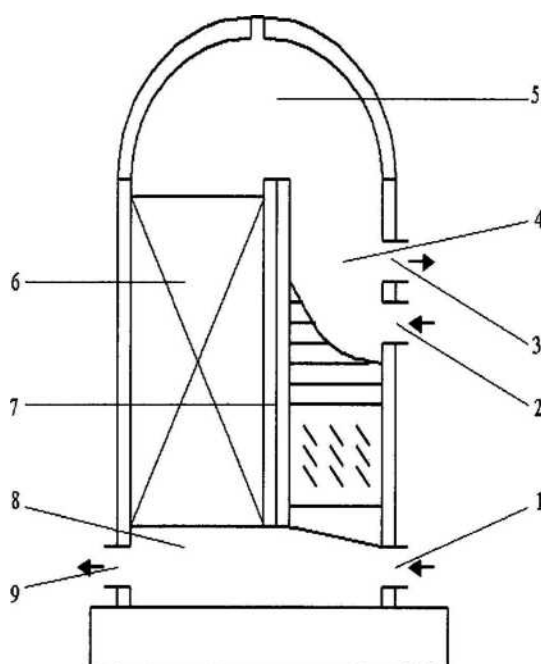


Рис. 1.1. Конструкція повітронагрівача

Передача тепла більш нагрітих газів менш нагрітій вогнетривкій насадці відбувається в основному конвекцією і лише частково випромінюванням. Тому чим вище швидкість руху газів, чим більше поверхня їхнього зіткнення з насадкою і чим більше різниця температур газів і насадки, тим інтенсивніше протікає передача тепла.

Після закінчення нагріву насадки повітронагрівач переводять на нагрівання дуття. Для цього спеціальними клапанами закривають отвори 2 і 9, від'єднуючи повітронагрівач від пальника і димового борона, і через отвір 1 з'єднують піднасадочний простір з повітропроводом холодного дуття, а

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						7
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

камеру згорання через отвір 3 з повітропроводом гарячого дуття. Холодне повітря від повітродувної машини з піднасадочного простору спрямовується через канали насадки і рухається знизу вгору, відбираючи тепло нагрітої насадки. З вертикальних каналів насадки нагріте до високої температури повітря виходить в підкупольний простір, де змінює напрямок руху на 180° і через камеру згорання і отвір 3 вступає у повітропровід гарячого дуття, який з'єднаний з кільцевим повітропроводом доменної печі. У перший момент після переведення з режиму нагріву в режим дуття ентальпія насадки повітронагрівача максимальна.

1.1.2. Технологічні параметри повітропідігрівача

Повітропідігрівач, як об'єкт автоматизації, має технічні характеристики наведені в таблиці 1.1.

Табл. 1.1. Технічна характеристика повітропідігрівача

Тиск у камері горіння, кПа	130
Витрата	
Витрата доменного газу на вході, м ³ /год	50000
Витрата холодного дуття на вході, м ³ /год	250000
Температура	
Температура купола, °С	1490
Температура гарячого дуття на виході, °С	1350
Температура відхідних димових газів, °С	500
Габаритні розміри повітронагрівача, м:	
зовнішній діаметр	9
висота	36

1.2. Огляд і аналіз сучасних АСУ повітропідігрівачами

1.2.1. Огляд існуючих систем

1. Регулювання температури куполу повітронагрівача здійснюється зміною кількості холодного дуття на вході повітронагрівача. Продуктивність можна регулювати за допомогою виконавчого механізму, який впливає на кількість обертів вентилятора за хвилину.

Це дозволяє відносно швидко стабілізувати температуру куполу при перегріві або значному охолодженні. Для більшої надійності встановлюють два дуттьових вентилятори, щоб зменшити навантаження на кожен з них та запобігти серйозних аварій, які можуть призвести до ушкодження обладнання повітропідігрівача. Це веде до великих затрат як для об'єкта, так і для матеріалів доменної печі, які не отримують потрібну для переплавки температуру.

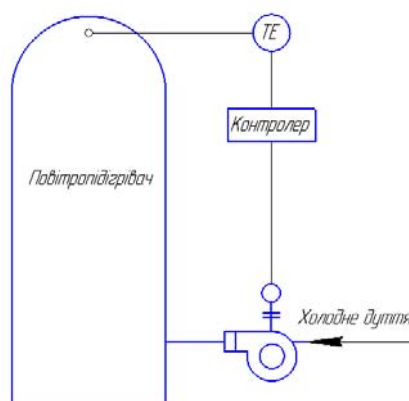


Рис.1.2. Схема регулювання температури куполу зміною витрати холодного дуття

2. Регулювання температури куполу можна здійснювати зупинкою доменного газу за допомогою запірного клапану. Пальник погасне і температура почне зменшуватись.

Ця одноконтурна АСР є дуже повільною, що не дозволить значно зменшити температуру куполу при критичній ситуації. Хоча збільшивши витрату доменного газу, можна значно підвищити температуру, якщо її недостатньо.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

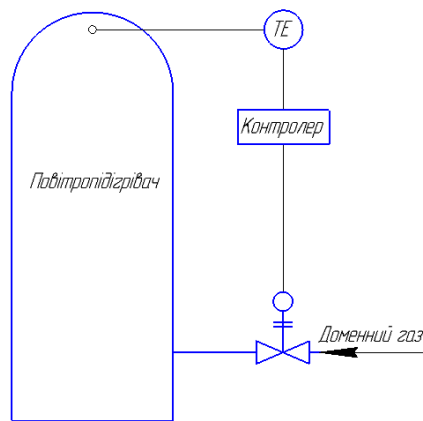


Рис.1.3. Схема регулювання температури купола зміною витрати доменного газу

3. Також можливе каскадне регулювання, одночасно керуючи вентилятором та заслінкою. Такий варіант є безпечним, але набагато складнішим.

При порівнянні різних способів регулювання потрібно враховувати надійність, економічність і простоту конструкції.

1.2.2. Опис прийнятої структури

Проаналізувавши можливі системи регулювання температури та врахувавши всі недоліки, обираємо першу описану систему. Так як вона дозволяє точно підтримувати температурний режим.

Розглянемо її більш детально.

На схемі АСР (див. рис. 1.4) температура куполу повітрянагрівача стабілізується системою, що складається з датчика температури ТЕ, контролера, частотного перетворювача та дуттьового вентилятора.

Робота системи регулювання нагріву протікає в такий спосіб. Зі схеми автоматичного перемикачів повітрянагрівачів надходять сигнали на включення вентилятора і відкриття клапана на газопроводі. Якщо в камері горіння спалахує факел, то датчик наявності факела дає дозвіл на включення регулятора витрати, який з цього моменту починає підтримувати задану витрату газу. Витрата повітря в цей момент встановлюють з таким розрахунком, щоб коефіцієнт витрати повітря був близький до одиниці.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						10
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура купола починає зростати і в деякий момент часу досягає максимально допустимого значення, встановленого задатчиком. З цього моменту контролер починає збільшувати витрату повітря, змінюючи частоту обертання вентилятора. При цьому температура купола стабілізується внаслідок зменшення температури продуктів згоряння, а тепловіддача від газів до насадки повітрянагрівача збільшується, так як зростає кількість продуктів згоряння і збільшується швидкість їх руху по каналах насадки.

У міру прогріву насадки зростає температура диму, що виходить з повітрянагрівача. Коли вона досягає максимально допустимого значення, заданого задатчиком, коригувальний прилад змінює завдання витрати газу, не допускаючи подальшого збільшення температури диму. Якщо при цьому температура купола дещо знизиться, то контролер подасть сигнал про зменшення витрати повітря і забезпечить підвищення температури купола до заданого значення.

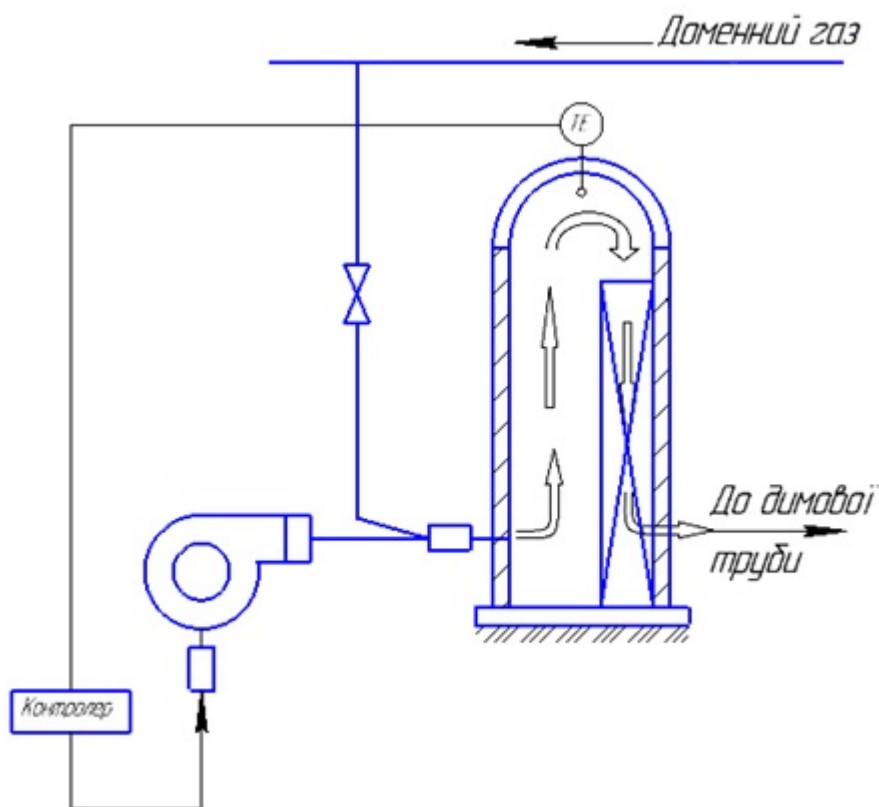


Рис.1.4. Схема АСР температури купола

2. ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ повітропідігрівача

2.1. Загальна структура ПТКЗА

АСУ, що проектується, є дворівневою. Нижній рівень виконує функції локального управління та збору інформації, а верхній рівень – функції супервізорного управління.

До складу інформаційного забезпечення входять рішення по організації, збору, зберіганню та виводу сигналів та даних, а також технічна документація, що супроводжує розроблене забезпечення.

Для реалізації функції локального управління, а також для збору інформації, що передається на робочу станцію оператора, ПЛК та модулі розширення повинні мати достатню кількість уніфікованих входів та виходів.

Супервізорний рівень ПТКЗА включає в себе, перш за все, станцію управління, що являє собою автоматизоване робоче місце диспетчера чи оператора. Тут же розміщується, як правило, і сервер БД.

Станції управління призначені для відображення ходу технологічного процесу (ТП) і оперативного управління ним. До функцій SCADA-системи також належить ведення архівів, баз даних, звітів подій і тривоги, а також передача інформації на рівень АСУ В. Загалом SCADA-система реалізує так званий людино-машинний інтерфейс (НМІ/ММІ).

2.1.1. Функції, що реалізуються нижнім рівнем автоматичної системи управління

На нижньому рівні розв'язуються задачі контролю та безпосереднього цифрового керування.

Функції АСУ ТП слід відрізнити від функцій, виконуваних всім комплексом технічних засобів системи або його окремими пристроями. Вони можуть бути керуючими, інформаційними та допоміжними.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		12

Інформаційні функції АСУ ТП — це функції системи по збору, обробці і наданню інформації про стан ТОУ оператору, або на наступну обробку в блок формування керуючих впливів. В процесі обробки інформації виконуються операції сумування, згладжування, обчислення непрямих показників, які не можуть бути визначені безпосередньо при контролі зіставлення поточних значень параметрів технологічного процесу із заданими. Тобто, здійснює введення сигналів датчиків, виведення сигналів управління на виконавчу апаратуру, візуалізація процесів та мнемосхеми, ведення алармів, ведення архівів, ведення системи звітності, обмін даними між верхнім і нижнім рівнем АСУ, вимірювання параметрів.

Одночасно можуть здійснюватися підготовка і передача інформації в суміжні системі управління, узагальнення результатів і прогноз стану ТОУ і технологічного обладнання. Відмінною особливістю управляючих і інформаційних функцій АСУ ТП являється їх направленість на конкретного споживача.

2.1.2. Функції, що реалізуються верхнім рівнем автоматичної системи управління

На цьому рівні розв'язуються задачі:

- архівування подій;
- обчислення не вимірюваних технологічних параметрів;
- зведення матеріалів і енергетичних балансів;
- вироблення управлінь й для запобігання розвитку аварійних подій;
- синхронізації та координації взаємодії технологічних операцій та обладнання.

До організації планування технологічного процесу (ТП) відносяться комплекс операцій, що забезпечує ефективне завантаження обладнання та виконання планових завдань з максимальною швидкістю.

Синхронізація включає комплекс операцій для забезпечення співпадіння часу завершення і початку послідовних технологічних операцій.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						13
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Координація забезпечує ефективність функціонування декількох паралельних ТП в цілях максимально виробничого процесу. Функція координації параметрів відповідає за визначення оптимальних параметрів протікання процесу на верхньому рівні АСУ (адаптація) і застосування одного з режимів роботи в залежності від цих параметрів. В результаті визначення оптимального режиму роботи і оптимальних параметрів подається сигнал для регуляторів та інших приладів (нижній рівень).

Функція обміну інформацією допомагає реалізувати розподілений збір інформації, а також обмін даними між різними АСУ, що в свою чергу полегшує задачу інтеграції АСУ.

2.1.3. Мета розробки ПТКЗА

Метою розробки даного комплексу є:

1. Підвищення точності управління технологічним процесом;
2. Підвищення надійності функціонування системи управління;
3. Зниження витрат на обслуговування та ремонт системи;
4. Підвищення ефективності та зручності роботи змінного інженера-технолога;
5. Обмін інформацією з верхнім рівнем управління, що надає можливість віддалено керувати та слідкувати за ходом технологічного процесу;
6. Скорочення довжини кабельних трас за рахунок використання стандартних інтерфейсів та протоколів обміну даними.

2.1.4. Основні вимоги до ПТКЗА

1. Використання стандартних апаратних модулів ПЛК відомих фірм-виробників з добре налагодженою системою сервісного обслуговування;
2. Використання базових програмних засобів реального часу (операційні системи) згідно зі стандартами Міжнародної електротехнічної комісії;

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						14
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Використання інструментального ПЗ (LCADA-конфігуратора), що відповідає вимогам стандарту IEC611-31;

4. Використання спеціалізованих пакетів SCADA провідних виробників таких систем, які підтримують протоколи, що використовуються в даній системі.

2.2. Обрана структура ПТКЗА

У якості технічних засобів автоматизації був вибраний ПТКЗА, оснований на використанні ПЛК Simatic PCS7 S7-300 фірми Siemens, та SCADA-системи InTouch, яка була створена фірмою Wonderware.

На рисунку 2.1 представлена схема програмно – технічного комплексу засобів автоматизації, який включає в себе ПК, ПЛК та ТОУ (повітропідігрівач).

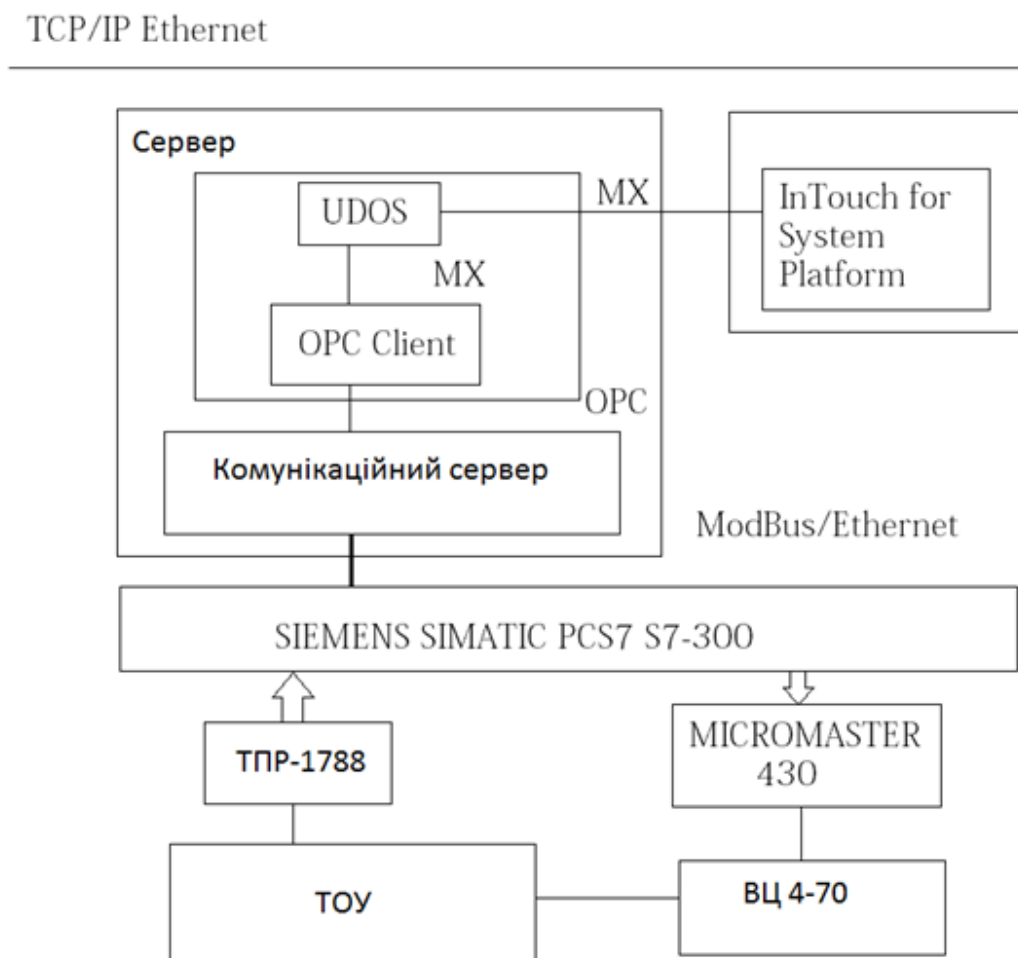


Рис.2.1. Схема ПТКЗА.

Нижній рівень АСУ являє собою контролери з вимірювальною та виконавчою апаратурою, а верхній – супервізорний. До TCP/IP Ethernet приєднуються клієнти із встановленим InTouch. Стандартним комунікаційним протоколом між сервером і контролером є протокол OPC. OPC-комунікаційний сервер опитує контролери через польову шину ModBus/RS-232 і передає дані в SCADA через протокол OPC. Проте InTouch не підтримує протокол OPC на рівні ядра, він підтримує протоколи SuiteLink (фірмовий протокол Wonderware). В даному випадку використовується проміжний софт FSGateway, який взаємно конвертує протоколи OPC та SuiteLink. Така конвертація дозволяє позбутися недоліків відносно протоколу OPC.

Елементною базою нижнього рівня є Simatic PCS7 S7-300. На модулі даного контролера поступають сигнали від вимірювальних приладів, в даній роботі це термоелектричний термометр ТПР-1788 для вимірювання температури. Контролер має багатозадачну операційну систему, яка дає можливість швидко опрацювати кілька подій які надійшли в прикладну програму. ПЛК з традиційними операційними системами повинні мати дорогі високоефективні процесори, щоб забезпечити досить швидкий час сканування відповідно найшвидшій події в процесі. Багатозадачна операційна система здатна пропрацювати переривання або швидкі завдання середнього пріоритету, а потім продовжити виконання прикладної програми з точки припинення головного завдання.

Велика увага приділяється миттєвим і історичним алармам які сигналізують про вихід того чи іншого параметру за задані межі та за швидкість зміни параметру. В даному випадку температури під куполом повітропідігрівача. Функція введення алармів є край важливою і критичною з погляду замовника АСУ. Миттєві аларми відразу після виникнення відображаються у Viewer алармів. Оператор повинен проквітувати аларм, тобто клікнути на красному алармі після чого він стане чорним. Історичні

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						16
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

аларми зберігаються не у своїх внутрішніх базах, або в зовнішній СУБД MSSQL Server.

В системі реалізується відображення всіх контролюючих параметрів ТОУ як у вигляді числових значень так і у вигляді трендів реального часу і історичних трендів (вони записуються у внутрішню базу даних). Тренди реального часу завжди оновлюються, історичні тренди не оновлюються тому для них необхідно робити оновлення . Всі параметри InTouch можуть архівуватися, архівування тегів відбувається у власних базах даних, які є звичайними cvs- файлами. Для перегляду історичних архівованих даних використовують історичний тренд. Історичний тренд підключається до внутрішніх архівів InTouch і виводить дані за даний проміжок часу.

Всі давачі в даній розробленій системі автоматизації мають уніфікований струменевий вихідний сигнал (4...20) мА. Цей сигнал надходить на модулі аналогових входів/виходів.

2.3. Виконавча апаратура

В рамках даного проекту для регулювання температури купола необхідно змінювати витрату холодного дуття. Регулюючим органом є дуттьовий вентилятор.

Було обрано виконавчий механізм - Вентилятор відцентровий низького тиску ВЦ 4-70 №16(позиція 1в на ФСА), який живиться від змінної напруги 380 В.

Уніфікований сигнал 4...20 мА від термоелектричного перетворювача ТПР-1788 (позиція 1а на ФСА) надходить на модуль аналогового вводу SIPLUS SM 331, далі на контролер SIMATIC PCS7 S7-300. Контролер здійснює обробку отриманих значень, та подає на модуль аналогового виводу SIPLUS SM 332 регулюючий сигнал, що надходить на ВЦ 4-70 і керує роботою вентилятора.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						17
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4. Рішення з контролерної автоматизації

Вихідними даними до розрахунку регулятора є статичні і динамічні параметри об'єкта, тобто коефіцієнт об'єкта $K_{об}$, чисте запізнювання та постійна часу. У нашому випадку: $\tau_{об} = 20\text{хв}$, $T_{об} = 200$. Отже, вибираємо релейний регулятор.

При згорянні газо-повітряної суміші відбувається нагрів купола, коли його температура досягає значення 1500°C (максимальна температура нагріву купола повітрянагрівача становить 1550°C) регулятор подає сигнал на включення вентилятора, який збільшує подачу повітря (внаслідок знижується температура продуктів згорання, а теплопередача від газів до насадки повітрянагрівача збільшується, оскільки зростає їх кількість і швидкість руху по каналах насадки) і температура бані починає знижуватися. Коли зниження температури сягає значення в 1400°C , регулятор посилає сигнал на вимикання вентилятора. В результаті цього температура купола знову починає збільшуватися, тому що надлишку повітря вже немає (збільшується температура продуктів згорання, а теплопередача від газів до насадки повітрянагрівача зменшується).

В якості регулятора виберемо програмований контролер SIMATIC S7-300. Програмовані контролери SIMATIC S7-300 призначені для побудови систем автоматичного управління і регулювання, як окремих машин, так і окремих частин виробничого процесу.

Контролери знаходять застосування для управління:

- 1) пресами;
- 2) змішувачами пластифікатора та цементу;
- 3) насосними і вентиляторами;
- 4) деревообробним обладнанням;
- 5) воротами та дверима;
- 6) гідравлічними підйомниками;
- 7) конвеєрами;
- 8) обладнанням харчової промисловості;

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		18

- 9) лабораторним обладнанням;
- 10) обміном даними через модем;
- 11) електротехнічним обладнанням та апаратурою;

На їх основі можуть створюватися ефективні керуючі пристрої, що відрізняються відносно невисокою вартістю SIMATIC S7-300, що дозволяють вирішувати широкий спектр завдань управління. Від заміни простих релейно-контактних схем до побудови автономних систем управління або створення інтелектуальних пристроїв систем розподіленого вводу-виводу. Програмовані контролери S7-300 знаходять застосування там, де основною вимогою до системи управління є її низька вартість. Їх основні переваги:

- 1) Програмовані контролери, що відрізняються максимумом ефективності при мінімумі витрат.
- 2) Простота монтажу, програмування та обслуговування.
- 3) Рішення як простих, так і комплексних завдань автоматизації.
- 4) Можливість застосування у вигляді автономних систем або в якості інтелектуальних ведених пристроїв систем розподіленого вводу-виводу.
- 5) Можливість використання в сферах, де застосування контролерів раніше вважалося економічно недоцільним.
- 6) Робота в реальному масштабі часу і потужні комунікаційні можливості.
- 7) Компактні розміри, можливість установки в обмежених обсягах.

Основні характеристики S7-300:

- 1) Простота освоєння, що підкріплюється наявністю спеціальних стартових пакетів та технічної документації.
- 2) Простота використання: інтуїтивно зрозумілий потужний набір інструкцій, дружнє програмне забезпечення.
- 3) Робота в реальному масштабі часу.
- 4) Потужні комунікаційні можливості: робота в мережах PROFIBUS-DP і AS інтерфейсі, зв'язок по PPI і MPI, використання вільно програмованих протоколів.

SIMATIC S7-300 це:

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						19
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Модульний програмований контролер для вирішення завдань автоматизації низького і середнього рівня складності.

- Широкий спектр модулів для максимальної адаптації до вимог розв'язуваної задачі.

- Використання розподілених структур введення-виведення і просте включення в мережеві конфігурації.

- Вільне нарощування функціональних можливостей при модернізації системи управління.

- Висока потужність завдяки наявності великої кількості вбудованих функцій.

Механічні характеристики:

- Компактний пластиковий корпус.

- Простий варіант підключення зовнішніх з'єднань. Захист всіх струмоведучих частин пластиковими кришками.

2.5. Рішення з супервізорної автоматизації

Керування технологічним процесом виконується оператором за допомогою SCADA-системи. SCADA (абр. від англ. Supervisory Control And Data Acquisition - диспетчерське управління і збір даних).

В якості програмного забезпечення SCADA обрано систему InTouch фірми Wonderware. Для забезпечення обміну інформацією між програмованим контролером і SCADA системою служить OPC Server фірми MatrikonOPC.

SCADA система виконує наступні функції:

- відображає мнемосхему технологічного процесу;
- відображає значення технологічних параметрів;
- виконує архівацію всіх технологічних параметрів;
- реєструє спрацювання технологічної сигналізації;
- відображає технологічні параметри із архіву і параметри в реальному часі за допомогою графіків.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

Застосування SCADA - системи дозволяє досягти високого рівня автоматизації в рішенні задачі розробки, управління, збору, зберігання і відображення інформації. Повнота і наочність представленої на екрані інформації, дружність людино – машинного інтерфейсу, що надається SCADA – системою, зручність користування підказками і довідковою системою, доступність “важелів” керування і.т.д збільшують ефективність системи і приводять до мінімуму небезпечні похибки при взаємодії людина-машина.

SCADA системи InTouch виконує велику кількість функцій таких як: введення/виведення сигналів і даних в контролер, а також реалізує HMI функції (мнемосхеми, аларми, тренди).

Велика увага приділяється миттєвим і історичним алармам які сигналізують (звукове супроводження) про вихід того чи іншого параметру за задані межі. Миттєві аларми відразу після виникнення відображаються у вювері алармів. Оператор повинен проквітувати аларм, тобто клікнути на червоному алармі після чого він стане чорним. Історичні аларми зберігаються не у своїх внутрішніх базах, а в зовнішній СУБД MSSQL Server, або в їх безкоштовних версіях MSDE або MSSQL Express. Для зберігання історичних алармів в СУБД використовується утиліта AlarmDBLogger. Ця утиліта конфігурується розробником. Утиліта забирає аларми із InTouch і архівує їх в СУБД.

В системі реалізується відображення всіх технологічних параметрів повітропідігрівача як у вигляді числових значень так і у вигляді трендів реального часу і історичних трендів (записуються у внутрішню базу даних). Всі параметри InTouch можуть архівуватися, архівування тегів відбувається у власних базах даних, які є звичайними cvs- файлами. Для перегляду історичних архівованих даних використовується історичний тренд і утиліта HistData. Історичний тренд підключається до внутрішніх архівів InTouch і виводить дані за даний проміжок часу.

Зв'язок InTouch і контролера здійснюється через OPC server. SCADA система опитує контролер, забирає від контролера дані і надсилає дані в

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		21

контролер. InTouch не підтримує OPC на рівні ядра, InTouch підтримує протокол DDE стандартний протокол Windows і SuiteLink. Для конвертації OPC в протокол SuiteLink і DDE використовується програмний продукт шлюз FS Gateway. OPC сервер передає дані FS Gateway, який передає дані в InTouch. Оперативний персонал приймає активну участь в діалозі із SCADA системою.

2.6. Опис функцій АСУ

- Функції контролю:

- тиск всередині повітрянагрівача;
- витрата доменного газу безпосередньо перед повітрянагрівачем;
- витрата холодного дуття, що подається в повітрянагрівач;
- температура купола повітрянагрівача;
- температура димових газів;
- температура гарячого дуття;
- наявність факелу на пальниках;

- Функції регулювання:

- витрата доменного газу на вході в повітрянагрівач,
- температура димових газів
- температура купола повітрянагрівача

- Функції сигналізації:

- температура купола повітрянагрівача
- наявність факелу на пальниках

- Функції блокування:

- температура купола повітрянагрівача

Блокування призначене для запобігання аварії у випадку відхилень параметрів від допустимих границь.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						22
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6.1. Технологічний контроль

Для того, щоб система регулювання повноцінно працювати, на ній повинні бути встановлені контрольно-вимірювальні прилади. Дані прилади дозволять здійснювати контроль та вимірювання необхідних технологічних параметрів, відхилення яких від номінальних значень будуть свідчити про порушення нормального функціонування системи.

Дана система автоматичного регулювання передбачає регулювання нагріву повітрянагрівача доменної печі. Також передбачається певна кількість датчиків, необхідних для контролю процесу. Контролюються наступні параметри:

- тиск всередині повітрянагрівача, який повинен бути рівним 130кПа. Вимірювання проводиться за допомогою датчика Rosemount 3051 С/Т, який має аналоговий вихід 4-20мА, сигнал передається на контролер, на якому здійснюється індикація та контроль даного параметру. В даного датчика є монітор, що дає можливість здійснювати контроль тиску технологами чи інженерами за місцем, по схемі цей датчик розміщений на позиції 7а;
- витрата доменного газу безпосередньо перед повітрянагрівачем, що потрібно для підтримання стабільної подачі газу у пальники і нормалізації процесу нагріву повітрянагрівача. Вимірювання виконується за допомогою камерної діафрагми ДКС 2,5-500 в комплекті з перетворювачем тиску Сафир 2424-ДД, що також подає аналоговий сигнал 4-20мА на контролер, де здійснюється реєстрація, індикація та контроль параметру. На функціональній схемі ці прилади стоять на позиціях 2а та 2б відповідно, параметр підтримується на рівні 50000 м³/год;
- витрата холодного дуття, що подається в повітрянагрівач. Це потрібно для підтримання сталої кількості гарячого дуття, що йде з повітрянагрівача в доменну піч. Вимірювання виконується за допомогою безкамерної діафрагми ДБС 6-800 в комплекті з перетворювачем тиску Сафир 2444-ДД, що подає аналоговий сигнал 4-20мА на контролер, де здійснюється реєстрація, індикація та контроль параметру. На функціональній схемі ці

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

прилади стоять на позиціях 5а та 5б відповідно, параметр підтримується на рівні 250000 м³/год;

- температура купола повітрянагрівача. Вимірюється за допомогою термоелектричного термометру ТПР-1788 з неуніфікованим вихідним сигналом. Номінальне значення параметру 1490°С, він характеризує якість процесу нагріву повітрянагрівача. Значення параметру індикуються, реєструється та контролюється на контролері, також виконується регулювання, сигналізація та блокування. Позиція на схемі 1а;

- температура димових газів. Вимірюється за допомогою термоелектричного термометру ТХК-1087 з неуніфікованим вихідним сигналом. Номінальне значення параметру 500°С, він характеризує якість процесу нагріву повітрянагрівача. Значення параметру індикуються, реєструється та контролюється на контролері, також виконується регулювання. Позиція на схемі 4а;

- температура гарячого дуття. Вимірюється за допомогою термоелектричного термометру ТПР-1888 з неуніфікованим вихідним сигналом. Номінальне значення параметру 1350°С, він характеризує ступінь нагріву насадок повітрянагрівача та його якість роботи в режимі «дуття». Здійснюється реєстрація, індикація та контроль параметру. Позиція на схемі 6а;

- наявність факелу. Контролюється за допомогою фотосигналізатора полум'я ФСП 1.1 з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА. Параметр характеризує правильну роботу пальників повітрянагрівача та усуває можливість недопалу палива та аварійних ситуацій. Здійснюється реєстрація, індикація, контроль та сигналізація параметру. Позиція на схемі 3а;

Датчики для даної системи обиралися за діапазоном вимірювання та характером і величиною вихідного сигналу, аби вони відповідали входам обраного нами контролеру. Переважно було обрано прилади вітчизняного

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						24
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

виробника, а саме «Манометр» та «Термоприлад», так як вони характеризуються надійністю та якістю виконання.

2.6.2. Автоматичне регулювання і управління

Основне розглянуте нами регулювання в даній системі виконується в режимі стабілізації. Є три регульованих параметри - витрата доменного газу на вході в повітрянагрівач, температура димових газів та температура купола повітрянагрівача. Розглянемо кожен окремо.

- Витрата доменного газу регулюється у відповідності до заданої уставки на контролері та сигналу від перетворювача тиску, який вимірює перепад тиску на діафрагмі, що встановлена на трубопроводі. Перетворювач має аналоговий вихід 4-20мА, розташований на позиції 2б схеми; діафрагма розташована на позиції 2а. Номінальне значення витрати 50000м³/год. Вимірювання виконується за допомогою камерної діафрагми ДКС 2,5-500 в комплекті з перетворювачем тиску Сафир 2424-ДД. Сигнал оброблюється в контролері і відсилається відповідний управляючий сигнал на ПБР-3А (поз. 2в), який подає напругу на Запірно-регулюючий механізм (поз. 2г) потужністю 125Вт, номінальною напругою живлення ~380В. Він підходить нам по типу та напрузі живлення, а також що більш важливо - по потужності, яку він прикладає до клапану на трубопроводі подачі доменного газу.
- Температура димових газів регулюється у відповідності до заданої уставки на контролері та сигналу від термопари, що встановлена на трубопроводі. Термопара має неуніфікований вихідний сигнал, розташована на позиції 4а схеми. Номінальне значення температури 500°С. Вимірювання виконується за допомогою термоелектричного термометру ТХК-1087. Сигнал оброблюється в контролері і формується відповідний коригувальний сигнал для контуру регулювання витрати доменного газу.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						25
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Температура купола повітрянагрівача регулюється у відповідності до заданої уставки на контролері та сигналу від термопари, що встановлена у куполі. Термопара має неуніфікований вихідний сигнал, розташована на позиції 1а схеми. Номінальне значення температури 1490°C. Вимірювання виконується за допомогою термоелектричного термометру ТПР-1788. Сигнал оброблюється в контролері і відсилається відповідний управляючий сигнал на частотний перетворювач MICROMASTER 430 2UD34 (поз. 1б), який подає напругу на Вентилятор відцентровий низького тиску (поз. 1в), потужністю 45кВт, номінальною напругою живлення ~380В. Він підходить нам по типу та напрузі живлення, а також по потужності, яку він розвиває, аби підтримувати сталу витрату холодного дуття.

Для надійної та безперебійної роботи об'єкта при виборі контролера потрібно звертати увагу на контролери для автоматизації систем опалювання, вентиляції, кондиціонування і теплопостачання.

Запропонована автоматизована система регулювання реалізована на базі промислово-го програмованого логічного контролера Siemens Simatic S7 300. Це модульний програмований контролер призначений для побудови систем автоматизації низького і середнього ступеня складності. Модульна конструкція, робота з природним охолодженням, можливість застосування структур локального і розподіленого вводу-виводу, широкі комунікаційні можливості, безліч функцій, які підтримуються на рівні операційної системи, зручність в експлуатації і обслуговуванні забезпечують можливість отримання рентабельних рішень для побудови систем автоматичного управління в різних областях промислового виробництва.

Ефективному застосуванню контролера сприяє можливість використання декількох типів центральних процесорів різної продуктивності, наявність широкої гами модулів вводу-виводу дискретних і аналогових сигналів, функціональних модулів і комунікаційних процесорів.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		26

SIMATIC S7-300 має модульну конструкцію і може включати до свого складу:

- Модуль центрального процесора (CPU). Залежно від ступеня складності розв'язуваної задачі в контролерах можуть бути використані різні типи центральних процесорів, що відрізняються продуктивністю, об'ємом пам'яті, наявністю або відсутністю вбудованих входів-виходів і спеціальних функцій, кількістю і видом вбудованих комунікаційних інтерфейсів і т.д.
- Модулі блоків живлення (PS), що забезпечують можливість живлення контролера від мережі змінного струму напругою 120/230В або від джерела постійного струму напругою 24/48/60/110В.
- Функціональні модулі (FM), здатні самостійно вирішувати завдання автоматичного регулювання, позиціонування, обробки сигналів. Функціональні модулі забезпечені вбудованим мікропроцесором і здатні виконувати покладені на них функції навіть у разі зупинки центрального процесора програмованого контролера.
- Інтерфейсні модулі (IM), що забезпечують можливість підключення до базового блоку (стійка з CPU) стійок розширення введення-виведення. Контролери SIMATIC S7-300 дозволяють використовувати у своєму складі до 32 сигнальних і функціональних модулів, а також комунікаційних процесорів, розподілених за 4 монтажними стійками. Всі модулі працюють з природним охолодженням.

2.6.3. Технологічна сигналізація

Технологічна сигналізація необхідна для швидкого оповіщення персоналу, який обслуговує технологічний об'єкт, про відхилення деяких параметрів за допустимі межі, або при виникненні аварійних ситуацій. При відхиленні технологічних параметрів, які не призводять до аварійних ситуацій, використовують світлову сигналізацію. При виникненні аварійних ситуацій застосовується звукова сигналізація (так як звукова сигналізація в 3 - 5 разів швидше звертає увагу персоналу). Звукова сигналізація використовується у

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27

вигляді дзвінків, гудків, сирен. Як джерела світлової сигналізації можуть бути використані світлосигнальні табло, сигнальні лампи з світлофільтрами різного кольору. Джерелами інформації виступають контакти вимірювальних приладів.

Електричні схеми виконуються таким чином, щоб пошкодження відділових елементів не приводили до відмови всієї системи. Схеми сигналізації поділяють на окремі ділянки, які можна відключати у разі потреби зі збереженням працездатності всієї системи.

В даній системі є два параметри, контролю за якими недостатньо. Повинна бути виконана сигналізація граничних значень цих параметрів.

Обов'язково повинна бути сигналізація на температуру купола повітрянагрівача. Сигналізація виставлена на нижнє значення параметру в 1350 °С і верхнє 1500 °С для попередження перегріву або надмірного охолодження насадок повітрянагрівача. Сигналізація реалізується програмним чином за допомогою контролера SIMATIC PCS7 S7-300 фірми Siemens.

Також передбачена сигналізація наявності факелу на пальниках. Вона реалізована за допомогою фотосигналізатора полум'я ФСП 1.1, який передає на контролер сигнал 4мА у разі відсутності факелу і 20мА при його наявності. Позиція на схемі 3а.

У всіх цих випадках використовує-ся звукова сигналізація (сирена).

2.6.4.Технологічний захист та блокування

В даній схемі є 1 "критичний" параметр, що в даному випадку значить виникнення аварійної ситуації в системі при досягненні цього параметру певного значення, а саме – температура купола повітрянагрівача. Контролер SIMATIC PCS7 S7-300 аналізує сигнал від термопары ТПР-1788. Якщо температура перевищить 1500 °С, контролер подає сигнал максимальної потужності на пускач, який закриває заслонку на трубопроводі з доменним

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

газом. Пускач був обраний за потужністю електроприводу, типом та напругою живлення.

2.7. Живлення приладів та засобів автоматизації

Система електроживлення повинна забезпечувати необхідну надійність живлення, економічність, зручність і безпеку обслуговування.

Живлення всіх датчиків здійснюється від блоку живлення Siemens Sitop PSU 200M, який перетворює вхідну напругу 220В змінного струму у вихідну 24В постійного струму і подає цей сигнал живлення на відповідні датчики. Додатково від блоку живлення подається напруга живлення на контролер, так як за паспортом він потребує живлення постійної напруги 24В. В даній системі не використано автоматичний вимикач для контролера, що є певним недоліком щодо безпеки та зручності подачі живлення. Проте безпосереднє живлення датчиків і контролера здійснюється від блоку живлення, який має власний вимикач і захист від перевантаження, а живлення двигуна та приводу – від пускачів.

Живлення електроенергією засобів вимірювання й автоматизації здійснюється від мережі змінного струму 380 В, 50 Гц від розподільного щита, до якого підключається різко змінне навантаження (електродвигуни). Живлення підводиться силовими кабелю через кабельний ввід до щита, на якому встановлюють рубильник (поз. QF1 на електричній схемі). Рубильник і автоматичні вимикачі призначені для захисту електричних установок при перевантаженнях і коротких замиканнях у ланцюгах змінного і постійного струму, а також для випадкових оперативних вмикань і відключень електричних ланцюгів. Автоматичні вимикачі вибираються по струму споживання. Живлення від автоматичного вимикача подається на клеми і звідти на засоби вимірювання й автоматизації.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		29

2.8. Щити і пульти

Щит керування використовується для встановлення на ньому апаратури керування, сигналізації, захисту та блокування для керування технологічним процесом.

Для даної системи автоматичного регулювання нагріву повітрянагрівача доменної печі обрано невеликий щит малогабаритний розмірами 700x500x250, який може бути встановлено на деякій відстані від безпосереднього місця проходження процесу. На лицевій частині щита для зручності встановлюється ручка. На монтажному боці щита розташовуємо контролер 03(A1), модулі розширення до нього 04(A2) 05(A3) і 06(A4), блок живлення для контролера, позиція 07(A5), з якого проводи йдуть безпосередньо на контролер і датчики.

Також на монтажному боці щита встановлено автоматичні вимикачі. Сигнали від датчиків йдуть на модуль аналогового вводу через рейку комутаційних затискачів 17(X2), на яку від самих датчиків приходять кабелі 4 та 8-11. Сигнали від термопар надходять прямо на модуль розширення по термоелектричним кабелям 5-7. Контролер на монтажному боці щита ставимо приблизно на рівні очей для зручності, рейки комутаційних затискачів встановлюємо знизу щита, що буде зручним для подальшого монтажу.

Висота встановлення приладів та інші розміри вказані на кресленні щита загального вигляду.

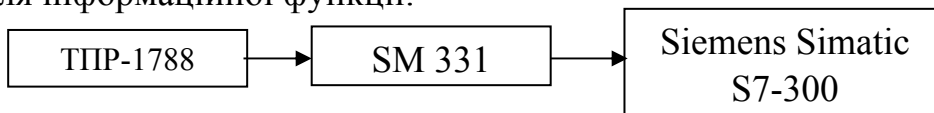
					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						30
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРАХУНОК І МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

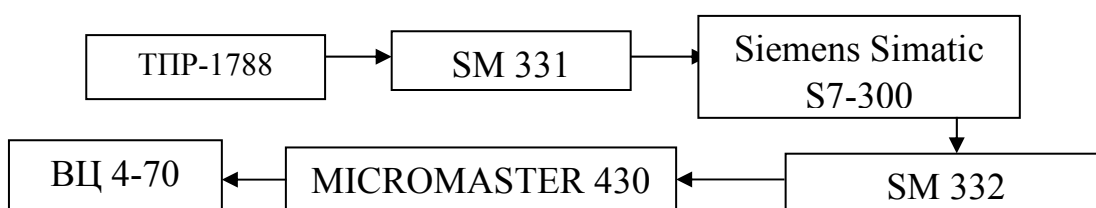
3.1. Опис функціональної структури автоматичної системи управління повітропідігрівача

Структурні схеми:

1) для інформаційної функції:



2) для регулюючої функції



3) для захисної функції:

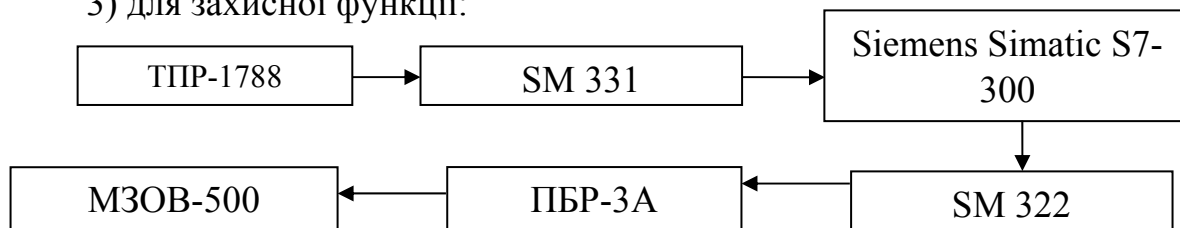


Рис.3.1. Структурны схема каналів автоматичної системи управління

Структурна схема показує підключення різних елементів АСУ для більшої надійності системи. Найпростішим і найпоширенішим є послідовне з'єднання елементів, але при цьому відмова одного елемента викликає відмову усього ланцюга.

3.2. Розрахунок надійності реалізації функцій

Розрахунок надійності АСР полягає в розрахунку надійності реалізації інформаційної, регулюючої та захисної функції.

Показником надійності інформаційної функції є середнє напрацювання на відмову $T_{сер}$, або ймовірність безвідмовної роботи P_{σ} . Така умова є

достатньо жорсткою, так як при відмові інформаційної функції інформація повністю втрачається .

Більш жорсткі вимоги ставлять до регулюючої функції, тому її надійність характеризується $T_{сер}$, середнім часом відновлення $T_г$ і ймовірністю безвідмовної роботи за час τ з урахуванням відновлення відмовляючої функції $P_c(\tau)$.

Вимоги до захисної функції більш жорсткі, ніж до інформаційної і керуючої. Працездатність захисної функції повинна бути забезпечена в момент аварії, а в проміжках між аваріями її відмови не впливають на АСР в цілому. Захисна функція характеризується $T_{сер}$, коефіцієнтом готовності $K_{гот}$ або ймовірністю безвідмовної роботи при виконанні очікуваної задачі $P_{оч}$.

Рівень надійності виконання функцій АСР повинен відповідати наступним вимогам:

- Середнє напрацювання на відмову для усіх функцій $T_{сер} \geq 1000 год$;
- Середній час відновлення для керуючої функції $T_г \leq 4 год$;

3.3. Розрахунок вимірювальних каналів АТК

В замкнених АСР точність регулювання визначається тільки похибкою задавача, так як стабілізація параметра на заданому значенні впродовж тривалого часу еквівалентна багатократному вимірюванню. Точність вимірювання впливає тільки на точність перехідних процесів. Тому до вимірювальних каналів регулятора не пред'являються дуже високі вимоги по точності. Похибка інформаційних вимірювальних каналів навпаки повинна бути зведена до мінімуму. $\eta_{max} = 1\%$

Розрахуємо відносної і абсолютної похибки вимірювальних каналів АСР температури. Для цього розглянемо вимірювальний канал (ВК) з виходом на аналоговий вхід модуля контролера.

					СУЗ-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32

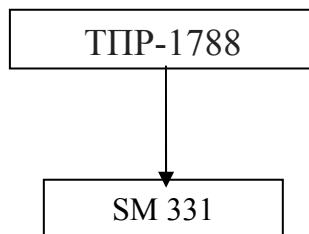


Рис.3.2. Структурна схема вимірювального каналу

Для кожного елемента ВК визначаємо клас точності і заносимо відповідні дані до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Склад вимірювального каналу

Вимірювальний канал	Елемент	Клас точності	Діапазон вимірювання
3 виходом на модуль розширення аналогових входів	ТПР-1788	0,2	(600...1600) °C
	SM 331	0,2	(600...1600) °C

Розрахуємо абсолютну похибку ВК.

Абсолютна похибка ВК визначається за формулою:

$$\Delta_{BK} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\Delta_i)^2}$$

де Δ_i – абсолютна похибка i -го елемента ВК.

Визначення абсолютних похибок елементів ВК по класу точності робимо за формулою:

$$\Delta_i = \varepsilon_i (X_{\max} - X_{\min}) / 100$$

де ε_i – клас точності i -го елемента;

$(X_{\max} - X_{\min})$ – діапазон вимірювання

Розрахуємо абсолютні похибки елементів ВК:

ТПР-1788:

$$\Delta_1 = \frac{\varepsilon_{01} \cdot (X_{\max} - X_{\min})}{100} = \frac{0,2 \cdot (1600 - 600)}{100} = 2^\circ\text{C}$$

Модуль аналогового вводу SM 331:

$$\Delta_1 = \frac{\varepsilon_{01} \cdot (X_{\max} - X_{\min})}{100} = \frac{0,2 \cdot (1600 - 600)}{100} = 2^\circ\text{C}$$

Для розрахунку відносної похибки вимірювального каналу використовується формула:

$$\eta_k = \frac{\Delta_k}{X};$$

де η_k – відносна похибка ВК; Δ_k – абсолютна похибка ВК; X – вимірюване значення параметру.

Розраховуємо абсолютну похибку ВК:

$$\Delta_{вк} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2} = \sqrt{2^2 + 2^2} = 2,82^\circ\text{C};$$

Розраховуємо відносну похибку ВК:

$$\eta_{вк} = \frac{\Delta_{вк}}{X} * 100\% = \frac{2,82}{1490} * 100\% = 0,18\%$$

Таблиця 3.2. Результати розрахунків

Значення параметру, °C	Абсолютна похибка Δ , °C	Відносна похибка η_k , %
1490	2,82	0.18

Максимальна відносна похибка для ВК дорівнює 0,18%, що не перевищує 1%. Отже отримана точність вимірювання по ВК задовольняє вимогам щодо точності вимірювання. Таким чином комплектація ВК задовільна.

3.4. Розрахунок надійності функціонування автоматичної системи регулювання

Розрахунок надійності АСР полягає в розрахунку надійності реалізації інформаційної, керуючої та захисної функцій. Завданням розрахунку є порівняння розрахованого показника надійності із заданим. Якщо розрахований показник надійності менший від заданого, треба зарезервувати найменш надійні елементи АСР.

Кожний елемент структурної схеми надійності характеризується інтенсивністю відмов $\lambda, 1/год$ або середнім часом напрацювання на відмову

$$T_{сер} = \frac{1}{\lambda}, год.$$

Таблиця 3.3. Середня ймовірність відмови

Елемент	$\lambda \cdot 10^{-6}, 1/год$
ТПР-1788	0,52
SM 331	7
Siemens Simatic S7-30	7
SM 332	7
Micromaster430	15
ВЦ 4-70	8,6
ПБР-3А	15
МЗОВ-500	30

Найменш жорсткі вимоги висуваються до інформаційної функції. Тому надійність виконання цієї функції характеризується параметром $T_{сер}$. Параметр $T_{сер}$ розраховується за формулою:

$$T_{сер} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \lambda_i}$$

λ_i —інтенсивність потоку відмов i -го елемента ССН даної функції;

n —кількість елементів у ССН.

Імовірність безвідмовної роботи за час τ розраховується за формулою:

$$P(\tau) = e^{-\lambda\tau} = e^{-\frac{\tau}{T_{сер}}}$$

Більш жорсткі вимоги висуваються до регулюючої функції. Тому її надійність характеризується $T_{сер}$ та $T_{в}$. Для керуючої функції розраховується імовірність безвідмовної роботи за час τ з урахуванням відновлення за формулою:

$$P_c(\tau) = P(\tau) + [1 - P(\tau)] \cdot P_B(\tau)$$

Ймовірність відновлення працездатності:

$$P_B(\tau) = 1 - e^{-\frac{T_{доп}}{T_B}}$$

$T_{доп}$ —допустимий час функціонування об'єкта при невиконанні цієї функції АСУ ТП.

Найбільш жорстокі вимоги висуваються до захисних функцій. Надійність виконання захисної функції характеризується коефіцієнтом готовності, який розраховується за формулою:

$$K_{гом} = \frac{T_{сп}}{T_{сп} + T_B}$$

Для захисної функції розраховується ймовірність безвідмовної роботи при виконанні очікуваної задачі $P_{оч}(\tau)$ за формулою:

$$P_{оч}(\tau) = K_{гом} \cdot P(\tau)$$

Розрахуємо загальну інтенсивність відмов, середній час напрацювання на відмову та ймовірність безвідмовної роботи для кожної функції АСУ.

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i$$

де n – кількість елементів у структурній схемі надійності; λ_i – інтенсивність відмов для i -го елемента схеми; λ – загальна інтенсивність відмов.

Звідси для інформаційної функції:

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i = (0,52 + 7 + 7) \cdot 10^{-6} = 14,52 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год}$$

Для керуючої функції :

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i = (0,52 + 7 + 7 + 7 + 15 + 8,6) \cdot 10^{-6} = 45,12 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год}$$

Для захисної функції :

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i = (0,52 + 7 + 7 + 7 + 15 + 30) \cdot 10^{-6} = 66,52 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год}$$

$$T_{сер} = \frac{1}{\lambda}$$

					СУЗ-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						36
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

де $T_{сер}$ – середнє напрацювання на відмову для схеми; λ – загальна інтенсивність відмов.

Звідси для інформаційної функції:

$$T_{сер} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{14,52 * 10^{-6}} = 68870 год;$$

для керуючої функції:

$$T_{сер} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{45,12 * 10^{-6}} = 22163 год;$$

для захисної функції:

$$T_{сер} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{66,52 * 10^{-6}} = 15033 год;$$

Розрахуємо ймовірність безвідмовної роботи за час τ .

$$P(\tau) = e^{-\lambda\tau} = e^{-\frac{\tau}{T_{сер}}}$$

де P – ймовірність безвідмовної роботи за час τ ; λ – загальна інтенсивність відмов. Задаємо $\tau = 720$ год.

Для інформаційної функції:

$$P(\tau) = e^{-\lambda\tau} = e^{-14,52 * 10^{-6} * 720} = 0,9896;$$

Для керуючої функції:

$$P(\tau) = e^{-\lambda\tau} = e^{-45,12 * 10^{-6} * 720} = 0,968;$$

Для захисної функції:

$$P(\tau) = e^{-\lambda\tau} = e^{-66,52 * 10^{-6} * 720} = 0,9532;$$

Таблиця 3.4. Результати розрахунків

Функція	$\lambda \cdot 10^{-6}$, 1/год	$P(\tau)$	$T_{сер}$, час
Інформаційна	14,52	0,9896	68870
Керуюча	45,12	0,9680	22163
Захисна	66,52	0,9532	15033

Для керуючої функції розрахуємо імовірність безвідмовної роботи за час τ . Для цього спочатку розраховуємо ймовірність відновлення працездатності, задавши середній час встановлення працездатності $T_g = 2 \text{ год}$ та припустимий час функціонування об'єкту при невиконанні керуючої функції: $T_{прин} = 4 \text{ год}$:

$$P_g = 1 - e^{-\frac{T_{прин}}{T_g}} = 1 - e^{-\frac{4}{2}} = 0.8647; \quad (3.6)$$

$$P_c(\tau) = P(\tau) + [1 - P(\tau)] \cdot P_B(\tau) = 0.968 + (1 - 0.968) \cdot 0.8647 = 0.9956 \quad (3.7)$$

Для захисної функції обрахуємо коефіцієнт готовності:

$$K_{гот} = \frac{T_{cp}}{T_{cp} + T_B} = \frac{15033}{15033 + 2} = 0.9998.$$

Імовірність безвідмовної роботи при виконанні очікуваної задачі $P_{оч}(\tau)$:

$$P_{оч}(\tau) = K_{гот} \cdot P(\tau) = 0.99 \cdot 0.9532 = 0.943$$

Після вище наведених розрахунків можна зробити наступні висновки:

- для інформаційної функції $T_{сер} = 68870$ годин, $P(\tau) = 0.989$;
- для керуючої функції маємо $T_{сер} = 22163$ годин, $P(\tau) = 0.968$, $P_c(\tau) = 0.996$;
- для захисної функції маємо $T_{сер} = 15033$ годин, $P(\tau) = 0.953$, $P_{оч}(\tau) = 0.94$;

Бачимо, що показники надійності задовольняють вимогам. З розрахунків видно, що виконується нерівність:

$$P_{кер}(\tau) = 0.968 < P_{інф}(\tau) = 0.9896.$$

Це значить, що керуюча функція є більш надійною ніж інформаційна, що відповідає формальним вимогам надійності.

Вимоги по надійності до захисних функцій жорсткіші ніж до інформаційних або регулюючим. При цьому працездатність захисної функції повинна бути тільки в момент аварії, а в проміжках між аваріями відмови захисної функції не впливають на працездатність АСР в цілому.

3.5. Розрахунок динаміки автоматичної системи регулювання

В проекті розглядається об'єкт керування зображений на рисунку 3.1.

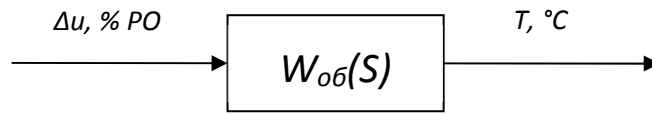


Рис. 3.3. Об'єкт керування

Перехідна характеристика – реакція об'єкту на одиничне ступінчате збурення.

На практиці, в більшості випадків, спочатку отримують криву розгону, а потім її перераховують у перехідну характеристику.

Використаємо передаточну функцію об'єкта управління з літературних джерел:

$$W_{об}(p) = \frac{2,75}{200p + 1} e^{-20p}; K_{об} = 2,75 \frac{M^3 / \text{год}}{\%PO}; T_{об} = 200c; \tau_{об} = 20c$$

Цей об'єкт належить до об'єктів з самовирівнюванням. Такий об'єкт апроксимується послідовним з'єднанням ланки транспортного запізнення та аперіодичної ланки першого порядку, передавальні функції яких $W_T(s)$ та $W_{АП}(s)$ відповідно мають загальний вигляд:

$$W_T(S) = e^{-S\tau_{об}}$$

$$W_{АП}(S) = \frac{K_{об}}{(T_{об}S + 1)}$$

Послідовному з'єднанню відповідає перемноження передаточних функцій, тому передаточна функція об'єкта управління має загальний вигляд:

$$W_{об}(S) = W_{АП}(S) \cdot W_T(S) = \frac{K_{об}}{(T_{об}S + 1)} \cdot e^{-S\tau_{об}},$$

де s – оператор Лапласа.

Перехідна характеристика об'єкта управління зображена на рисунку 3.4.

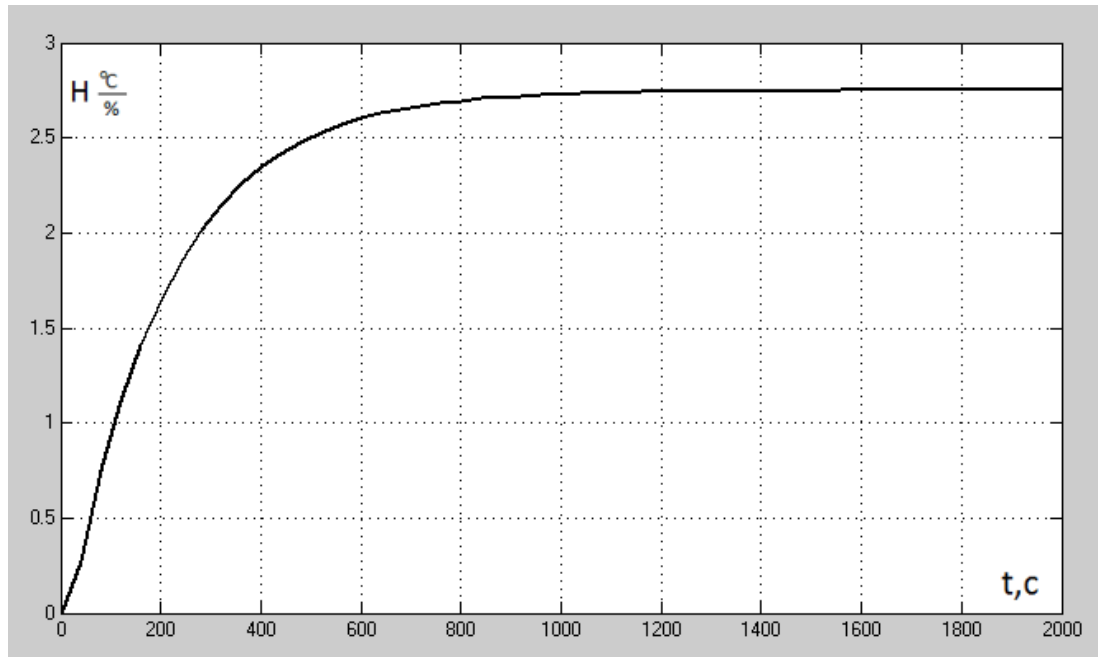


Рис. 3.4. Перехідна характеристика об'єкта управління

3.5.1. Розрахунок налаштувань регулятора

Для даного контуру регулювання оберемо ПІ-закон регулювання та розрахуємо налаштування контролера за трьома методами:

- метод розширеної амплітудно-фазової характеристики (РАФХ);
- метод МАЧХ;
- інженерна методика.

Вказані вище методи дадуть змогу визначити оптимальні налаштування.

Спочатку знайдемо параметри регулювання методом РАФХ. Метод РАФХ забезпечує прийнятну точність оптимізації налаштувань одноконтурних автоматичних систем з типовими законами регулювання.

Для розрахунку системи задаємося значенням коефіцієнта коливальності $m=0.345$, що відповідає показнику затухання $\psi=0.88$.

$$w=0:0.0001:0.01;$$

$$m=0.345;$$

$$s=w.*(-m+j);$$

$$Wop=2.75.*exp(-20*s)./(200.*s+1);$$

$$Re=real(Wop);$$

Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

```

Im=imag(Wop);
plot(Re,Im,'k')
grid on
hold on
s=w.*j;
Wop=2.75.*exp(-20*s)./(200.*s+1);
Re=real(Wop);
Im=imag(Wop);
plot(Re,Im,'k--')
xlabel('Re(w)')
ylabel('Im(w)')

```

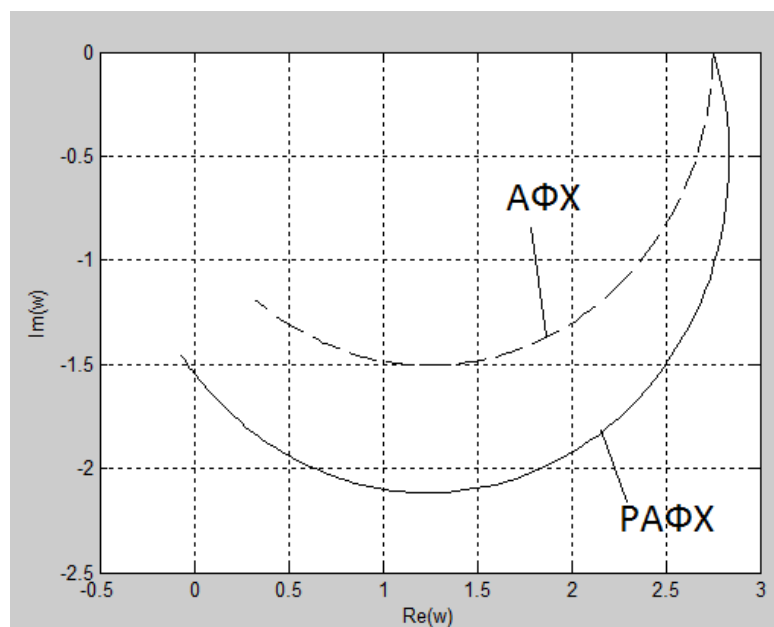


Рис.3.5. АФХ та РАФХ об'єкту регулювання

Для побудови кривої заданого ступеню коливальності використаємо раніше розглянуті формули:

$$K_P = -\frac{mQ_{o\sigma}(m, \omega) + P_{o\sigma}(m, \omega)}{A_{o\sigma}^2(m, \omega)}$$

$$K_H = -\omega(m^2 + 1) \frac{Q_{o\sigma}(m, \omega)}{A_{o\sigma}^2(m, \omega)}$$

$$\text{де } K_H = \frac{K_P}{T_H}, \quad A_{o\sigma}(m, \omega) = \sqrt{P_{o\sigma}^2(m, \omega) + Q_{o\sigma}^2(m, \omega)}$$

Текст М-файла для побудови кривої заданого ступеню коливальності наведено нижче:

```
w=0:0.001:0.065;  
m=0.345;  
s=w.*(-m+j);  
Wop=2.75.*exp(-20*s)./(200.*s+1);  
Re=real(Wop);  
Im=imag(Wop);  
A=Re.^2+Im.^2;  
Kp=-(m.*Im+Re)./A;  
Ki=-w.*(m^2+1).*Im./A;  
plot(Kp,Ki,'k')  
xlabel('Kp')  
ylabel('Ки')  
grid on
```

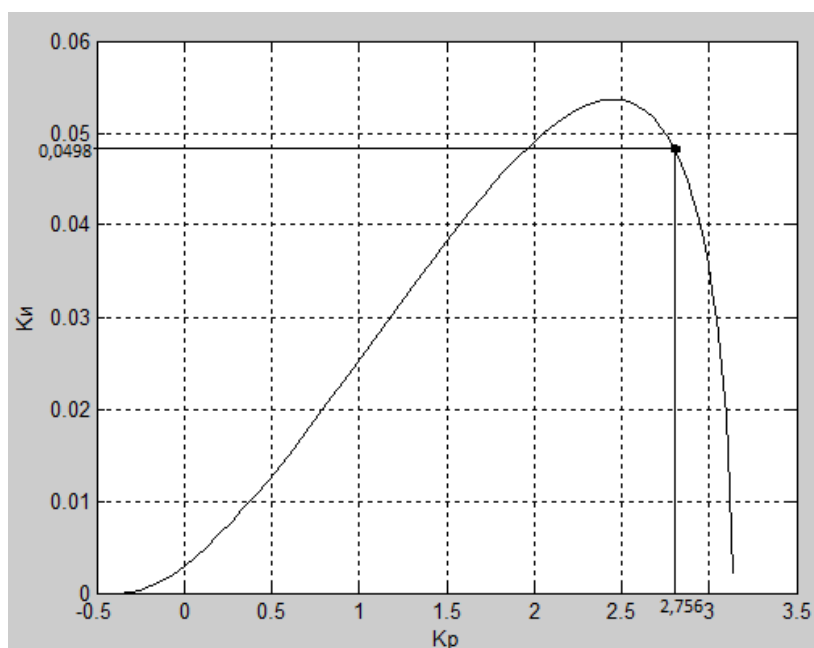


Рис.3.6. Крива заданого ступеня коливальності

Для ПІ-регулятора визначимо настройки як K_p від $K_i = 0.93 \max(K_i)$, оскільки такі параметри часто відповідають оптимальному інтегральному квадратичному критерію якості перехідного процесу системи.

Отримуємо наступні налаштування для ПІ-регулятора:

					СУЗ-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$K_p = 2.756, K_i = 0,0498 \Rightarrow T_i = K_p / K_i = 55,34$$

Перевіримо правильність визначених параметрів регулятора:

$$w = 0.02:0.001:0.2;$$

$$m = 0.366;$$

$$s = w \cdot (-m + j);$$

$$K_p = 2.7;$$

$$T_i = 56.25;$$

$$W_{op} = 2.75 \cdot \exp(-20 \cdot s) / (200 \cdot s + 1);$$

$$W_{r_v} = K_p \cdot (1 + 1 / (T_i \cdot s));$$

$$W_{rs} = W_{r_v} \cdot W_{op};$$

$$Re = \text{real}(W_{rs});$$

$$Im = \text{imag}(W_{rs});$$

plot(Re,Im,'k')

grid on

hold on

$$s = w \cdot j;$$

$$W_{op} = 2.75 \cdot \exp(-20 \cdot s) / (200 \cdot s + 1);$$

$$W_{r_v} = K_p \cdot (1 + 1 / (T_i \cdot s));$$

$$W_{rs} = W_{r_v} \cdot W_{op};$$

$$Re = \text{real}(W_{rs});$$

$$Im = \text{imag}(W_{rs});$$

plot(Re,Im,'k--')

xlabel('Re(w)')

ylabel('Im(w)')

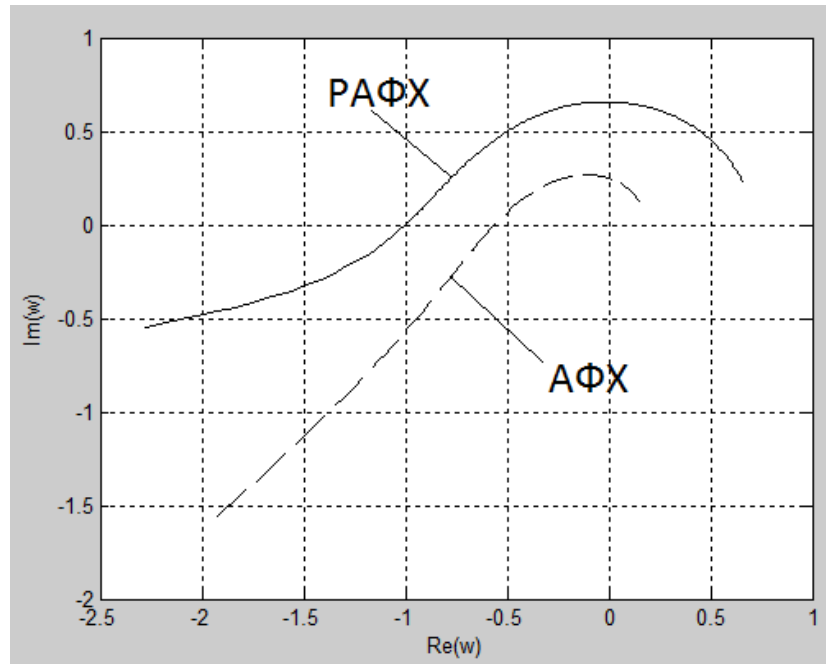


Рис. 3.7. АФХ і РАФХ системи з розрахованим ІІ-регулятором

Видно, що РАФХ розімкнутої системи проходить через точку $(-1; j0)$. Це означає, що отримана система повинна мати кореневої показник коливальності $m=0,345$.

Отже, передаточна функція ІІ-регулятора має вигляд:

$$W_p(p) = 2.76 \left(1 + \frac{1}{55.34p} \right).$$

Розрахуємо налаштування регулятора за методом МАЧХ.

Амплітудно-фазова характеристика ІІ-регулятора :

$$W_p(j\omega) = K_p \left(1 + \frac{1}{j\omega T_H} \right)$$

Відповідно, АФХ розімкнутої системи з цим регулятором має вигляд :

$$W(j\omega) = K_p \left(1 + \frac{1}{j\omega T_H} \right) W_{об}(j\omega)$$

Ця характеристика може бути переписана в наступному вигляді:

$W(j\omega) = K_p W_1(j\omega)$, де $W_1(j\omega)$ — характеристика розімкнутої системи при ступені нерівномірності регулятора, рівній одиниці.

$$W(j\omega) = \left(1 + \frac{1}{j\omega T_H} \right) W_{об}(j\omega)$$

Розрахунок ІІ-регулятора здійснюватимемо в наступному порядку:

					СУЗ-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						44
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1. По АФХ об'єкта, що регулюється, будуюмо сімейство АФХ розімкненої системи для K_p і декількох T_u .

2. Будуюмо кола з центрами, розміщеними на від'ємній частині реальної півосі, які одночасно дотикаються до лінії, проведеній під кутом γ , і до кожної з характеристик $W_1(j\omega)$. Значення K_p , що відповідають значенням T_u , для яких виконано побудова характеристик $W_1(j\omega)$, визначаємо по формулі

$$K = \frac{M}{M^2 - 1} \frac{1}{r} : \text{при цьому значення } r, \text{ що фігурує в формулі є радіусом кола, що}$$

дотикається до характеристики $W_1(j\omega)$ для відповідного T_u .

3. За отриманими даними в площині параметрів настройки K_p и T_u будують лінію, що обмежує область заданого запасу стійкості системи.

Розрахунок параметрів регулятора

Для заданої передаточної функції побудуюмо АФХ розімкнутої системи при $K_p=2,756$, $T_u=55,34$, взяті із розрахунку за методом РАФХ та побудуюмо на цьому ж графіку пряму під кутом, що дорівнює $\arcsin \frac{1}{M}$, $M=1,6$.

$$K = \frac{M}{M^2 - 1} \frac{1}{r} \approx \frac{1}{r}.$$

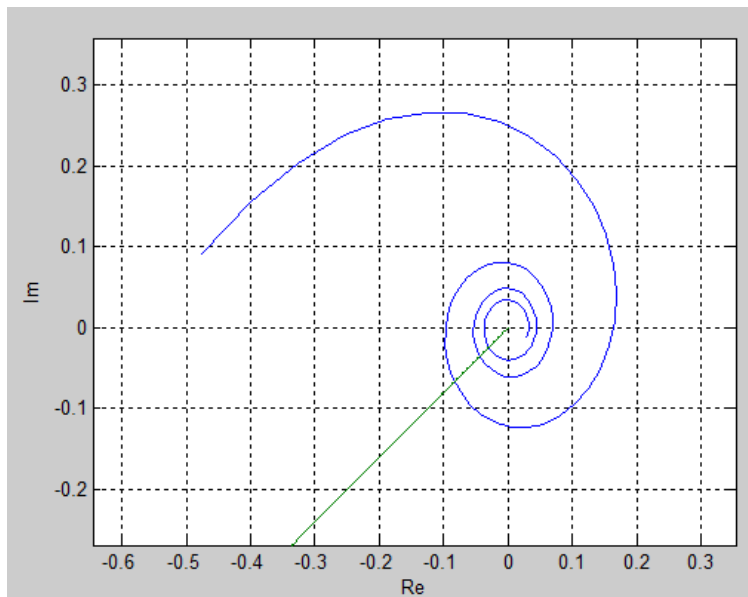


Рис. 3.8. АФХ розімкненої системи при $K_p=2,756$, $T_u=55,34$

Текст програми для побудови АФХ розімкненої системи:

					СУЗ-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						45
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

w=0.08:0.01:1.2;
X_MIN=20;
p=j*w;
Wo=2.75.*exp(-20*p)/(200.*p+1);
T=55.34;
Kp=2.756;
Wr=Kp.*(1+1./(T.*p));
W=Wo.*Wr;
Re=real(W);
Im=imag(W);
M=1.6;
beta=asin(1/M);
x=-X_MIN:0.001:0;
y=tan(beta).*x;
x1=-X_MIN:0.001:0;
plot(Re,Im,x,y);
xlabel('Re');
ylabel('Im');
grid on;

```

Для того, щоб визначити оптимальні значення K_{opt} необхідно проваріювати значення T_u і для кожного з них підібрати коло, центр якого лежить на від'ємній реальній осі і яке дотикатиметься і до годографу і до прямої. Текст програми в середовищі Matlab:

```

M=1.62;
%1) R=0.388; L=0.7;
%2) R=0.355; L=0.64;
%3) R=0.326; L=0.59;
%4)R=0.31; L=0.56;
%5) R=0.298; L=0.54;
%6)R=0.47; L=0.85;

```

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						46
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

x=-3.5:0.001:0;
k=asin(1/M);
y=k*x;
plot(x,y,'red');
hold on;
t=0:0.01:2*3.141562;
x1=R.*cos(t)-L;
y1=R.*sin(t);
plot(x1,y1, 'black');
w=0.02:0.001:2;
s=i*w;
%1) Tu=55.34;
%2) Tu=60;
%3) Tu=65;
%4) Tu=70;
%5) Tu=75;
%6) Tu=50;
W=((2.75.*(exp(-20.*s))./(200*s+1)).*(1+1./(Tu.*s)));
Re=real(W);
Im=imag(W);
plot(Re,Im,'green');
xlabel('Re(w)')
ylabel('Im(w)')
grid on;

```

Побудова відповідних АФХ розімкненої системи при різних T_u дає можливість визначити відповідні значення $K_{опт}$. Наведемо ці графіки та розрахунки. Для отриманих радіусів кіл розрахуємо оптимальне значення K_p .

					СУЗ-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						47
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1) При значенні $T_i=55.34$

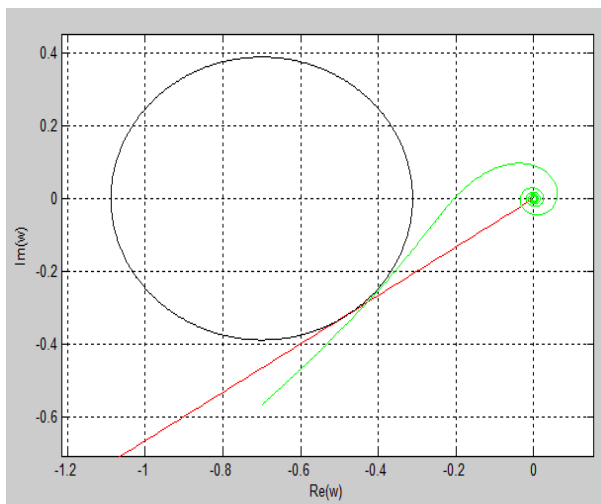


Рис. 3.9. Метод МАЧХ для ПІ-регулятора при $T_i=55.34$

Радіус кола $r=0.388$, тоді $K_{\text{опт}} = \frac{1}{0.388} = 2.577$

2) При значенні $T_i=60$

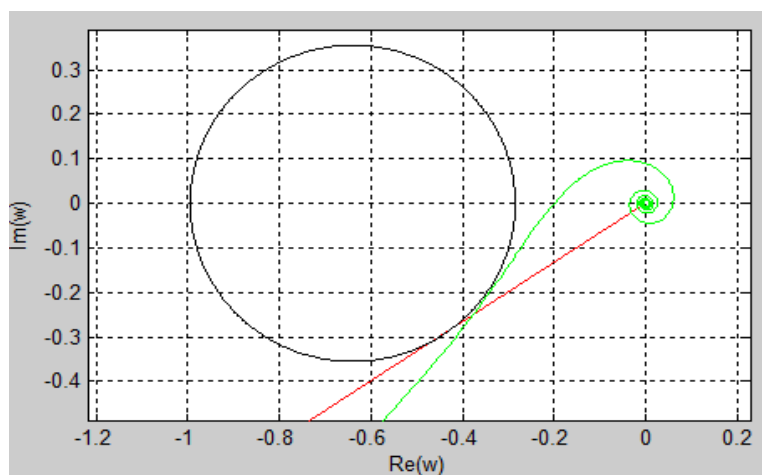


Рис. 3.10. Метод МАЧХ для ПІ-регулятора при $T_i=60$

Радіус кола $r=0.355$, тоді $K_{\text{опт}} = \frac{1}{0.355} = 2.816$

3) При значенні $T_i=65$

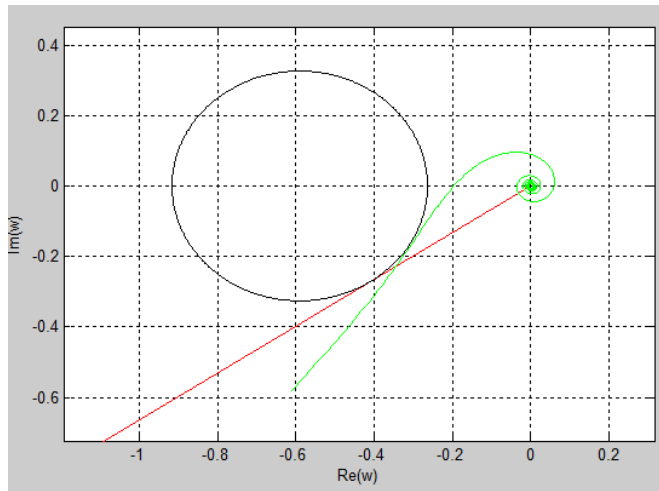


Рис. 3.11. Метод МАЧХ для ПІ-регулятора при $T_n=65$

Радіус кола $r=0.326$, тоді $K_{\text{опт}} = \frac{1}{0.326} = 3.067$.

4) При значенні $T_n=70$

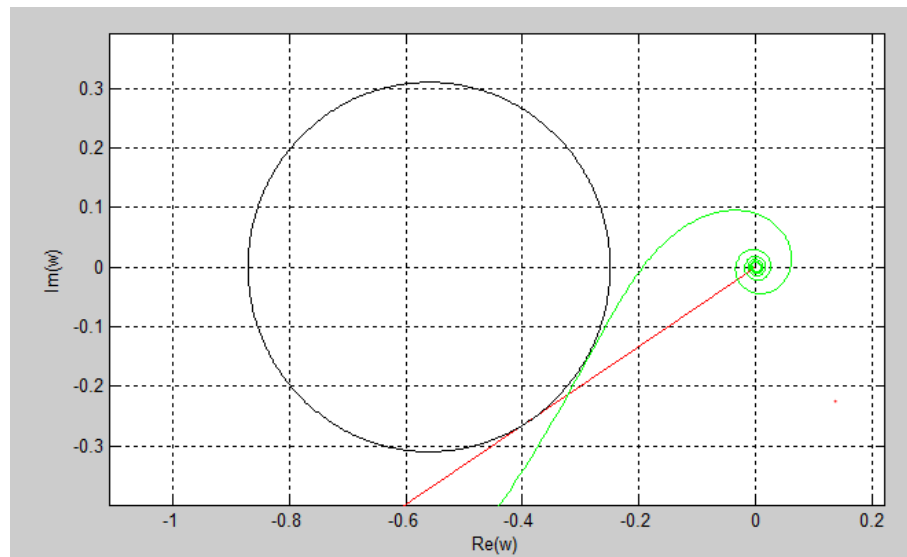


Рис.3.12. Метод МАЧХ для ПІ-регулятора при $T_n=70$

Радіус кола $r=0.31$, тоді $K_{\text{опт}} = \frac{1}{0.31} = 3.225$.

5) При значенні $T_n=75$

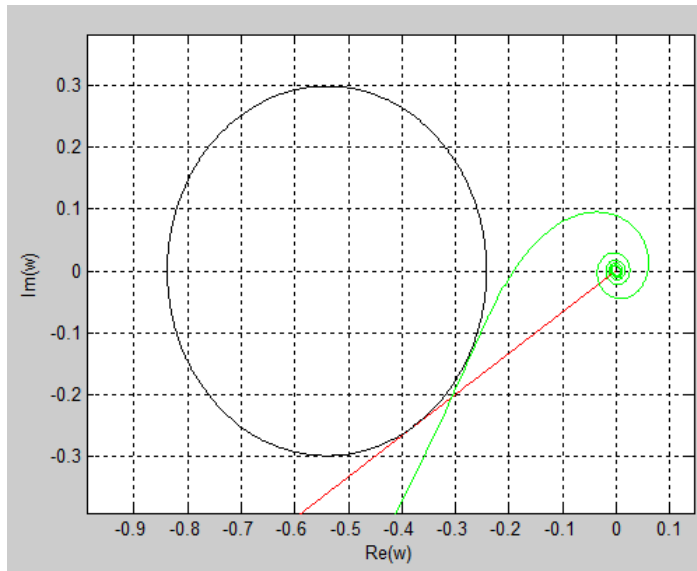


Рис. 3.13. Метод МАЧХ для ПІ-регулятора при $T_i=75$

Радіус кола $r=0.298$, тоді $K_{\text{опт}} = 0 \frac{1}{0.298} = 3.355$.

б) При значенні $T_i=50$

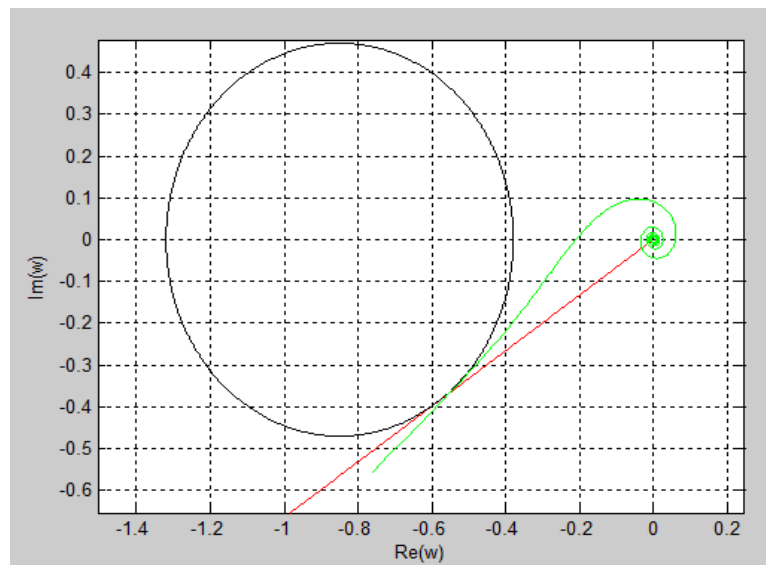


Рис. 3.14. Метод МАЧХ для ПІ-регулятора при $T_i=50$

Радіус кола $r=0.47$, тоді $K_{\text{опт}} = \frac{1}{0.47} = 2.127$.

Отже, отримавши дані з кожного графіка, можемо звести в таблицю та побудувати залежність $K_u=f(K_p)$ за допомогою Microsoft Excel:

Таблиця 3.5. Вибірка параметрів ПІ-регулятора

					СУЗ-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						50
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

	M=	1,62	
T	Kp	Ku	R
50	2,127	0,0425	0.47
55,34	2,577	0,0465	0.388
60	2,816	0,0469	0.355
65	3,067	0,0471	0.326
70	3,225	0,046	0.31
75	3,355	0,0447	0.298

Отже, підберемо пару, яка буде оптимальною за найменшим значенням інтегрального лінійного показника якості. Для цього побудуємо залежність K_u/T_i від K_p . Необхідне нам значення буде знаходитись у точці максимуму.

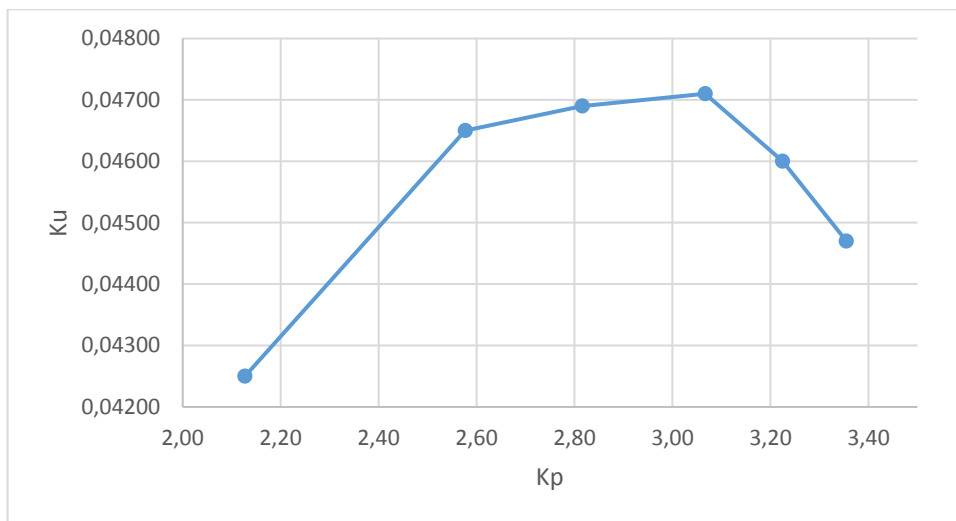


Рис. 3.15. Графік залежності $K_u=f(K_p)$

Таким чином з даної залежності визначаємо наступні параметри регулятора: $K_p=3.07 \frac{\%}{\text{м}^3/\text{год}}$, $K_u=0.047$.

Виходячи із формул, якими ми задавалися перед початком розрахунків визначимо T_u :

$$T_u = \frac{K_p}{K_u} = \frac{3.07}{0.047} = 65 \text{ с}$$

Отже, передаточна функція ПІ-регулятора має вигляд:

$$Wp(p) = 3.07 \left(1 + \frac{1}{65p} \right).$$

Розрахуємо параметри регулятора інженерним методом.

Синтезуємо ПІ-регулятор системи експрес-методом, оснований на затуханні коливань (з затуханням амплітуди 1/4).

Даний метод дозволяє налаштувати регулятор без виведення системи на критичні режими роботи.

Експеримент: (підбираємо k_p , при якому будуть забезпечені затухання)

-встановлюємо початкове k_p ;

-спостерігаємо перехідний процес, змінюючи k_p добиваємось $y_3/y_1=1/4$.

-вимірюємо T та обчислюємо T_u ($T_u=T/1,5$)

Підберемо k_p , при якому $y_3/y_1=0,25$.

Ця умова виконується при $k_p=3,6$. Визначимо T :

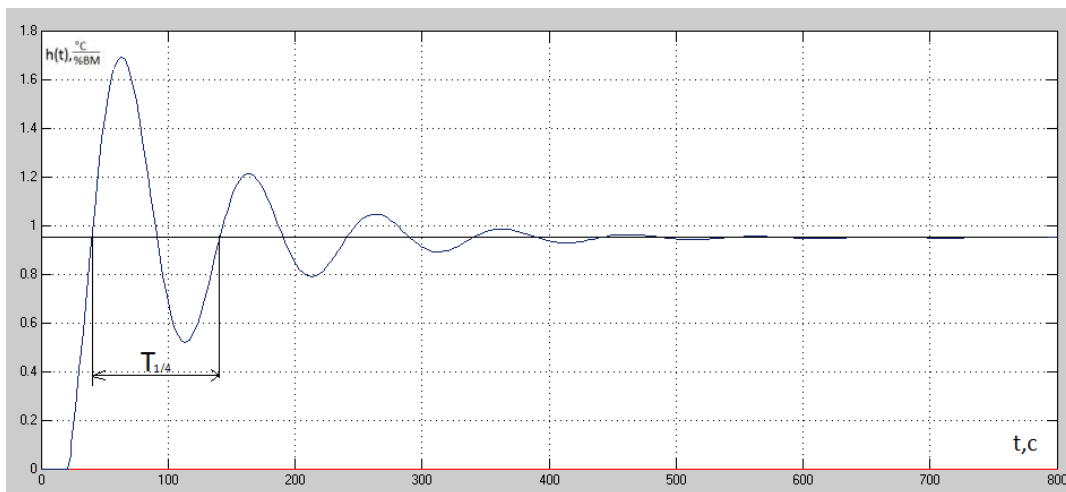


Рис.3.16. Перехідна характеристика САУ при ПІ-законі

- Знайдемо період:

$$T=139,2-40,7=98,5 \text{ (с.)}$$

- Знайдемо T_u :

$$T_u = \frac{T_{1/4}}{1.5} = \frac{98,5}{1.5} = 65,66$$

- Знайдемо k_p :

$$k_p = k_{1/4} = 3,6$$

Отже, передаточна функція регулятора має вигляд:

$$Wp(p) = 3,6 \left(1 + \frac{1}{65,66p} \right).$$

Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

3.5.2. Моделювання і синтез автоматичної системи регулювання

Отже, за результатами розрахунків ми отримали три пари налаштувань регулятора. Розглянемо замкнуту систему з регулятором, налаштованим за цими методиками, розрахуємо перехідні прямі показники якості і зведемо їх до таблиці для порівняння перехідних процесів.

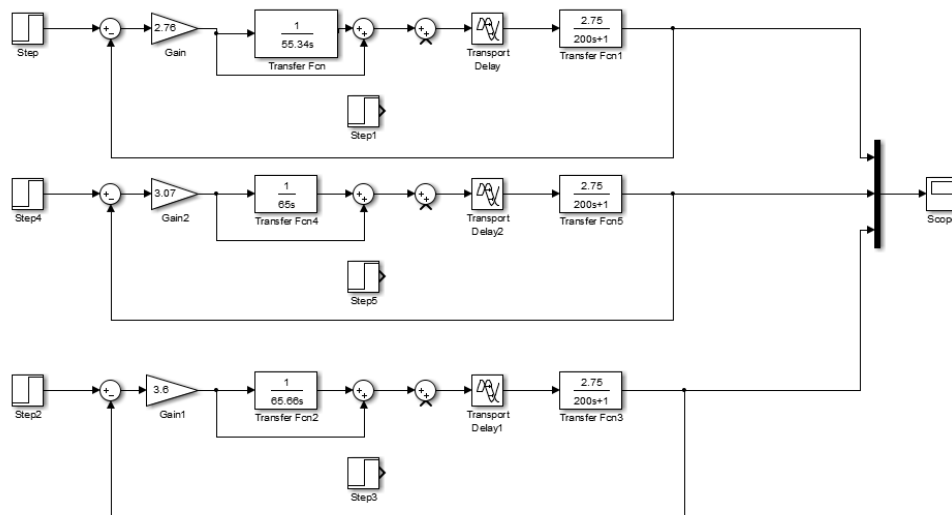


Рис. 3.17. Модель замкненої САР температури під куполом повітропідігрівача для різних налаштувань регулятора

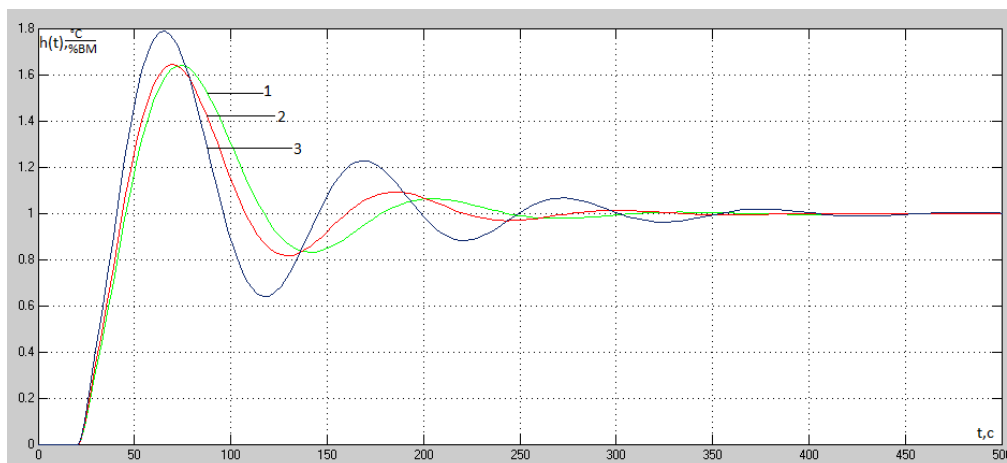


Рис.3.18. Перехідні процеси в замкненій САР температури під куполом повітропідігрівача по каналу «завдання-вихід» (1-РАФХ, 2-МАЧХ, 3-з 20% перерегулюванням)

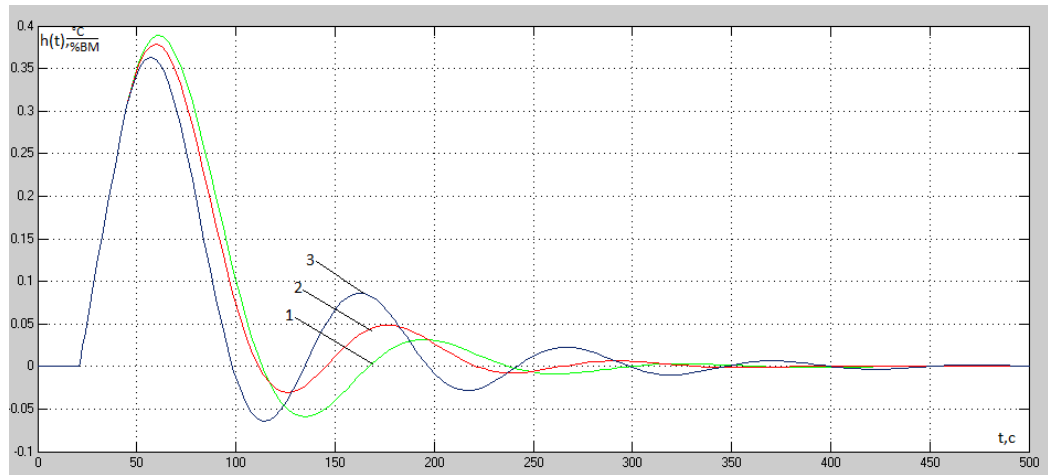


Рис.3.19. Перехідні процеси в замкненій САР температури під куполом повітропідігрівача по каналу "збурення-вихід" (1-РАФХ, 2-МАЧХ, 3-з 20% перерегулюванням)

Порівняємо показники якості перехідних процесів по обом каналах, отриманих для всіх трьох методів налаштування регулятора.

Таблиця 3.6. Прямі показники якості перехідних процесів по каналах «завдання – вихід» та «збурення – вихід» в САР температури під куполом повітропідігрівача

	«завдання-вихід»			«збурення-вихід»		
	РАФХ	МАЧХ	з 20% перерегулюван ням	РАФХ	МАЧХ	з 20% перерегулюванн ям
Статична похибка $\Delta_{ст}$	0	0	0	0	0	0
Динамічна похибка $\Delta_{дин}$	0,643	0,648	0,794	0,388	0,379	0,363
Ступінь затухання ψ	0,898	0,85	0,71	0,92	0,87	0,76
Час регулювання $t_{рег}, c$	219,4	206	285,2	215,3	206,2	278,7
Перерегулювання $\sigma, %$	64,3	64,8	79,4	15,2	8	17,6

Виходячи з отриманих результатів можна зробити висновок, що по каналу «завдання-вихід» методи РАФХ та МАЧХ дають майже однакові результати, по відношенню до інженерного методу.

По каналу «збурення-вихід» метод РАФХ незначним чином поступається методу МАЧХ. МАЧХ має менше перерегулювання та час ругулювання, але динамічна похибка та ступінь затухання гірші).

Щодо інженерної методики, то вона в кінцевому результаті виявилась гіршою і менш точною за графічні методи. Причиною цього може бути те, що інженерні методи є наближеними і використовуються, зазвичай, для економії часу і коли немає вимог до точності. В даній роботі надалі використовуватимемо параметри регулятора, розраховані за методом МАЧХ.

Передаточна функція ПІ-регулятора з оптимальними налаштуваннями має вигляд:

$$Wp(p) = 3,07 \left(1 + \frac{1}{65p} \right)$$

3.5.3. Аналіз чутливості автоматичної системи ругулювання

Грубість одноконтурної САР - це низька чутливість критерію функціонування до варіацій параметрів розімкненої САР.

Для дослідження системи були зняті 9 перехідних характеристик: при змінному $K_{об}$; при змінному $T_{об}$; при змінному $\tau_{об}$ - всі при оптимальних параметрах налагоджування регулятора. Варіації параметрів проводились в діапазоні $\pm 10\%$. Дослідження були проведені по каналу завдання – вихід. Розглянемо детально отримані результати.

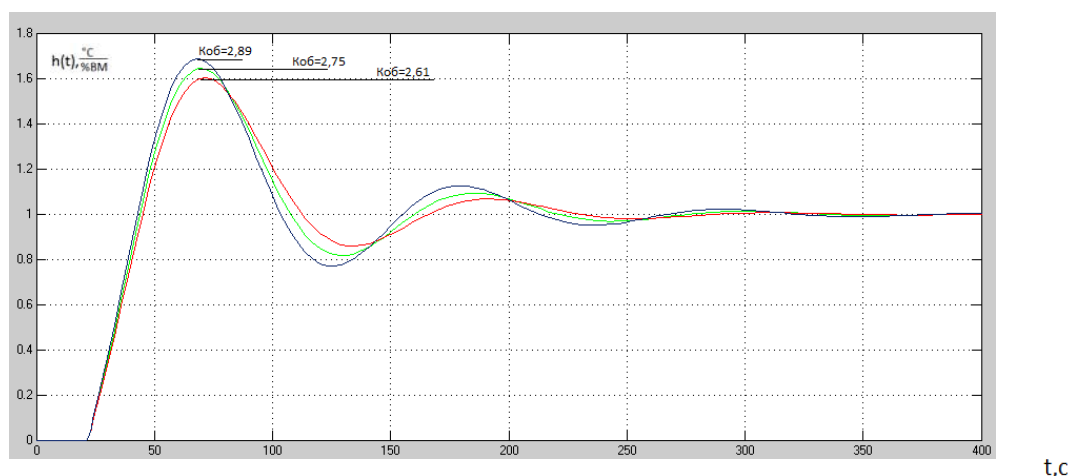


Рис.3.20 Перехідні процеси у замкненій АСР при оптимальних параметрах настроювання регулятора, але при різних значеннях $K_{об}$. ($T_{об}$ та $\tau_{об}$ сталі)

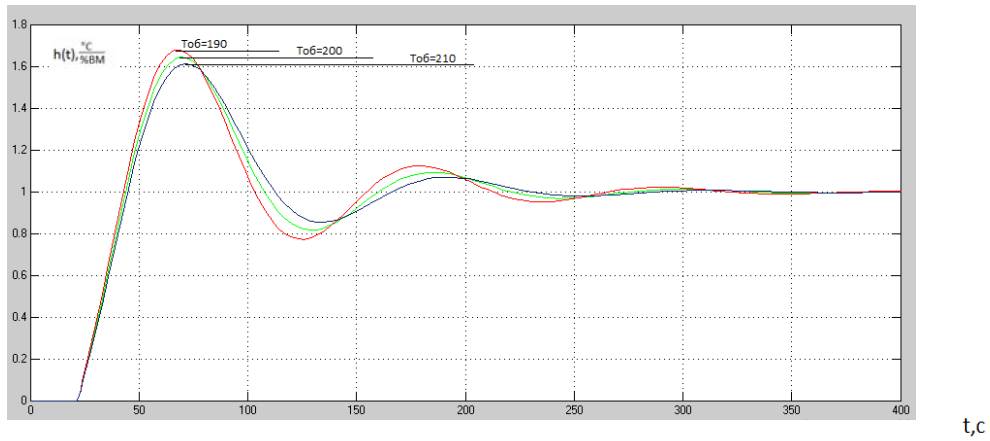


Рис.3.21. Перехідні процеси у замкненій АСР при оптимальних параметрах настроювання регулятора, але при різних значеннях $T_{об}$ ($K_{об}$ та τ_o сталі)

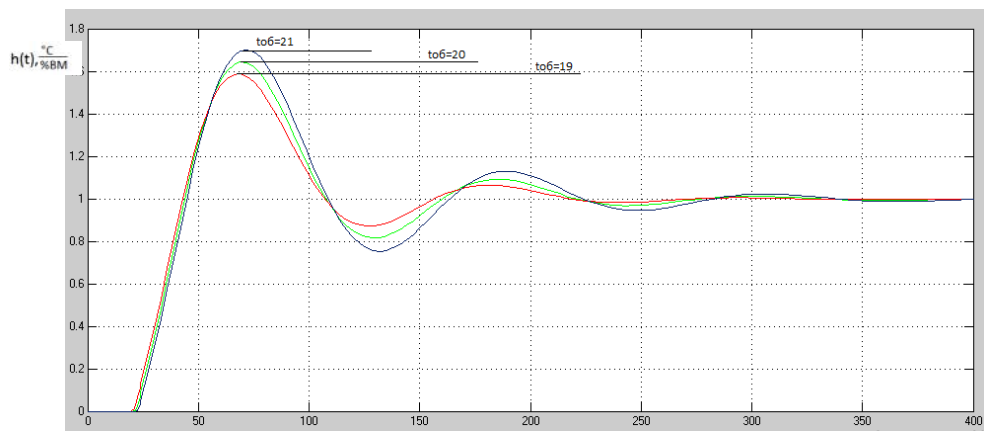


Рис. 3.22. Перехідні процеси у замкненій АСР при оптимальних параметрах настроювання регулятора, але при різних значеннях $\tau_{об}$ ($K_{об}$ та $T_{об}$ сталі)

Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Визначимо для кожного перехідного процесу такі показники якості як максимальну динамічну похибку (Y_1) та час регулювання (t_p).

Таблиця 3.6. Максимальна динамічна похибка та час регулювання при різних значеннях параметрів об'єкта

$k_{об}$ °C / %	$T_{об}, c$	$\tau_o,$	Y_1	τ_p, c
2,75	200	20	0,605	206
2,61	200	20	0,648	207,2
2,89	200	20	0,692	202,8
2,75	190	20	0,683	202
2,75	210	20	0,616	208,4
2,75	200	19	0,59	195,5
2,75	200	21	0,706	254

За отриманими даними побудуємо функції чутливості.

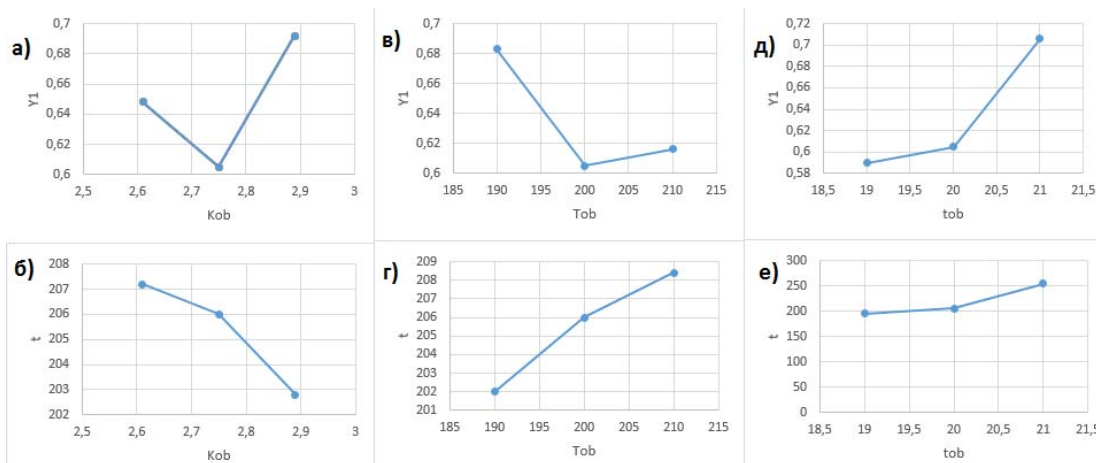


Рис.3.23. Функції чутливості, що будувались для критеріїв якості динамічного викиду та тривалості регулювання:

- а),б) при змінному коефіцієнті передачі об'єкту;
- в),г) при змінній сталій часу об'єкту;
- д),е) при змінному запізненні в об'єкті.

1) Розрахуємо далі відносні коефіцієнти чутливості за наступною формулою:

$$k_Z = \frac{\left| \frac{R - R^{opt}}{R^{opt}} \right|}{\left| \frac{Z - Z^{opt}}{Z^{opt}} \right|}$$

де k_Z - відносний коефіцієнт чутливості для змінного параметра Z ; Z - поточне значення параметра; Z^{opt} - оптимальне значення параметру; R, R^{opt} - відповідно поточне значення критерію якості та значення при оптимальних параметрах.

По $K_{об}$:

1) Розрахунок по y_1 :

$$k_{ky1} = \frac{\left| \frac{Y_1 - Y_1^{opt}}{Y_1^{opt}} \right|}{\left| \frac{K - K^{opt}}{K^{opt}} \right|} = \frac{\left| \frac{0,648 - 0,605}{0,605} \right|}{\left| \frac{2,61 - 2,75}{2,75} \right|} = 1,39; \quad k_{ky2} = \frac{\left| \frac{Y_1 - Y_1^{opt}}{Y_1^{opt}} \right|}{\left| \frac{K - K^{opt}}{K^{opt}} \right|} = \frac{\left| \frac{0,692 - 0,605}{0,605} \right|}{\left| \frac{2,89 - 2,75}{2,75} \right|} = 2,83$$

Розрахунок по $t_{рег}$:

$$k_{kt1} = \frac{\left| \frac{t_p - t_p^{opt}}{t_p^{opt}} \right|}{\left| \frac{K - K^{opt}}{K^{opt}} \right|} = \frac{\left| \frac{207,2 - 206}{206} \right|}{\left| \frac{2,61 - 2,75}{2,75} \right|} = 0,11; \quad k_{kt2} = \frac{\left| \frac{t_p - t_p^{opt}}{t_p^{opt}} \right|}{\left| \frac{K - K^{opt}}{K^{opt}} \right|} = \frac{\left| \frac{202,8 - 206}{206} \right|}{\left| \frac{2,89 - 2,75}{2,75} \right|} = 0,31.$$

Розрахуємо коефіцієнти чутливості для параметра $T_{об}$:

1) Розрахунок по Y_1 :

$$k_{TY1} = \frac{\left| \frac{Y_1 - Y_1^{opt}}{Y_1^{opt}} \right|}{\left| \frac{T - T^{opt}}{T^{opt}} \right|} = \frac{\left| \frac{0,683 - 0,605}{0,605} \right|}{\left| \frac{190 - 200}{200} \right|} = 2,58; \quad k_{TY2} = \frac{\left| \frac{Y_1 - Y_1^{opt}}{Y_1^{opt}} \right|}{\left| \frac{T - T^{opt}}{T^{opt}} \right|} = \frac{\left| \frac{0,616 - 0,605}{0,605} \right|}{\left| \frac{210 - 200}{200} \right|} = 0,36;$$

2) Розрахунок по $t_{рег}$:

$$k_{Ti1} = \frac{\left| \frac{t_p - t_p^{opt}}{t_p^{opt}} \right|}{\left| \frac{T - T^{opt}}{T^{opt}} \right|} = \frac{\left| \frac{202 - 206}{206} \right|}{\left| \frac{190 - 200}{200} \right|} = 0,39; \quad k_{Ti2} = \frac{\left| \frac{t_p - t_p^{opt}}{t_p^{opt}} \right|}{\left| \frac{T - T^{opt}}{T^{opt}} \right|} = \frac{\left| \frac{208,4 - 206}{206} \right|}{\left| \frac{210 - 200}{200} \right|} = 0,23;$$

Розрахуємо коефіцієнти чутливості для параметра $\tau_{об}$:

1) Розрахунок по Y_1 :

$$k_{\tau Y_1} = \frac{\left| \frac{Y_1 - Y_1^{opt}}{Y_1^{opt}} \right|}{\left| \frac{\tau - \tau^{opt}}{\tau^{opt}} \right|} = \frac{\left| \frac{0,59 - 0,605}{0,605} \right|}{\left| \frac{19 - 20}{20} \right|} = 0,5; \quad k_{\tau Y_2} = \frac{\left| \frac{Y_1 - Y_1^{opt}}{Y_1^{opt}} \right|}{\left| \frac{\tau - \tau^{opt}}{\tau^{opt}} \right|} = \frac{\left| \frac{0,706 - 0,605}{0,605} \right|}{\left| \frac{21 - 20}{20} \right|} = 3,33$$

2) Розрахунок по $t_{рег}$:

$$k_{\tau t_1} = \frac{\left| \frac{t_p - t_p^{opt}}{t_p^{opt}} \right|}{\left| \frac{\tau - \tau^{opt}}{\tau^{opt}} \right|} = \frac{\left| \frac{195,5 - 206}{206} \right|}{\left| \frac{19 - 20}{20} \right|} = 1,02; \quad k_{\tau t_2} = \frac{\left| \frac{t_p - t_p^{opt}}{t_p^{opt}} \right|}{\left| \frac{\tau - \tau^{opt}}{\tau^{opt}} \right|} = \frac{\left| \frac{254 - 206}{206} \right|}{\left| \frac{21 - 20}{20} \right|} = 4,67$$

За отриманими в цьому розділі даними можна зробити наступні висновки:

- 1) обрані оптимальними параметри налаштування регулятора задовольняють вимогам до якості перехідних процесів в АСР температури під куполом повітропідігрівача;
- 2) за результатами дослідження отриманої системи на чутливість можна сказати, що система не є чутливою по більшості показників.

3.6. Імітаційне моделювання і аналіз функціонування АТК

Керування технологічним процесом виконується оператором за допомогою SCADA-системи. В якості програмного забезпечення SCADA (Supervision Control And Data Acquisition) обрано InTouch фірми Wonderware. Для забезпечення обміну інформацією між програмованим контролером і SCADA системою служить OPC Server фірми MatrikonOPC.

В InTouch реалізовано такі вікна: вікно головного меню, мнемосхема, вікно алармів реального часу, історичних алармів, трендів реального часу, історичних трендів, вікно довідки. Розглянемо ці вікна окремо.

«Меню»

					СУЗ-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						59
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Користувач починає свою роботи з вікна «Меню» після того, як введе логін та пароль (див.рис.3.24).

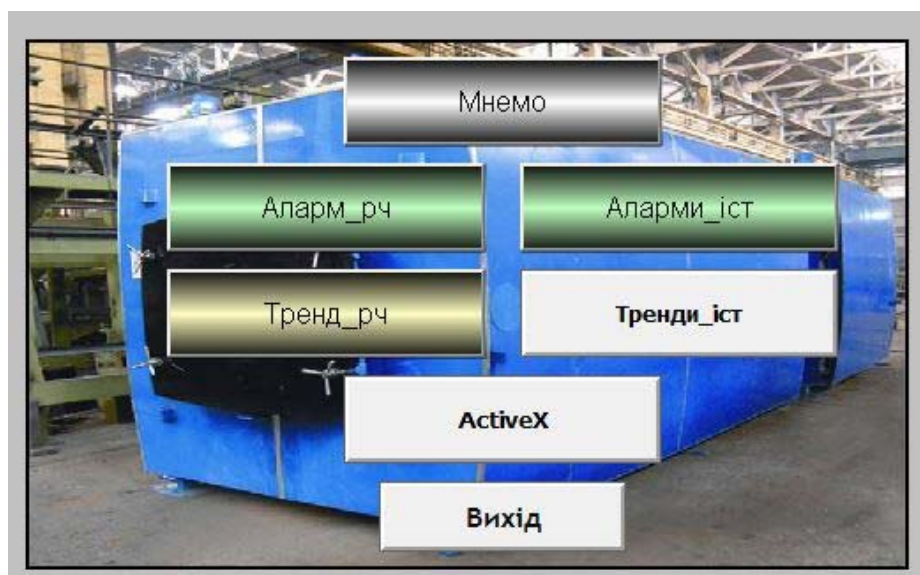


Рис. 3.24. Вікно «Меню»

«Мнемосхема»

Мнемосхема являє собою графічне зображення функціональної схеми контрольованого об'єкта, тобто це умовна інформаційна модель виробничого процесу або системи.

Наочно відображаючи структуру системи, мнемосхема полегшує оператору запам'ятовування схем об'єктів, взаємозв'язок між параметрами, призначення приладів і органів управління. У процесі управління мнемосхема для оператора є найважливішим джерелом інформації про поточний стан системи, характер і структуру процесів. Також мнемосхема сигналізує про стан аварії, що дуже важливо на будь-якому виробництві.

Дана мнемосхема містить зображення повітропідігрівача у спрощеному вигляді. Схема є інтуїтивно зрозумілою та легкою в читанні. Для кращої наглядності деякі елементи мають анімацію. На схемі показані місця виміру параметрів ТП та їх значення. Одразу ж можна керувати та виставляти завдання для об'єкта управління (див.рис.3.25).

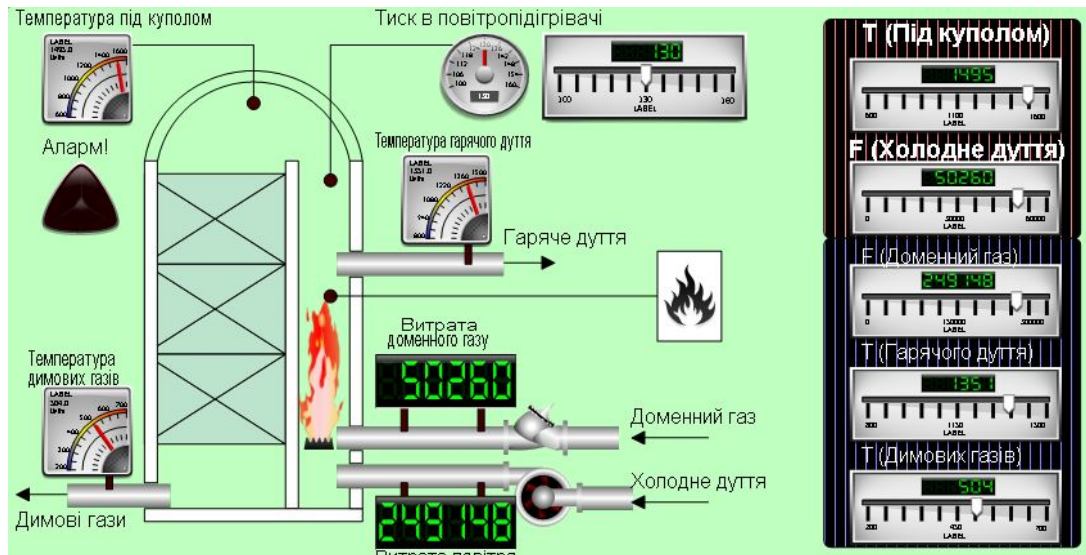


Рис. 3.25. Вікно «Мнемосхема»

«Тренди реального часу»

Тренд — це зміна значень описової характеристики ОУ в часі. Тренди реального часу відображають будь-які зміни встановлених параметрів. Дана схема фіксує температуру під куполом повітропідігрівача та витрату холодного повітря (див.рис.3.26).

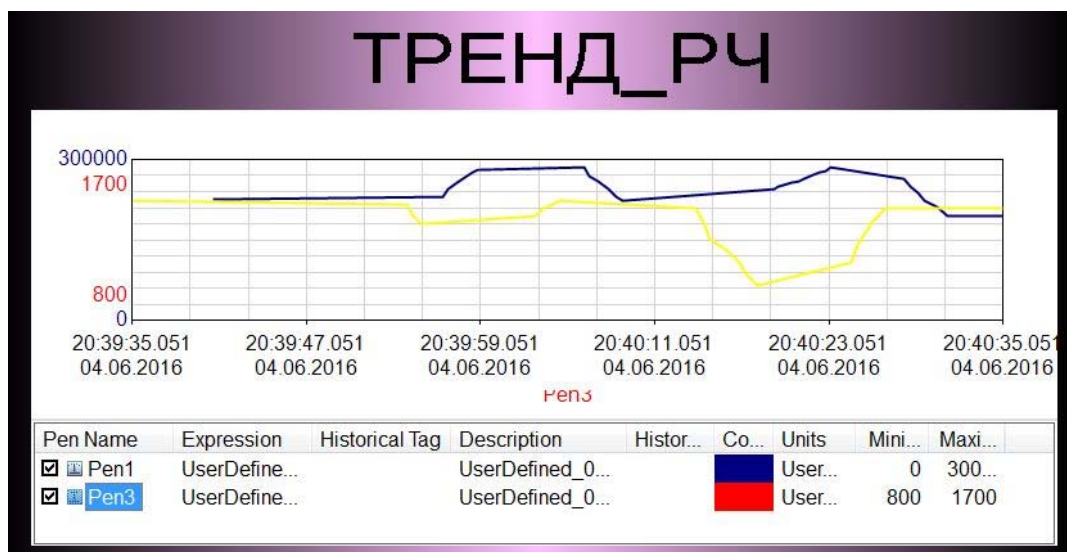


Рис. 3.26. Вікно «Тренди реального часу»

«Історичні тренди»

Історичні тренди відображають інформацію про зміну параметрів реальних трендів за значно більший проміжок часу. Інформація записується у внутрішню базу даних Intouch. На відміну від трендів реального часу історичні тренди не оновлюються тому для них необхідно здійснювати оновлення

(клавіша «Оновити»). За допомогою історичних трендів ми можемо проглянути як повадився графік зміни параметрів у минулі моменти часу (див.рис.3.27).

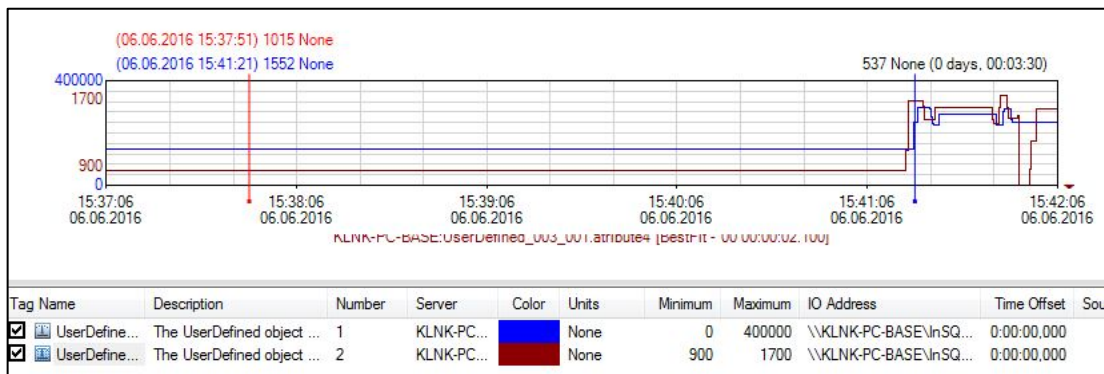


Рис. 3.27. Вікно «Історичні тренди»

«Аларми реального часу»

Аларми повідомляють оператора про стани процесу, які потенційно можуть призвести до проблем. Зазвичай від оператора вимагається підтвердження аларму. Аларми, які активні в даний момент, називаються алармами реального часу (див.рис.3.28).

TimeLCT	State	Type	Class	Priority	Name	Group	Node
04.06.2016 2...	UNACK	Hi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	klnk-PC-I
04.06.2016 2...	UNACK	HiHi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	klnk-PC-I
04.06.2016 2...	UNACK	Hi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	klnk-PC-I
04.06.2016 2...	UNACK	HiHi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	klnk-PC-I
04.06.2016 2...	UNACK	Hi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	klnk-PC-I
04.06.2016 2...	UNACK	LoLo	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	klnk-PC-I
04.06.2016 2...	UNACK	Lo	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	klnk-PC-I
04.06.2016 1...	UNACK	LoLo	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	klnk-PC-I
04.06.2016 1...	UNACK	Lo	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	klnk-PC-I
04.06.2016 1...	UNACK	Hi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	klnk-PC-I
04.06.2016 1...	UNACK	HiHi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	klnk-PC-I

Рис. 3.28. Вікно «Аларми реального часу»

«Історичні Аларми»

Історичні аларми (historical alarms) — аларми, які неактивні в даний момент, зазвичай вони зберігаються в базі алармів. Межі введення алармів обираються зважаючи на близькі до критичних значення параметрів. Також є можливість квітування одного чи усіх алармів (див.рис.3.29).

АЛАРМИ ІСТ

TimeLCT	State	Type	Class	Priority	Name	Group	Node
06.06.2016 1...	UNACK_...	HiHi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	KLNI
06.06.2016 1...	UNACK_...	Hi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	KLNI
06.06.2016 1...	UNACK_...	HiHi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	KLNI
06.06.2016 1...	UNACK_...	Hi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	KLNI
06.06.2016 1...	UNACK_...	Hi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	KLNI
06.06.2016 1...	UNACK_...	HiHi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	KLNI
06.06.2016 1...	UNACK_...	HiHi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	KLNI
06.06.2016 1...	UNACK_...	Hi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	KLNI
06.06.2016 1...	UNACK_...	HiHi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	KLNI
06.06.2016 1...	UNACK_...	Hi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	KLNI
06.06.2016 1...	UNACK_...	HiHi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	KLNI
06.06.2016 1...	UNACK_...	Hi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	KLNI
06.06.2016 1...	UNACK_...	Hi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	KLNI
06.06.2016 1...	UNACK_...	Hi	VALUE	500	UserDefin...	Area_001...	KLNI

Displaying 1 to 100 of 5364 alarms (local) - WWALLDB Connected Helsinki, Kyiv, Riga, Sofia, Tallinn, Vilnius Requery

Рис. 3.29. Вікно «Історичні Аларми»

«Браузер, інструкції та відео»

Дане вікно призначене для оператора як допоміжний матеріал (див.рис.3.30).

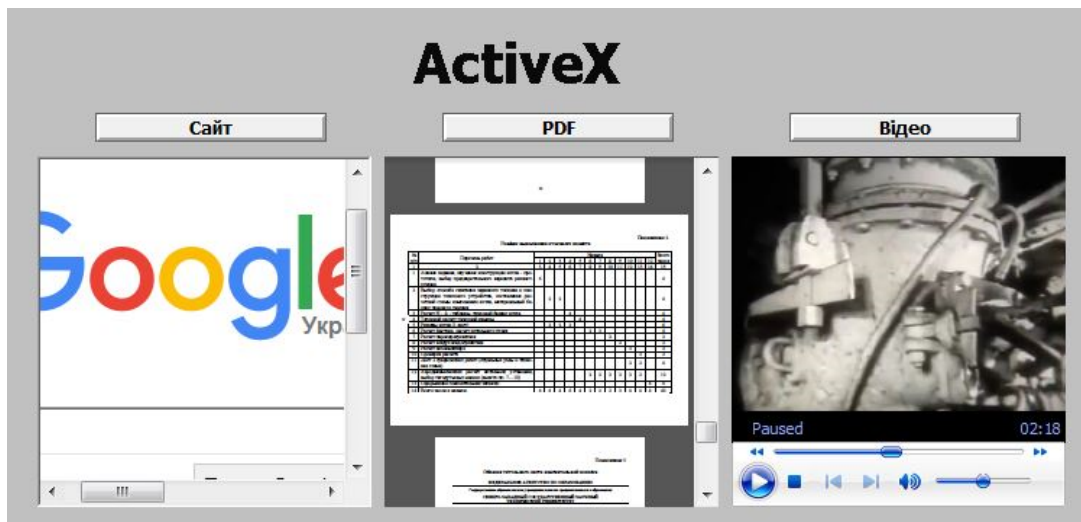


Рис. 3.30. Вікно «Браузер, інструкції та відео»

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - діюча на підставі відповідних законодавчих та інших нормативних актів система соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, що забезпечують збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Законодавство про працю містить норми і вимоги з техніки безпеки і виробничої санітарії, норми, що регулюють робочий час і час відпочинку, звільнення та переведення на іншу роботу, норми праці щодо жінок, молоді, гігієнічні норми і правила тощо.

Охорона праці є невід'ємною частиною організації праці і виробництва. Виконання відповідних правил і норм підвищує продуктивність праці, знижує кількість професійних захворювань та травматизму на виробництві.

Правова основа охорони праці базується на Конституції України, Законі України «Про охорону праці». Обов'язок по виконанню усіх правил та заходів щодо охорони праці на підприємствах, в установах і організаціях покладено на адміністрацію. За станом охорони праці, виконанням законів про працю та правил по охороні праці встановлений державний нагляд на суспільний контроль.

Підрозділи служби охорони праці на виробництві займаються навчанням персоналу, слідкують за суворим дотриманням санітарно-гігієнічних умов праці і за проведенням періодичних медичних оглядів працюючих. Одним із завдань служби охорони праці на виробництві є нагляд за відповідністю оплати праці і небезпечністю та шкідливістю виконуючих робіт. Підводячи підсумок, ще раз відзначимо, що завданням охорони праці є виконання комплексу заходів, метою яких є збереження здоров'я людини на виробництві.

Тема дипломного проекту — «АСР повітропідігрівача доменної печі». Повітропідігрівач — це апарат для нагріву повітря (холодного дуття, що надходить з повітродувної машини) перед подачею його в доменну піч. Основні технічні характеристики повітропідігрівача занесені в таблицю 4.1.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						64
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1. Основні технічні характеристики повітропідігрівача

Температура купола	1490 °C
Температура гарячого повітря	1350 °C
Тиск в повітропідігрівачі	130кПа
Витрата доменного газу	50000 м ³ /год
Витрата холодного повітря	250000 м ³ /год

В основу роботи АСР температури куполу покладено ПЛК SIMATIC PCS7 S7-300 виробництва фірми Siemens, у який через модуль аналогового вводу надходить сигнал від термоперетворювачів опору ТПР-1788. Сигнал від контролера надходять на частотний перетворювач, а потім на двигун 5AM250S6, який в залежності від температури, збільшує або зменшує кількість обертів лопаток дуттьового вентилятора, що сприяє зміні витрати холодного дуття.

Основними споживачами електроенергії є двигуни, джерела живлення вимірювальних приладів, вентилятор, засоби обчислювальної техніки.

Всі датчики, регулюючі клапани та первинні перетворювачі змонтовані на установці у відповідності з вимогами технології.

Обладнання (блок живлення, контроллер, перетворювачі тиску) розташовані на щиті, який знаходиться в спеціальному приміщенні.

На оператора покладаються функції забезпечення нормального протікання технологічного процесу (слідкування за показами приладів, керування технологічним процесом як у нормальних, так і в аварійних ситуаціях). Тому необхідно забезпечити йому максимально комфортні умови праці: мікроклімат, освітлення, зведення до мінімуму шумів та вібрацій. Важливими є заходи по запобіганню травматизму і професійних захворювань.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		65

В даному розділі запропоновані технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації засобів автоматизації, з гігієни праці та з виробничої санітарії, з пожежної безпеки.

4.1. Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації засобів автоматизації

Для забезпечення безпеки технологічного процесу та обслуговування обладнання у проекті передбачені такі заходи, що забезпечують безпечність процесу, згідно з [8]:

- дистанційне керування процесом стабілізації температури;
- використання вентиляції;
- електробезпека.

Технічні засоби системи автоматизації розміщуються:

- на технологічному обладнанні та біля нього — датчики температури, тиску, витратоміри, виконавчі механізми;
- в приміщенні операторського пункту — засоби оперативного керування, відображення інформації, мікропроцесорної та обчислювальної техніки.

Експлуатація та контроль обладнання здійснюється із щита управління, з якого відбувається керування всіма електроприводами цього устаткування. Загальна площа приміщення становить 30 м². У ньому знаходиться щит з приладами для виміру параметрів і контролю технологічних процесів, а також контролер SIMATIC PCS7 S7-300.

Для передачі сигналів від датчиків використовується електрична система, що вимагає суворого дотримання правил експлуатації і повинна бути завжди в справному стані. У приміщенні також розташовані пристрої сигналізації і зв'язку (світлове табло, індикатори, телефон). Зручне раціональне розташування щитів і АРМ дозволяє оператору виключити зайві рухи. Планування робочого місця звільняє працюючу людину від стомлюючих трудових рухів і забезпечує зручну робочу позу. Робоче місце виконане з

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		66

урахуванням вимог технічної естетики, ергономіки, антропометричних даних тіла людини (зріст, розміри, форма тіла, сила і напруга руху рук і ніг, зору, слуху).

Також приміщення повинні мати примусову припливно-витяжну вентиляцію з підігрівом повітря, що подається в зимовий час.

Щодо повітропідігрівача:

- Теплоізоляція і конструкція вогнетривкої кладки повітронагрівачів повинні забезпечувати в період експлуатації температуру поверхні кожуха, передбачену проектом.

- Повітронагрівач обладнується приладами контролю температури кожуха в купольній і підкупольній частинах. Температура кожуха повітропідігрівача повинна систематично (не рідше одного разу на місяць) замірятися переносними контактними термометрами з записом в спеціальному журналі.

- У разі появи тріщин і продувів повітропідігрівача виводиться з роботи, відключається від повітряної та газової мереж до їх усунення.

- Кожен повітропідігрівач повинен мати технічний паспорт. У паспорті зазначають результати періодичних оглядів, а також всі вироблені ремонти із зазначенням їх характеру і з додатком креслень, за якими були проведені ремонти. У паспорті також вказуються особи, які виконували зварювальні роботи.

- Щорічно повинні проводитися заміри аеродинамічного опору насадки повітронагрівачів.

- У будівлях повітропідігрівачів передбачаються під'ємно-транспортні пристрої для монтажу обладнання, а також монтажні прорізи з огорожами. Споруди повітропідігрівачів обладнуються вітровідбійними щитами.

4.2. Електробезпека

Згідно з [9], під електробезпекою розуміють систему організаційних та технічних заходів та засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої дії

					СУЗ-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		67

електричного току, електричної дуги та електромагнітного поля. Небезпека електричного струму збільшується ще й тим, що людини не в змозі без спеціальних приладів виявити напругу дистанційно.

Згідно з ПУЕ категорія приміщень по небезпеці електротравматизму визначається з врахування таких факторів підвищеної небезпеки: підвищена температура в приміщенні ($>35^{\circ}\text{C}$), вологість ($>75\%$), струмопровідна підлога, струмопровідний пил, можливість одночасного торкання до струмопровідних частин приладів і металоконструкціям - та факторів особливої небезпеки: відносна вологість повітря в приміщенні близька до насичення, агресивна середовище, яка руйнує ізоляцію, конденсація вологи на поверхню устаткування. В приміщенні теплового щита температура біля 20°C , вологість до 75% , струмопровідність підлоги - струмонепровідна дерев'яна, також відсутня можливість одночасного торкання до струмопровідних частин металоконструкцій будівлі і технологічних апаратів. Таким чином приміщення щитової відноситься до приміщень без підвищеної небезпеки електротравматизму.

За електрозахистом обладнання система автоматизації має ОІ клас.

Основними заходами захисту від ураження електричним струмом є:

- Технічні рішення із запобігання електротравм від контакту з нормально струмовідними елементами електроустаткування;
- Технічні рішення щодо запобігання електротравм при переході напруги на нормально не струмовідні елементи устаткування;
- Застосування спеціальних засобів захисту.

4.2.1. Технічні рішення щодо запобігання електричних травм від дотику до нормально струмовідних частин електрообладнання

При нормальному режимі роботи обладнання забезпечене розміщення струмоведучих частин електрообладнання у важкодоступних місцях: за стінками щитів, які виключають доступ сторонніх осіб; освітлювальні лампи розміщені на висоті не менш ніж $2,5$ м від підлоги; всі струмоведучі

					СУЗ-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						68
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

провідники використовуються у полівінілхлоридній оболонці, жгути провідників знаходяться у вінілопластикових трубах діаметром 50 мм з товщиною стінки 2 мм.

Виконуючи механізми розташовані в місцях , які виключають випадковий доступ людини і захищені металевою сіткою, що забезпечує безпечну експлуатацію обладнання.

Передбачене використання пониженої напруги для наступних споживачів: в мережі переносного освітлення - 12 В . Розетка розташована на стінці у щитовому приміщенні з зворотної сторони щита. Для запобігання помилок серед персоналу розетки з напругою 12 В мають колір та форму які відрізняються від розеток з напругою 220 В.

Передбачене надійне і швидке автоматичне відключення частин основного і допоміжного електрообладнання, які можуть виявитися під напругою, і пошкоджених електричних мереж за допомогою автоматичного вимикача Siemens 3VT1, що забезпечує розрив ланцюга живлення у випадку короткого замикання або виникнення струму тривалих перевантажень.

З використанням щита знижується ймовірність механічних пошкоджень, практично виключається можливість потрапляння вологи на струмоведучі частини (все це завдяки тому, що переважна кількість провідників сховані в середині щита).

При експлуатації та ремонті приладів оперативним персоналом повинні застосовуватись засоби індивідуального захисту (гумові коврики, електроінструмент з ізольованими ручками, діелектричні рукавиці, тощо).

4.2.2. Технічні рішення щодо запобігання електричних травм при переході напруги на нормально неструмовідні частини обладнання

Для запобігання небезпеки ураження людини електричним током у випадку порушення ізоляції та появи напруги на корпусах інших нормально неструмоведучих ділянках електрообладнання згідно з [10] застосовуються наступні захисні засоби:

- занулення;

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						69
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- заземлення;
- захисне вимкнення.

Вибір того чи іншого засобу залежить від конкретних умов. В нашому випадку використовується занулення.

Занулення застосоване відповідно до [10] мережа з глухо заземленою нейтраллю напругою до 1 кВ. Ціллю є виключення небезпеки ураження людини при пробі на корпус обладнання однієї фази мережі. Завдяки приєднання до нульового провідника, а відповідно до нейтральної точки всіх не струмоведучих провідних частин обладнання. Однофазне замкнення на корпус переходить в однофазне коротке замикання, що викликає спрацювання максимального струмового захисту (плавких вставок, електромагнітних розціплювачів). Контроль занулення виконується 1 раз на 5 років.

4.2.3. Основні заходи з електробезпеки у робочих приміщеннях

1. Забезпечено недоступність струмопровідних частин (застосована схована проводка, кабель прокладений у спеціальних жолобах).
2. Забезпечено ізолювання струмопровідних частин з використанням поліхлорвінілової й іншої ізоляції, передбачені постійний контроль і профілактика ізоляції.
3. Розподільні шафи, пускові пристрої і клемні коробки закритого типу (розміщуються в спеціальних кожухах) – для забезпечення неприступності неізольованих струмопровідних частин.
4. Пускова апаратура електродвигунів, витяжних вентиляторів встановлена поза приміщенням печі.
5. Електродвигуни технологічних механізмів керуються дистанційно.
6. Світильники розташовані на висоті не менш 2,5 м над робочими місцями.
7. В електроустановках забезпечена орієнтація за рахунок застосування знаків і міток. Усі струмопровідні частини обгороджені і вивішені плакати

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						70
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

(“Стой! Напряжение!”, “Не влезай, убьет!”, “Не включать – работают люди!”).
Установлено блокування, що знімають напругу при знятті огорожень.

4.3. Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії

Виробнича санітарія — один з важливих розділів охорони праці — забезпечує санітарно-гігієнічні умови праці, зберігає здоров'я, сприяє високій продуктивності праці.

Безпосередньо біля працюючого устаткування немає постійних робочих місць, а керування технологічним процесом відбувається з автоматизованого робочого місця, де розташовані операторські станції та вторинні прилади. У зв'язку з цим вимоги з виробничої санітарії розглядаються як для основного виробничого приміщення сушильної камери, так і для приміщень постійного перебування персоналу.

Виділяються 5 основних виробничих факторів, що впливають на санітарно-гігієнічні умови праці: повітря робочої зони (мікроклімат виробничих приміщень, склад повітряного середовища); світловий клімат; шумовий клімат; виробничі вібрації; виробничі випромінювання.

4.3.1. Мікроклімат робочої зони

Як і будь-якому приміщенні, щитовій властивий свій мікроклімат, що впливає на стан організму, тому для створення комфортних (а значить, і оптимальних) умов працюючому, необхідне забезпечення сприятливих умов мікроклімату.

Нормуючими параметрами мікроклімату є: температура повітря, відносна вологість повітря, рухливість повітря, інтенсивність теплового випромінювання, які приймаються в залежності від періоду року, виходячи з категорії робіт по важкості [11] та [12]. Згідно з енерговитратами організму, категорія виконання робіт для щитової І-б.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						71
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

При роботі з ПЕОМ інфрачервоним, ультрафіолетовим та іншими видами випромінювань опромінюється від 25% до 50% тіла оператора, тому за [13] інтенсивність теплового випромінювання повинна складати не більше $70\text{Вт}/\text{м}^2$.

Оптимальні (допустимі) параметри мікроклімату для умов, що розглядаються (категорія робіт та період року) наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. Параметри мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Оптимальні			Допустимі		
		t, °C	W, %	V м/с	t, °C	W, %	V м/с
Теплий	I-б	22-24	40-60	< 0,2	20-24	60	0,1-0,3
	II-а	21-23	40-60	< 0,3	18-27	65	0,2-0,4
Холодний	I-б	21-23	40-60	< 0,1	20-24	75	< 0,2
	II-а	18-20	40-60	< 0,2	17-23	75	< 0,3

Згідно таблиці, температура, вологість та рухливість повітря у приміщенні щитового управління задовільняють оптимальним умовам.

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату у приміщенні щитової проектом передбачено:

- встановлення кондиціонерів;
- природна вентиляція (витяжні зонти, шафи).

Для захисту робітників від впливу шкідливих речовин і для забезпечення чистоти повітря робочої зони застосовують такі заходи, як:

- герметизація обладнання;
- застосування прогресивних технологій: циклонів, пиловловлювачів ;
- застосування пневмотранспорту;
- зволоження шихти;
- застосування засобів індивідуального захисту.

4.3.2. Склад повітря робочої зони

При періодичному санітарному контролі вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони допускається обмежуватися визначенням максимально-

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						72
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

разової концентрації. Ступінь поглинання шкідливої речовини фільтром або поглиначем повинна бути не менше 95 % за [14]. Метод повинний забезпечувати виборче визначення - зміст шкідливої речовини у відібраній пробі повітря на рівні не більше 0,5 гранично-припустимої концентрації (ГПК). Тривалість добору проб при визначенні максимально-разової ГПК не повинна перевищувати 30 хв. Метод повинний забезпечувати

визначення змісту шкідливих речовин у проточному повітрі на рівні 0,3 ГПК при необмеженому часі добору проби. Метод визначення повинний забезпечувати специфічне визначення змісту шкідливої речовини в пробі в присутності інших речовин, що знаходяться в цей час у повітрі робочої зони.

Результати визначення концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони приводяться до нормальних мов : $t = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$; $P = 760\text{ мм.рт.ст.}$; $\phi = 50\%$. Концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони не перевищує допустимих меж і є безпечною для персоналу.

4.3.3. Освітлення робочої зони

В розробленому проекті зорові роботи згідно з [15] характеризуються як роботи середньої точності: загальний нагляд за ходом виробничих процесів, зчитування показань з контрольно-вимірювальних приладів.

В нічну годину застосовується штучне освітлення, яке поділяється на: робоче (для зчитування показань з приладів 550-1100 лк, для управління і ведення записів 220-550 лк, для огляду і ремонту 100 лк), чергове 0,2-0,5 лк, аварійне та евакуаційне $>0,5\text{ лк}$.

Для забезпечення нормальних умов роботи користувачів ВДТ ПЕОМ виконані наступні вимоги:

- розташування джерел світла виключає попадання прямого світла в очі;
- виключено розташування моніторів екранами один до одного;
- для виключення відблисків відображення на екранах світильників загального призначення застосовуються антивідблискувальні сітки;
- стіни, стеля й апаратура пофарбовані у світлі тони;

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		73

Не рідше одного разу в рік і після кожного ремонту виробляється контроль освітленості робочих місць.

4.3.4. Виробничий шум та вібрації

Джерелами шуму в щитовій є: вентилятори охолодження, витяжки і кондиціонери - є джерелами механічного шуму; джерела електроживлення - є джерелами електромагнітного шуму. Отже в лабораторії переважає широкосмуговий постійний шум.

Зроблені в лабораторії виміри рівнів шуму (виміри здійснювалися шумоміром Ш - 70 при ввімкненні 2/3 всього устаткування, включаючи кондиціонери і витяжки) показали, що шумові умови в лабораторії не перевищують припустимі норми.

Параметри вібрацій нормуються в залежності від частоти та напрямку коливань, їх виду, часу дії протягом зміни.

Під час виконання робіт з ВДТ ЕОМ і ПЕОМ у виробничих приміщеннях значення характеристик вібрації на робочих місцях не повинні перевищувати допустимі відповідно до [16]. Гранична частота вібрації складає 18 Гц, при меншій частоті вібрація сприймається як окремі поштовхи. Верхня границя частоти вібрації, яка сприймається, знаходиться на рівні 1500 Гц.

4.4. Пожежна безпека та профілактика

Відповідно до вимог [17] та [18] щитове приміщення має категорію Д, вогнестійкість характеризується 2 ступенем вогнестійкості.

Архітектурно-будівельні рішення прийняті.

На об'єкті передбачається комплекс заходів, які передбачають як профілактику, так і спеціальні системи для знаходження й гасіння пожежі.

Протипожежна профілактика забезпечується дотриманням норм і правил пожежної безпеки.

Таблиця 4.3. Категорії приміщень по пожежній небезпеці

Назва приміщення	Категорія по пожежній небезпеці	Ступінь вогнестійкості	Клас по ПУЕ
------------------	---------------------------------	------------------------	-------------

Головний корпус	Г	II	-
Машинний зал	Г	III А	-
Етажерка електротехнічних приміщень	В	II	II-IIIа
БЩУ	Д	II	-
ХВО	Д	II	-

Оснащення приміщень автоматичними установками пожежогасіння здійснюється відповідно до [19]. У якості вогнегасного засобу застосовується розпилена вода. Установкою автоматичного водного пожежогасіння захищаються кабельні приміщення. На розподільній мережі АПГ кабельних приміщень встановлюються зрошувачі ДВ-10.

Керування всіма системами пожежогасіння здійснюється від панелей.

Відповідно "Інструкції із проектування протипожежного захисту енергетичних підприємств" [20] і [21] у приміщеннях передбачається створення системи автоматичного водного пожежогасіння, для цього передбачається створення протипожежного водопроводу. При цьому:

- розрахункові витрати води - 68,2 л/с; 245,5 м3/год;
- потрібний тиск води в системі - 6,5 кгс/см2;
- відповідно до вимог норм передбачається окремий протипожежний водопровід високого тиску;
- протипожежний водопровід забезпечує зовнішнє пожежогасіння й одночасна дія внутрішніх пожежних кранів, лафетних стовбурів і стаціонарних установок автоматичного пожежогасіння;
- зовнішня мережа протипожежного водопроводу проектується кільцевою.

Причини виникнення пожежі можуть бути наступні:

1. Електронагрівальні прилади, залишені без догляду ,а також паяльник;

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						75
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Коротке замикання в електромережі й устаткуванні;
3. Перегрів місць з'єднання струмоведучих частин;
4. Недотримання норм техніки безпеки;

Для того, щоб уникнути виникнення пожежі, у лабораторії прийняті наступні міри:

1. Силовий щит з центральним рубильником виведений окремо, і прохід до нього знаходиться вільним;
2. Згідно [22] і [23] на 100 м² треба розмістити 1-2 вогнегасники, в лабораторії з первинних засобів пожежогасіння є один вуглекислотний вогнегасник "ОУ2", для приведення в дію якого необхідно тільки відкрити вентиль;
3. Кондиціонер, що знаходиться в лабораторії, обладнаний вибухобезпечним двигуном і вентилятором.
4. Меблі розташовані таким чином, щоб не створювати перешкод при евакуації на випадок пожежі; розміри дверних прорізів відповідають усім вимогам [24]; поруч з лабораторією вивішена план-схема евакуації на випадок пожежі.
5. Всі робітники лабораторії проходять вступний і первинний (безпосередньо на робочому місці) інструктаж.

Всі заходи, спрямовані на запобігання виникнення пожежі, а також заходи, спрямовані на боротьбу з пожежею забезпечені згідно всіх встановлених стандартів та нормативних актів. Приміщення цілком безпечно для усього персоналу.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						76
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко В. И., Смоляк В. А. «Автоматизированные системы управления технологическими процессами в черной металлургии»: Днепродзержинск, 1997. – 575с.
2. В. Ю. Каганов, О. М. Блинов, Г. М. Глинков, В. А. Морозов «Автоматизация металлургических печей»: Москва «Металлургия», 1975. – 376с.
3. Г. М. Глинков, В. А. Маковский, С. Л. Лотман, М. Р. Шапировский «Проектирование систем контроля и автоматического регулирования металлургических процессов»: 2е изд. «Металлургия», 1986. – 352с.
4. «Программируемые контроллеры S7-300». Альбом-каталог.– Siemens, 2014.–380 с.
5. Довідковий посібник з комплексного інженерного розрахунку промислових АСР в курсовому і дипломному проектуванні із спеціальностей "АТПіВ", "КІТПіВ".
6. Баган Т.Г., Батюк С.Г., Бунь В.П., Изгорев М.Ю., Олійник С.Ю. «Методичні рекомендації щодо оформлення курсових та ддипломних проектів. – Київ: Політехніка, 2002.
7. «Методичні вказівки до вивчення дисципліни «Проектування систем управління» для студентів спеціальності «Автоматизація технологічних процесів та виробництв» // Укладач: Баган Т.Г– К.: НТУУ "КПІ".– 2011.– 45 с.
8. ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – Взамен ГОСТ 12.2.003-74; Введ.01.01.1992. - М. : Стандартинформ, 1991. – 10 с.
9. ГОСТ 12.1.009-76 ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения: Стандартинформ, 2009. – 16 с.
10. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ “Електробезпека. Захисне заземлення та занулення”: Стандартинформ, 1996, 10с.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		77

11. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. 1999, 10с.
12. ГОСТ 12.1.005-88.ССБТ «Повітря робочої зони. Загальні санітарно гігієнічні вимоги»: Стандартиформ, 2006, 50с.
13. ДНАОП 0.03-3.15-86. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень № 4088-86.
14. ГОСТ 12.1.005-80. «ОБЩИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВОЗДУХУ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ» : Стандартиформ, 1989, 50с.
15. ДБН В.2.5-28-2006. «Природне і штучне освітлення»: Мінрегіон України, 2006, 171с.
16. ДСН 3.3.6.039-99. «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»:1999, 26с.
17. ДБН В.1.1-7:2002. «Пожежна безпека об'єктів будівництва»: Держбуд України, 2003, 42с.
18. НАПБ Б.03.002-2007. «Нормы определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»: 2007, 27с.
19. ДБН В.2.5-56-2014. «Системы протипожежного захисту»: Мінрегіон України, 2015, 133с.
20. РД 34.49.101-87. «Инструкция по проектированию противопожарной защиты энергетических предприятий»: 1987, 21с.
21. СНиП 2.04.09-84. "Протипожежна автоматика будинків і споруджень": 1984, 24с.
22. ДСТУ 3675-98. «Пожарная техника. Огнетушители переносные. Общие технические требования и методы испытаний»: 1984, 45с.
23. ГОСТ 27331-87 «ПОЖАРНАЯ ТЕХНИКА. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЖАРОВ»: 1988, 10с.
24. ДБН В.1.1.7–2002. «ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА»: Держбуд України, 2003, 42с.

					СУз-51Ш.6.151.00.01.17.ПЗ	Лист
						78
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

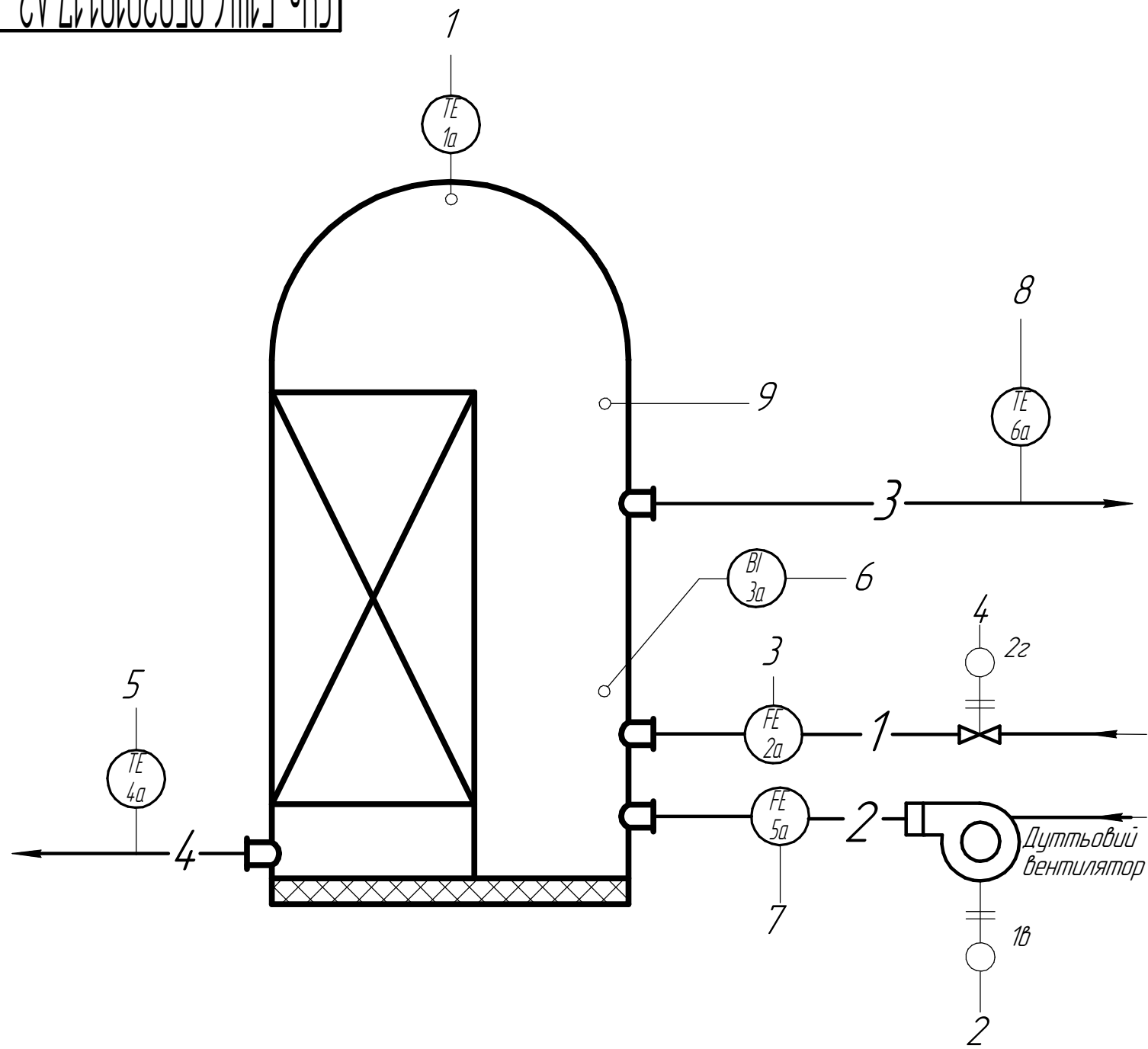
Инв. № д/цкл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

СУз-51Ш.6.05020101.17.А2



Таблиця умовних позначень трубопроводів

Позначення	Найменування
-1-	Доменний газ
-2-	Холодне дуття
-3-	Гаряче дуття
-4-	Димові гази

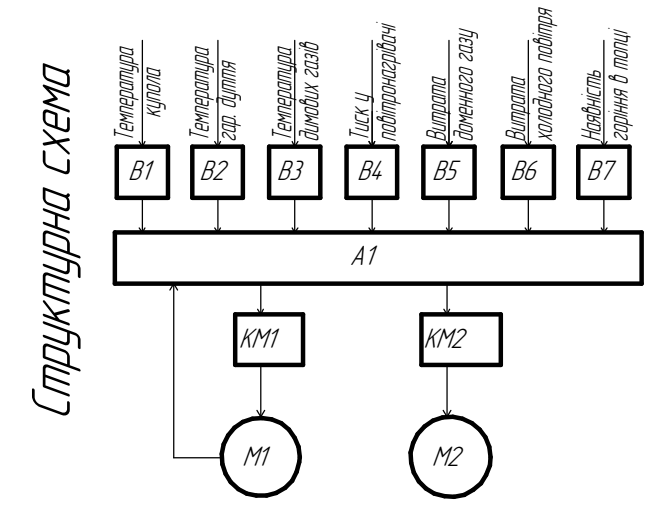
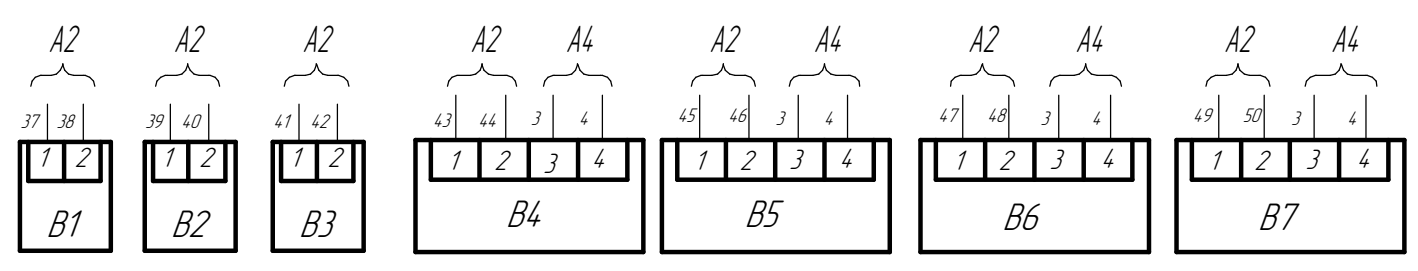
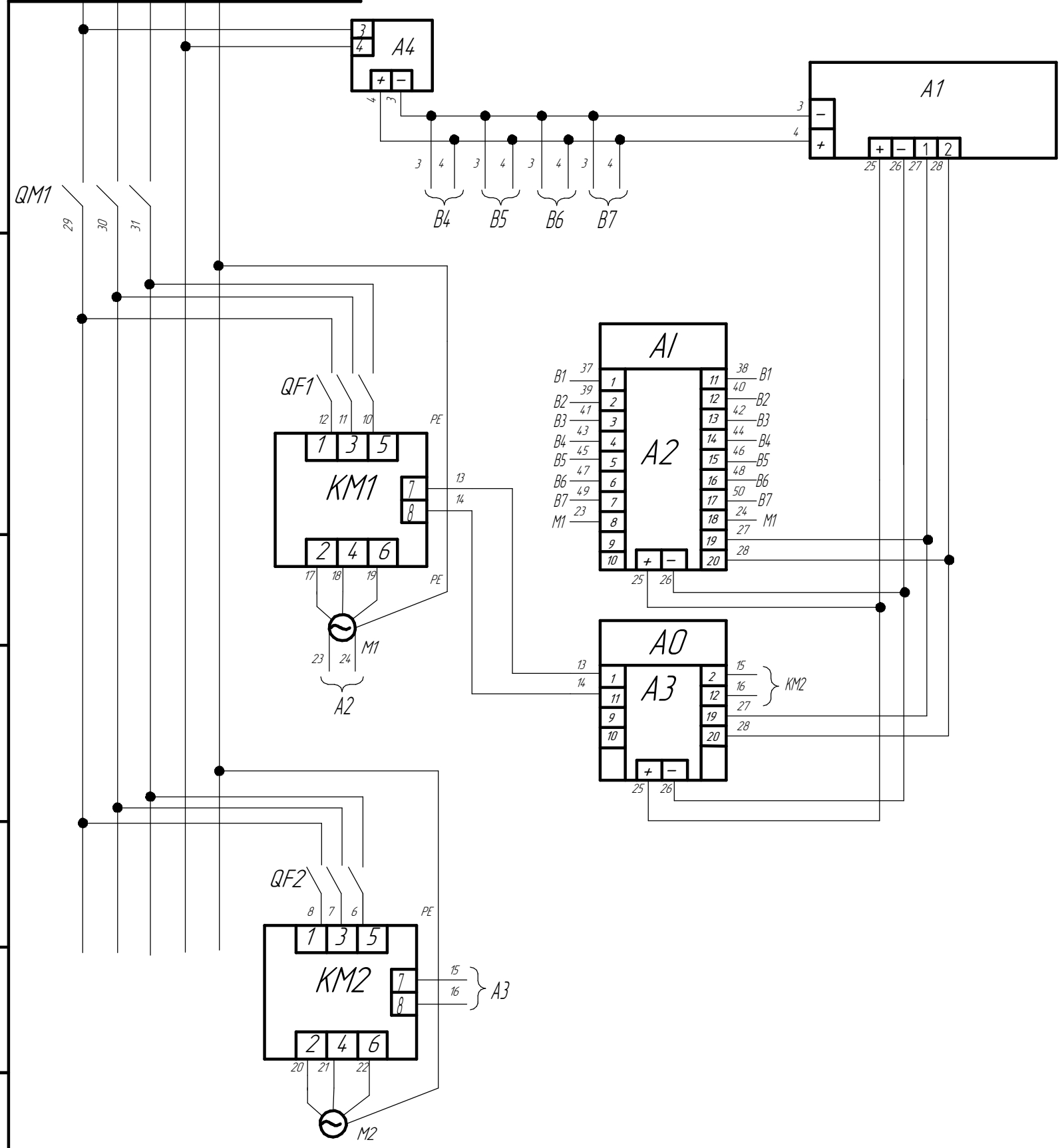
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1490 °C	50000 м³/год	500 °C				250000 м³/год	1350 °C	130 кПа

За місцем	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SY 1б	FT 2б	NS 2б					FT 5б		PT 7а
Щит автоматизації	контроль								
	індикація	•							
	регулювання	•	•	•	•				
	сигналізація	•							
	блокування	•							

СУз-51Ш.6.05020101.17.А2			
Изм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата
Разраб.	Макієнко Я.М.		
Пров.	Андрюсенко О.О.		
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			
Система управління установкою приготування повітря			Лист
Схема автоматизації функціональна			Листов 1
Копіював			Формат А3

СУЗ-51Ш.6.05020101.17.ЕЗ

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инд. № дщдл.
Инд. №
Взам. инв. №
Инд. № подл.
Инд. № подл.



Структурна схема
Перелік електроапаратури

Місце встановлення	Позначення за схемою	Назва	Кількість	Примітки
Щит автоматизації	A1	Контролер Siemens SIMATIC PCS7 S7-300	1	
	A4	Блок живлення Siemens Sitop PSU 200M	1	
	KM1	3-х полюсний контактор Sirius 3RT2025	1	
	KM2	Частотний перетворювач MICROMASTER 430 2UD34	1	
	QF1	Автоматичний вимикач, Sirius 3RV1021-0JA25	1	
	QF2	Автоматичний вимикач АВ1-1	1	
	QM1	Вимикач навантаження Siemens 3VT1	1	
За місцем	A2	Модуль аналогового вводу SIPLUS SM 331	1	
	A3	Модуль аналогового виводу SIPLUS SM 332	1	
	B1	Термоелектричний термометр ТПР-1788	1	
	B2	Термоелектричний термометр ТПР-1888	1	
	B3	Термоелектричний термометр ТХК-1087	1	
	B4	Перетворювач тиску Rosemount 3051 С/Т	1	
	B5	Перетворювач тиску Сафир 2424-ДД	1	
	B6	Перетворювач тиску Сафир 2444-ДД	1	
	B7	Фотосигналізатор полум'я ФСП 1.1	1	
	M1	Електропривід запірний однобарабний Lowara FC80-12T	1	
M2	Електродвигун Siemens ILA5223	1		

СУЗ-51Ш.6.05020101.17.ЕЗ

Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Макієнко Я.М.		
Пров.	Андрусенко О.О.		
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			

Система управління
установкою приготування повітря

Схема принципова електрична

Лит.	Масса	Масштаб
Лист	Листов	1
ШІ СумДУ		
Формат А3		