

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем
Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій
систем управління

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Декан факультету

Завідувач кафедри

_____ Форсюк А.В. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ Ельперін І.В. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

« _____ » червня 2020 р.

« _____ » червня 2020 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

на тему: Розробка системи автоматизації виробництва хлібу в печак конвеєрного типу

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК 4-2 Кравченко Роман Миколайович
(прізвище)

Керівник Киричук Сергій Андрійович _____
(прізвище) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (підпис)

Рецензент Загоровська Лариса Григорівна _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2020 р.

Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

І.В.Ельперін

«27» квітня 2020 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Кравченко Роману Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка системи автоматизації процесу виробництва хлібу в печах конвеєрного типу

керівник роботи Киричук Сергій Андрійович, ст.викл.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «27» квітня 2020 р. № 269-к

2. Строк подання здобувачем роботи «11» червня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи

Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації. Матеріали переддипломної практики.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу.

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора. 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 27.04.2020р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача та затвердження завдання	Перед переддипломною практикою	
2	Розділ 1	Захист переддипломної практики	
3	Розділ 2	1 тиждень	
4	Розділ 3	2 тиждень	
5	Розділ 4 та 5	3 тиждень	
6	Розділ 6 та 7	4 тиждень	
7	Підготовка матеріалів до захисту	5 тиждень	
8	Захист кваліфікаційної роботи	6 тиждень	

Здобувач Кравченко Р.М.

_____ (підпис)

Керівник роботи Киричук С.А.

_____ (підпис)

Анотація

Даний дипломний проект присвячений розробці системи автоматизації процесу випікання хлібу в печах конвеєрного типу.

В проекті розроблена документація на систему автоматизації, в склад якої входить : опис технологічного об'єкту управління, схема автоматизації, конфігураційна схема, принципові схеми управління і сигналізації.

Розроблене програмне забезпечення для даного відділення. Програма розроблена в програмному забезпеченні Unitu PRO від Schneider Electric. Роботоспроможність програми було перевірено на реальному контролері.

В проекті докладно розглянуто варіанти технологічних рішень по реалізації системи автоматизації, а також зроблений аналіз існуючої та розробленої системи.

Проведено порівняльний аналіз перехідних процесів для різних значень параметрів регулятора.

В ході роботи приведена оцінка рівня автоматизації технологічного процесу в цілому.

Ключові слова: технологія, автоматизація, автоматична система регулювання, програмований мікропроцесорний контролер, "SCADA".

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						5
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Abstract

This diploma project is devoted to the development of a system for automating the process of baking bread in convection ovens.

The project developed documentation automation system, the composition of which includes: a description of the process facility management scheme automation, configuration diagram, schematic diagrams and control systems.

The software for this department. The program is designed in the software Unitu PRO from Schneider Electric. Robotospromozhnist program has been tested on a real controller.

The project detail the options for technological solutions of automation systems, as well as an analysis of the existing and the developed system.

A comparative analysis of transients for various parameters of the regulator.

The work shows the assessment of process automation in general.

Keywords: technology, automation, automatic control system, programmable microprocessor controller, "SCADA".

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						6
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Зміст

Вступ.....	9
1.Опис об'єкта автоматизації	10
1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	10
1.2 Завдання на розробку системи автоматизації.....	17
2.Система автоматизації	19
2.1.Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, ВМ та РО	19
2.2. Схема авт.оматизації.....	32
2.3. Специфікація приладів та засобів автоматизації.....	33
2.4.Проектне компонування мікропроцесорних контролерів.....	36
3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.	53
3.1 Загальна схема підключення	53
3.2. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	59
3.2.1 Схема авт.оматизації окремого контуру	59
3.2.2. Графічне зображення з'єднання між собою технічних засобів авт.оматизації	60
3.2.3 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації	61
3.2.4 Опис схеми підключення	61
4. Креслення встановлення технічних засобів.....	67
5.Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорних контролерів (алгоритм та програма для ПЛК)	69
6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	72
6.1 Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	72
6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора	75

7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.	79
7.1. Постановка задачі дослідження.	79
7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.	79
7.3. Моделювання САР.	80
Висновки.....	87
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	88

Вступ

Проектування - процес складання опису, необхідного для створення в заданих умовах ще не існуючого об'єкта, на основі первинного опису цього об'єкта і алгоритму його функціонування. Проектування містить у собі комплекс робіт з знаходження, дослідження, розрахунками і конструювання, що мають метою одержання опис предмета проектування, необхідного і достатнього для створення нового виробу чи виробу реалізації нового процесу, що задовольняє заданим вимогам.

Під автоматизацією проектування розуміється такий спосіб виконання процесу розробки проекту, коли проектні процедури й операції здійснюються розроблювачем виробу при тісній взаємодії з ЕОМ. Автоматизація проектування припускає систематичне використання засобів обчислювальної техніки при раціональному розподілі функцій між проектувальником і ЕОМ і обґрунтованому виборі методів машинного рішення задач.

Хлібопекарське виробництво відноситься до однієї з найважливіших галузей харчової промисловості, рівень розвитку якої безпосередньо впливає на життя усього населення.

Виробництво хліба - важлива складова в загальному обсязі випуску продукції харчової промисловості.

Розвиток хлібопекарського виробництва має бути орієнтований на наступні напрями: якість хлібобулочних виробів, оновлення і розвиток асортименту, технічне оновлення хлібопекарського виробництва.

Автоматизація технологічних процесів є важливим засобом підвищення продуктивності праці, скорочення витрат матеріалів та енергії, покращення якості продукції, впровадження прогресивних методів управління виробництвом і підвищення безпеки праці.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						9
		№ докум.	Підпис			

1.Опис об'єкта автоматизації

1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації

Класифікація тупикових печей

Тупикові печі застосовуються на малих і середніх переробних підприємствах по випічці хлібобулочних виробів. Застосовують велику різноманітність видів і марок тупикових печей (рис. 1).



Рис. 1.1– Класифікація тупикових печей

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кравченко Р.М.			Розробка системи автоматизації виробництва хлібу в печах конвеєрного типу	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Киричук С.А.					10	9
Реценз.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-2		
Секретар		Проскурка Є.С.						

Тунельні тупикові печі з електрообігрівом

Тупикові печі з електрообігріванням мають одностипну конструкцію і призначені для випікання широкого асортименту виробів. До них відносяться печі: П-104, П-119 та інші.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						11
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Піч марки П-119м. Ця колискові тупикова піч з електрообігрівом призначена для випічки широкого асортименту хлібобулочних виробів. Її рекомендується встановлювати на хлібопекарських підприємствах в районах з достатньою кількістю дешевої електроенергії і не мають інших, джерел палива.

Піч П-119м (рис.1.2) люлечно-подікова, тупикова каркасно-панельного типу. Конвеєр печі двонитковий ланцюгової. Ланцюги конвеєра втулочно-роликові з кроком 140 мм. Люльки розміром 1410X285 мм забезпечені знімними Подик розміром 1402X X350 мм, висота підвіски люльки 150 мм.

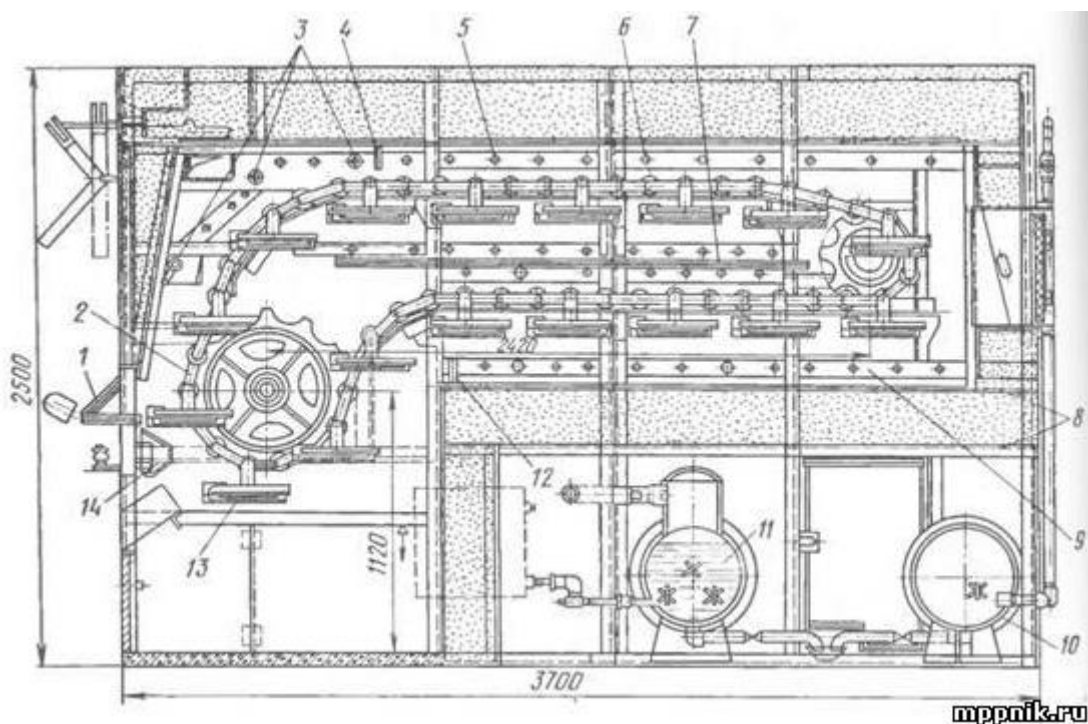


Рис 1.2. Піч марки П-119м: 1 - посадкова дверцята; 2 ланцюговий конвеєр; 3 парозволожуючий пристрій; 4 - верхній екран; 5. 6 - термopары; 7 - середній екран; 8 - блочно-каркасна обмуровка; 9 - електронагрівачі, 10-бойлер; 11 - паровий казанок; 12 - нижній екран; 13 - люлька; 14-розвантажувальний пристрій

Люльки підвішуються через три ланки ланцюга, т. Е. Через 420 мм. Передній вал конвеєра приводний, задній - натяжна. Вали спираються на підшипники кочення. Корпуси підшипників переднього приводного валу винесені за межі пекарної камери. Корпуси підшипників кріпляться в нішах бічних панелей печі.

Конвеєр печі має дві напрямні зірочки, які кріпляться на консольних осях і спираються на підшипники кочення.

Рух конвеєра рівномірно-переривчасте. Останнє здійснюється за допомогою реле часу ВС-21 і кінцевого вимикача типу ВПК-2111.

Нагрівачі передбачені типові трубчасті зі спіраллю з ніхромового дроту, укладеної в сталеву трубу, заповнену магнезитом.

Потужність кожного нагрівача 2,5 кВт, всього в печі є 30 нагрівачів, і всі вони розбиті на три групи - по зонах пекарної камери відповідно до тепловими навантаженнями. Тепловий режим печі контролюється трьома термопарами і може регулюватися як автоматично, так і вручну.

У лівих і правих бічних панелях печі є трубки для кріплення і ущільнення електронагрівачів і термопар. Кількість передбачених отворів в бічних панелях на 8 отворів більше розрахункової кількості нагрівачів. Ці додаткові отвори дають можливість встановити в період налагодження і доведення печі термопари або додаткові нагрівачі з сумарною потужністю до 15 кВт.

Кінці електронагрівачів з'єднуються між собою на зовнішніх бокових панелях. Для зручності обслуговування електронагрівачів в бічних огорожах печі передбачені дверцята.

Бічні стінки печі і верхнє перекриття являють собою пустотілі металеві панелі товщиною 250 мм, заповнені ізоляційним матеріалом - мінеральною ватою марки 125.

Між гілками конвеєра розміщені витіснювальні короба, які дозволяють створити більш гнучку регулювання температури по зонах випічки.

Зволоження пекарної камери - парове, від котельні. Пара подається в пекарню камеру трьома паровими колекторами (гребінками) по ходу конвеєра. Тестові заготовки зволожуються на перших чотирьох колисках, т. Е. Протягом перших 2-2,5 хв. У печі передбачена автоматична розвантаження подових сортів хліба.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						13
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Робота електричної схеми. Для включення і виключення електронагрівачів передбачені магнітні пускачі типу ПА другий і третій величин. Пускозахисна апаратура (автоматичні вимикачі, магнітні пускачі) змонтовані в силовому щиті, що має вступної автомат на робочий струм 400 А. Принципова електрична схема печі передбачає два ланцюги управління: ланцюг управління температурним режимом печі і ланцюг управління конвеєром печі.

Апаратура ланцюгів управління і пуско-захисна електродвигунів змонтована в щиті управління.

Ланцюг управління температурним режимом печі складається з трьох однакових регулюючих контурів, що складаються з датчиків (термопари марки ТХК-ХІІІ, температурний межа 0-600 ° С), і виконавчих механізмів (магнітні пускачі серії ПА і ПМЕ).

Харчування електронних потенціометрів здійснюється струмом напругою 127 В від роздільного трансформатора типу ТБС-2-0,25. Термопари монтуються на печі в трьох зонах і за допомогою компенсаційного дроти марки ХК-КПО з'єднуються з електронними потенціометрами. Автоматичне і ручне управління температурним режимом здійснюється за допомогою універсальних перемикачів типу

УП 5311-С23 і УП 5312-Ф105, встановлених на щиті управління. Для ланцюгів управління застосовується напруга 220 В.

Електронагрівачі печі з'єднані між собою мідними проводами перетином згідно переданої потужності. Кожен з 30 електронагрівачів кріпиться двома болтами з гайками.

Обігрів печі і регулювання температури. Відповідно до тепловим розрахунком печі пекарна камера розбита на три зони, в кожній з яких виробляється самостійне регулювання і контроль температури. У першій зоні печі нагрівачі розбиті на три групи, одна з яких може бути або включена постійно, або вимкнена або підключена до однієї з двох груп, керованих автоматично. В інших зонах нагрівачі розбиті на дві групи.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						14
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

При температурі в зоні нижче заданої автоматично включаються всі нагрівачі, після чого при досягненні нижньої межі заданої температури одна з груп відключається, а після досягнення верхньої межі- відключається друга

Пуск печі. Залежно від сорту виробів, що випікаються задається необхідна температура по зонах і час випічки. Температура випічки встановлюється на верхній шкалі потенціометра для кожної зони. Реохорд потенціометра (середній диск) встановлюється на «О». Необхідна тривалість випічки даного сорту хліба встановлюється за допомогою реле часу. Спочатку включається автоматичний вимикач силового щита (в разі зупинки печі автоматичний вимикач обов'язково повинен бути відключений). У щиті управління необхідно включити загальний вимикач, щоб загорілися контрольні лампочки, інформуючи про те, що напруга на прилади подано.

Розігрів печі з холодного стану до робочої температури рекомендується проводити поступово, збільшуючи температуру. Для цього розігрів печі рекомендується робити при дистанційному (ручному) включенні спочатку тільки однієї групи електронагрівачів (положення II перемикача). При досягненні температури в пекарної камері 100-120 ° С включають другу групу електронагрівачів (положення III перемикача). У міру зростання температури в пекарної камері реохорд потенціометра повертається. При досягненні заданої температури в пекарної камері показання температур на шкалі реохорда і на нерухомому диску збігаються, необхідно перейти на автоматичний режим обігріву печі, т. Е. Перемикачі всіх зон поставити в положення I.

Тривалість розігрівання печі з холодного стану до робочої температури повинна бути не менше 2,5 год. Одночасно з включенням електронагрівачів необхідно включити в роботу конвеєр печі.

Паровий режим пекарної камери регулюють, змінюючи в потрібних межах кількість подаваного пара і ступінь відкриття натяжної клапана. У зоні парозволоження є додаткова група електронагрівачів, призначених для роботи

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						15
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

тільки при випічці спеціальних сортів хлібобулочних виробів, що вимагають в початковій стадії випічки високої температури без пари («обсмажування»).

Технічна характеристика печі П-119м:

- продуктивність печі, т / добу: 2-5;
- тривалість випічки, хв.: 3,5-85;
- числі колик в печі: 18;
- площа поду печі, м²: 8,88;
- потужність електронагрівачів, кВт: 75;
- електродвигун приводу
- потужність, кВт: 1,1;
- частота обертання, об / хв.: 930;
- довжина, мм: 3920;
- ширина (з огорожею решт електронагрівачів), мм: 2560;
- ширина (з приводом), мм: 2895;
- висота, мм: 2270;
- маса, кг: 5850;
- маса, в тому числі металокопункцій: 4900.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						16
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

1.2 Завдання на розробку системи автоматизації

Таблиця 1 “Завдання на розробку системи автоматизації”

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1.	Піч конвекційна	Температура в першій зоні печі	220 С ± 10С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив тен підігріву	
		Температура в другій зоні печі	190 С ± 10С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив тен підігріву	
		Температура в третій зоні печі	160 С ± 10С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив тен підігріву	
		Вологість в першій зоні печі	65% ± 10%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі зволожуючої пари	
		Вологість в другій зоні печі	65% ± 10%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі зволожуючої пари	
		Рівень в барабані котла	85% ± 10%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
			± 2%	Регулювання	Стабілізація	Вплив на насос подачі води	
		Частота обертів двигуна приводу стрічки конвеєра	50 об/хв	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на чпр приводу двигуна конвеєра	

2. Система автоматизації

2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, ВМ та РО

Температура

В роботі для вимірювання температури використовується ПВП вимірювання температури pt100, із вторинним перетворювачем Sitrans TF2.

Вибір ПВП (первинного вимірювального перетворювача) та ВП (вторинного приладу). Принцип дії ПВП.

Останнім часом виготовляються мідні термометри типу ТСМУ з нормувальними перетворювачами, розміщеними у їхніх головках, а також аналогічні платинові ТСПУ, з уніфікованими вихідними сигналами (4-20 мА). Це, так звані, інтелектуальні датчики.

Конфігуруємий Sitrans TF2 - це компактний вимірювальний перетворювач температури з цифровим дисплеєм та термо-метром опору Pt100. Призначення приладу - індикація та контроль температури, що вимірюється на технологічній лінії за місцем, а також дистанційна передача сигналу вимірювальної інформації на відстань.

Загальний огляд

Вимірювальний перетворювач температури SITRANS TF2 об'єднує три компоненти в одному приладі:

термометр опору Pt100 в захисній трубі із нержавіючої сталі;

- корпус із нержавіючої сталі з високим класом захисту;
- вбудований та конфігуруємий за допомогою трьох клавіш

					Кваліфікація робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кравченко Р.М.			Розробка системи автоматизації виробництва хлібу в печах конвеєрного типу	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Киричук С.А.					19	34
Реценз.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-2		
Секретар		Проскурка Є.С.						

- мікропроцесорний вимірювальний перетворювач з рідинно-кристалевим дисплеєм (РКД). Випускаються осьова та радіальна конструкції TF2.

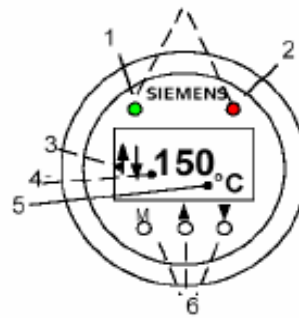
Переваги приладу

- висока точність вимірювання та індикація з дозволяючою властивістю 1/100 °С в усьому діапазоні вимірювання;
- конфігуруємі діпазони вимірювання в межах від -50 до +200°С; сигналізація (+/-) про перевищення заданого межового значення температури на РКД, а також за допомогою червоного світло діоду.

Конструкція

Корпус SITRANS TF2 (рис.2.1) виготовлений із інструментальної сталі (Ø 80 мм) та оснащений захисним склом. В захисн трубу із інструментальної сталі з різьбовим з'єднанням вмонтований температурний датчик Pt100. За рахунок використання інструментальної сталі при виготовлені захисних труб досягається висока хімічна стійкість, яка визначає високу степінь захисту температурного датчика від впливу вимірюваного за температурою середовища. У стандартному виконанні довжина захисної труби складає 170 мм або 260 мм. На зворотній стороні корпуса розташовані клеми для підключення живлення за рахунок струмового ланцюга (петлі) 4.20 мА. Підключення здійснюється через роз'єм в відповідності з EN 175301-803A.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			20



- 1 Зелений світлодіод
- 2 Червоний світлодіод
- 3 Жидкокристаллический индикатор: вихід за верхнє / нижнє предельное значення
- 4 Жидкокристаллический индикатор: отображаемое значение
- 5 Жидкокристаллический индикатор: единица измерения
- 6 Клавиши управления

Рис. 2.1 Зовнішній вигляд термометра опору Рис. 2.2 Дисплей термометра

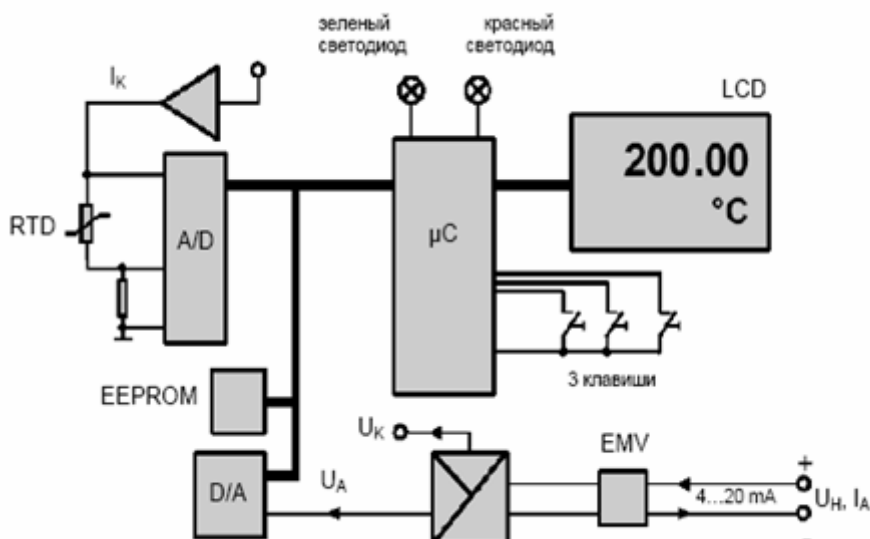
На передній стороні корпусу знаходиться п'ятирозрядний дисплей під скляною кришкою. Під дисплеєм розташовані три клавіші конфігурування SITRANS TF2. Над дисплеєм розташовані один зелений та один червоний світлодіоди для індикації стану приладу.

Принцип роботи

Вимірювальний перетворювач TF2 (рис.4) можна розділити на наступні функціональні блоки і окремі функції:

Вхід: RTD – термометр опору Pt100; I_k – стабілізоване джерело струму;

A/D – аналого-цифровий перетворювач.



	№ докум.	Підпис	

Кваліфікаційна робота

Лист

21

Рис.2.4 Аналогово-цифровий перетворювач Sitrans TF2

Вихід: D/A – цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП); U/I – перетворювач напруги в струм, який живиться від стабілізованого джерела каліброваної напруги U_k та перетворює напругу ЦАП в уніфікований вихідний сигнал по струму (4...20 мА); EMV – вихідний каскад з захисними компонентами, який об'єднує струм живлення з уніфікованим вихідним сигналом по струму; U_H – джерело живлення постійного струму в межах +12 В - +36В; I_A – уніфікований вихідний сигнал по струму (він же струм споживання).

Мікроконтролер:

EEPROM – перепрограмуємий запам'ятовуючий пристрій для всіх параметрів; μC – функції обчислення та контролю мікроконтролера.

Вихід: D/A – цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП); U/I – перетворювач напруги в струм, який живиться від стабілізованого джерела напруги та перетворює напругу ЦАП в уніфікований вихідний сигнал по струму (4...20 мА); EMV – вихідний каскад з захисними компонентами, який об'єднує струм живлення з уніфікованим вихідним сигналом по струму; U_H – джерело живлення постійного струму в межах +12 В - +36В; I_A – уніфікований вихідний сигнал по струму (він же струм споживання).

Керування та індикації: 3 клавіші – конфігурування параметрів перетворювача;

LCD – індикація вимірюваних величин з одиницями вимірювання (РКД);

Зелений світлодіод – індикація нормального режиму роботи;

Червоний світлодіод – індикація повідомлень про помилки та при виході параметру за встановлені межі.

Первинний вимірювальний перетворювач RTD (Pt100) (рис.4), що знаходиться в об'єкті, отримує живлення від стабілізованого джерела струму I_K . Спад напруги на датчику відповідає вимірюваній температурі. Аналого-

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
		№ докум.	Підпис			22

цифровий перетворювач (A/D) перетворює спад напруги у цифровий сигнал. В мікроконтролері (μC) відбувається лінеаризація сигналу у цифровій формі і відтворюється у цій формі у відповідності з необхідними даними (наприклад, вибраною одиницею вимірювання або необхідному діапазону), що запрограмовані заздалегідь та зберігаються в енергонезалежній постійній пам'яті EEPROM, яка дозволяє перепрограмування.

Основною перевагою перетворювача Sitrans TF2 є схема живлення в два проводи, в якій виконано об'єднання ланцюга живлення перетворювача з одночасним передаванням по ньому сигналу вимірювальної інформації - вихідного уніфікованого аналогового сигналу по струму в межах 4...20 мА, який відповідає значенню вимірюваної температури. Тобто, при налаштованому початковому значенні вимірюваної температури, схема перетворювача споживає струм 4 мА напругою постійного струмі в межах 12...30В. В кінці діапазону – перетворювач споживає струм 20 мА при тих же межах напруги живлення.

Для передавання інформації про значення вимірюваної температури немає необхідності в додаткових лініях зв'язку. Для отримання цієї інформації достатньо в ланцюг підведення живлення в два проводи, ввімкнути опір навантаження величиною $R_L \cong 500\text{Ом}$ та отримати на ньому, на необхідній відстані від місця вимірювання, спад напруги, який може бути використаний, наприклад, для перетворення в аналого-цифровому перетворювачі (АЦП) мікропроцесорного контролера системи керування технологічним процесом.

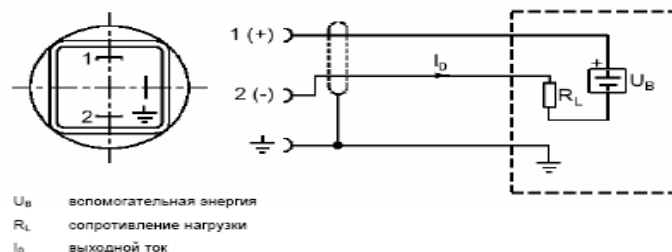


Рис. 2.5. Схема підключення TF2 до двопроводової лінії живлення.

Технічні характеристики TF2:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
		№ докум.	Підпис			23

Вхід: вимірювана величина – температура в діапазоні від $-50\dots+200^{\circ}\text{C}$.

Вихід: уніфікований сигнал $4\dots 20$ мА по дротах живлення.

Нижня (мінімум) - $3,6$ мА та верхня межа стуму (максимум) - 23 мА.

Вихід захищений: від от невірної під'єднання джерела живлення за полярністю, від перевищення напруги живлення та від короткого замикання.

Максимальний опір навантаження: $U_H - 12\text{V} / 0,023\text{A}$.

Характеристика перетворення – прямо пропорційна вимірюваній температурі.

Рівень

Прилади рівня поділяються на дві основні групи: рівнеміри — для одержання безперервної інформації про положені рівня у резервуарі у будь-який момент часу; та сигналізатори рівня — для одержання інформації (дискретного сигналу) про досягнення рівнем деяких фіксованих значень. Часто рівнеміри мають сигнальні пристрої та виконують функції сигналізаторів.

Промисловість випускає широку номенклатуру приладів рівня і їх в залежності від призначення і конструкції класифікуються наступним:

-за видом контрольованого матеріалу: а) прилади рівня для рідини; б) прилади рівня для сипких матеріалів;

-за принципом дії:

- 1) поплавкові та буйкові;
- 2) гідростатичні;
- 3) ємнісні;
- 4) акустичні (ультразвукові);
- 5) індуктивні;
- б) радарні та мікрохвильові;
- 7) радіоактивні;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
		№ докум.	Підпис			24

грузлих продуктів. Затор є грузлим продуктом, тому використання буйкових рівнемірів неможливе.

Кондуктометричні сигналізатори рівня

Принцип дії кондуктометричних приладів заснований на вимірюванні електричного опору рідин або сипучого середовища за допомогою спеціальних електродів, введених у вимірювальне середовище. Найпростішими пристроями подібного роду є сигналізатори рівня, що спрацьовують при замиканні двох електродів, що опускаються в ємність, з електропровідним матеріалом.

У харчовій промисловості широко поширені подібні сигналізатори рівня, що випускаються приладобудівною промисловістю. Прилади забезпечують сигналізацію рівня з погрішністю ± 5 мм при температурі робочого середовища до 200°C .

Контактний кондуктометричний метод може бути використаний і для безперервного вимірювання рівня, для чого вимірювальні перетворювачі повинні бути укомплектовані спеціальною системою автоматичного спостереження, що забезпечує їх знаходження на рівні і невисоку надійність.

Висновки: даний метод забезпечує низьку точність вимірювання, і не може бути використаний в даному випадку.

Радіолокаційні (радарні) рівнеміри

Принцип дії всіх відомих радарних рівнемірів ґрунтується на вимірюванні часу розповсюдження радіохвилі від антени рівнеміра до поверхні продукту, рівень до якого вимірюється, і назад, при відомій швидкості її розповсюдження.

Переваги:

висока точність вимірювання;

надійність конструкції;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
		№ докум.	Підпис			26

стійкість до агресивних середовищ;

Висновки: саме вище перелічені плюси рівнеміра і стали вирішальними при виборі методу вимірювання

В даному дипломному проєкті використаний компактний вібраційний сигналізатор рівня рідини Rosemount 2110.

Принцип роботи сигналізатора Rosemount 2110 ґрунтується на принципі дії камертона, який робить його придатним для застосування практично в будь-яких рідинах. Сигналізатор має міцний корпус і вилку з нержавіючої сталі, різьбові або гігієнічні з'єднання, перемикач безпосереднього навантаження або PNP вихід і сертифікований на використання для захисту від переливів. Rosemount 2110 стабільно працює при температурі до 150° С і тиску до 10 МПа і призначений для використання в безпечних зонах. Таким чином, сигналізатори 2110 ідеально підходять для загальнопромислового застосування.

- Компактний дизайн, малий розмір і вага, мала довжина вилки
- На роботу сигналізаторів практично не впливають: потік, турбулентність, бульбашки, піна, вібрація, вміст твердих речовин, обволікання, зміни властивостей середовища і її складу
- Не потрібно калібрування і мінімальна простота в установці
- Відсутність чутливості до полярності і захист від короткого замикання
- Стандартне промислове роз'ємне з'єднання.
- Відсутність рухомих частин практично виключає необхідність в технічному обслуговуванні.
- Базові функції самодіагностики
- Миготливий тактовий світлодіод показує стан пристрою
- Точка локального магнітного контролю спрощує перевірку функціонування

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			27

- Швидке стікання рідини ("Fast Drip"), що забезпечується конструкцією вилки, зменшує час відгуку, особливо в в'язких середовищах

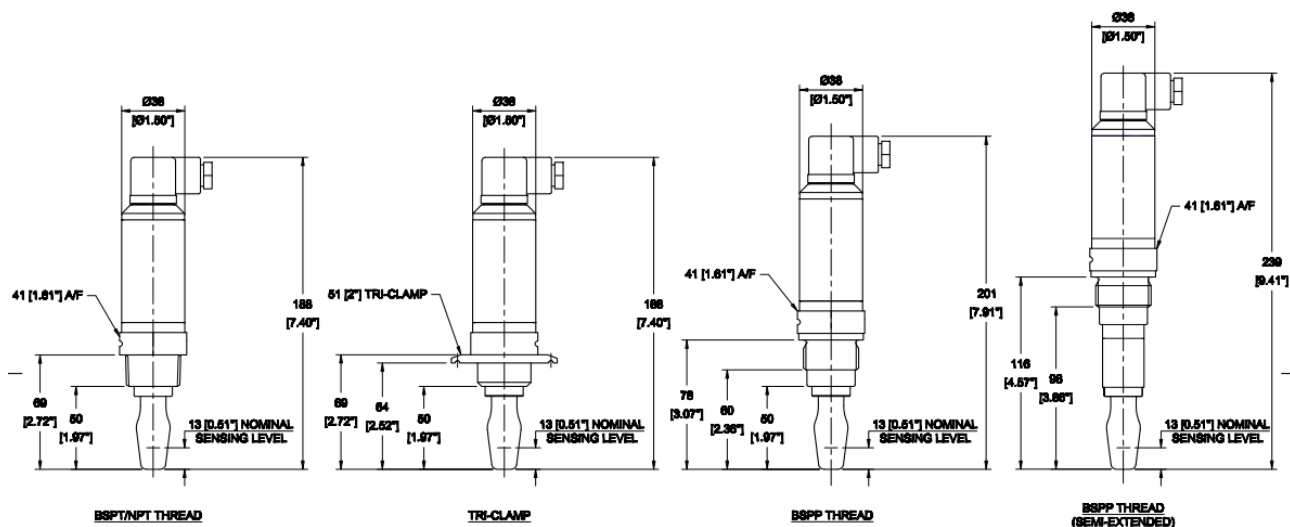


Рис.2. 6 Зовнішній вигляд та габаритні розміри Rosemount 2110

Основні характеристики

Дозволи.:сертифікація Тільки для використання в безпечних зонах конструкція

Корпус: Нержавіюча сталь

Матеріал, що контактує із середовищем: нержавіюча сталь 316.L (14404)

Ступінь захисту: IP66 / 67

Технологічне з'єднання: різьбове або гігієнічне

Схеми зовнішніх підключень: роз'єм

Вихідний сигнал: перемикач безпосереднього навантаження (змінного або постійного струму) або PNP-вихід для програмованих логічних контролерів

Робочі умови: технологічного процесу від -40 до 150. ° C

Тиск процесу: 10 МПа при температурі 50 ° C (1450 psi при 122 ° F)

					Кваліфікаційна робота	Лист
		№ докум.	Підпис			28

Вологість

В данному дипломному проекту використовується ємнісний датчик вологості ДВТ-08.

Застосування: для вимірювання відносної вологості і температури повітряного середовища.

Технічні характеристики

ДВТ (датчик вологості і температури);

Тип ємнісного елемента: НІН;

Вихідний сигнал: 4 ... 20 мА, 0 ... 10 В, RS485, послідовний 2-хпровод інтерфейс I2C;

Діапазон отнвляжності: % 0 ... 100 (без конденсату);

Діапазон температури: ° С 0 ... 60 (для НІН), -20 ... 60 (для SHT);

Клас точності по відносній вологості в діапазонах 0 ... 10% - 6; 10 ... 89% - 3; 89 ... 93% - 4; 93 ... 100% - 8 (для НІН);

Клас точності по температурі (тільки для ДВТ): 1,0;

Зовнішнє живлення: 15-24 В DC.

Конструктивні особливості: погрузна модель. Ємнісний чутливий елемент захищений мікропористим повітропроникним фільтром і не вимагає обслуговування. Плата перетворення вбудована в пластиковий корпус Z65.

Можливо виготовлення датчика зі штуцером М20х1,5 (модель -08а), як показано на малюнку нижче.

					Кваліфікаційна робота	Лист
		№ докум.	Підпис			29

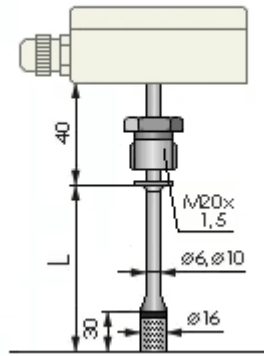


Рис. 2.7 Зовнішній вигляд вологоміра ДВТ-08

Швидкість обертів валу двигуна

В даному дипломному проєкті використовується імпульсний датчик швидкості Siemens WS100.

WS100 перетворює обертання валу в сигнал з 8 імпульсів в секунду. Цей сигнал передається в інтегратор Miltronics. Інтегратор перетворює сигнал для визначення швидкості стрічки конвеєра, витрати матеріалу. Так само можливо використовувати сигнал цього датчика для передачі параметрів обертання валу в контролер системи управління (наприклад: для збору параметрів напрацювання конвеєра).

особливості:

Компактний, легкий.

Хороше рішення для точних вимірювань, відповідний для змінних швидкостей вала.

Високий термін служби.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Принцип вимірювання: спеціальний безконтактний датчик видає імпульси на інтегратор.

Типове застосування: різні стрічкові конвеєри.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
		№ докум.	Підпис			30

Вхід:

Обертання валу від 15 до 1500 оборотів в хвилину, двунаправленое.

Обертання валу від 15 до 1500 оборотів в хвилину, двунаправленое з приєднанням через магніт.

Вихід:

8 імп. / Оборот

від 0 до 200 Гц, від 0 до 40 Гц з приєднанням через магніт.

WS100 стандарт: відкритий колектор, 25мА

WS100IS: струм навантаження від 0 до 15 мА

Мінімальна частота для інтегратора 2 Гц

Умови експлуатації:

Температура навколишнього середовища: від -40 до +110 (стандарт); від -25 до +100 °С (версія IS).

Корпус:

Поліпропіленовий корпус, дах з нержавіючої сталі 304.

Вал, підшипники і механічні частини з нержавіючої сталі 304.

Електроживлення: стандарт: від 4,5 до 28 В змінного струму, 16 мА

Версія IS: від 5 до 25 В змінно струму від підсилювача.

Кабель:

Стандарт: трижильний екранований, 0,82мм², (18AWG). Макс. довжина 300 м
Версія IS: двожильний екранований 0,324мм², (22AWG). Макс. довжина 300 м

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			31

22. Схема автоматизації

Функціональна схема автоматизації забезпечує регулювання та контроль таких параметрів як температура в печі в різних зонах, вологість в печі, швидкість обертів валу асинхронного двигуна конвеєра. Нижче описані всі контури регулювання та індикації.

Температура

Регулювання температури відбувається 3ох зонах печі. Вимірювання температури здійснюємо термометром опору pt100 сигнал з якого надходить на перетворювач температури (1а-3а), сигнал 4.20 мА поступає модуль аналогових входів контролера, опрацьовується і якщо є розузгодження із заданим значенням, то на вихідному каналі модуля аналогових виходів пропорційний сигнал 4-20 мА поступає твердотіле реле БУСТ-2. (1б-3б) для регулювання напруги, що подається на нагрівальні елементи типу тенів. Працює за прикладом широтно-імпульсної модуляції, тобто вимкненням-ввімкненням тенів.

Рівень

Регулювання рівня проводиться в котлі для отримання пару для зволоження. Вимірювання здійснюється за допомогою вібраційних сигналізаторів рівня Rosemount 2110 (6а,6б). В залежності від того, спрацював сигналізатор верхнього рівня чи відключився сигналізатор нижнього рівня, частотний перетворювач Mitsubishi s500 (6в) відключає двигун або запускає його.

Швидкість обертів валу двигуна конвеєра

Для якісного випікання заготовок потрібно щоб конвеєр рухався в заданому оператором режимі із заданою швидкістю. Швидкість конвеєра регулюється частотою обертів валу двигуна. Кількість обертів вимірює

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						32
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

модуля живлення (маркований як CPS) 9. Отвори для установочних штирів модулів

Таблиця 2.2 Загальні характеристики процесорних модулів

Характеристика		BMX P34 1000	BMX P34 2000	BMX P34 2010	BMX P34 2020	BMX P34 2030
Макс. кількість	шасі	2	4			
	дискретних вх+вих.	512	1024			
	аналогових вх+вих	128	256			
	лічильних каналів	20	36			
Об'єм RAM	загальний розмір	2048 Кб	4096 Кб			
	для програм, констант, символів	1792 Кб	3584			
	для даних	128 Кб	256 Кб			
Макс. кількість об'єктів	локалізовані внутрішні біти %Mi	16250	32464			
	локалізовані внутр. слова %MWi		32464			
	нелокалізовані внутрішні дані	128 Кб	256 Кб			
вбудовані комунікації	послідовний RS-485/RS-232C	+	+	+	+	-
	Ethernet TCP/IP	-	-	-	+	+
	CANOpen	-	-	+	-	+

У кожному процесорному модулі M340 є вбудований USB-інтерфейс (рис.2.10., поз 3), який призначений для підключення терміналу програмування (комп'ютер зі встановленим UNITY PRO), а також для з'єднання зі операторськими станціями з встановленим програмним забезпеченням SCADA/HMI, а також з операторськими панелями. Для цього можна використати спеціальний екранований кабель, який поставляється у комплекті з процесорним модулем M340, або стандартний USB кабель з роз'ємом mini B. У будь якому випадку довжина кабелю не може перевищувати 5м



Рис.2.10 Типи процесорних модулів

1. Гвинт для закріплення модуля на шасі.
2. Блок індикації.

Типи модулів. Дискретні модулі можуть мати входи/виходи постійного струму (DC) на 24 VDC та 48 VDC з позитивною (sink) або негативною (source) логікою підключення, або змінного струму (AC) на 100-240 VAC.

Доступні модулі з транзисторними або релейними виходами. Виходи можуть бути захищені від короткого замикання. Всі дискретні входи та виходи ізольовані від внутрішньої шини. У таблиці наведені основні технічні характеристики дискретних модулів.

Способи підключення. Дискретні модулі за способом підключення зовнішніх сигналів можуть бути з 20-контактною з'ємною клемною колодкою (рис.2.11.варіант А) або з 40-контактними з'єднувальними роз'ємами (рис.2.11.варіант Б).

Для модулів з клемною колодкою (варіант А) додатково замовляється 20-контактна з'ємна клемна колодка ВМХ FTB 20•0, або готовий кабель, який на одному кінці має клемну колодку, а на іншому вільні провідники (з розпушеними кінцями) з кольоровим маркуванням.



Рис.2.11. Зовнішній вигляд дискретних модулів з різними варіантами підключення

1- корпус; 2- маркування модуля; 3- панель індикації станів каналів; 4 – роз'єм для підключення з'ємної клемної колодки (варіант А) або виносної клемної колодки (варіант Б)

Існують три види 20-контактних клемних колодок:

- гвинтова клемна колодка ВМХ FTВ 2000;
- колодка з гвинтовими зажимами ВМХ FTВ 2010;
- пружинна клемна колодка ВМХ FTВ 2020;

З'ємні клемні колодки поставляються з аксесуарами для кодування, що дає можливість забезпечити унікальний механічний ключ для кожної пари – модуль- клемна колодка (рис.2.12). Іншими словами, кодування виключає можливість підключення клемної колодки, яка була встановлена на модулі до іншого модуля.

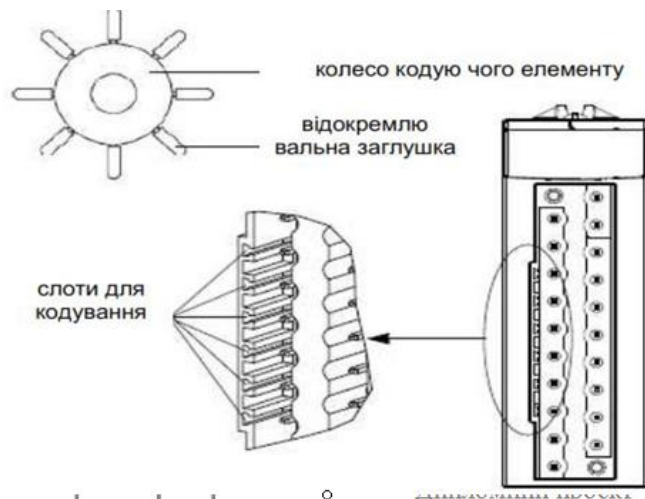


Рис2.12 Механічне кодування модулів

Модулі з роз'ємами (варіант Б) на 32 канали мають один 40-контактний роз'єм, на 64 канали – два роз'єми. До таких модулів додатково замовляються спеціальні кабелі з 40-контактним з'єднувачем в одному з двох варіантів:

- FCW••3, які з іншого боку мають розпушений кінець з кольоровим маркуванням провідників;
- FCC••3, які з іншого боку мають два з'єднувачі HE10 для підключення до виносних клемних колодок типу Telefast;

Підключення з використанням кабелів з розпушеним кінцем проводиться через додаткову клемну колодку довільного виробника.

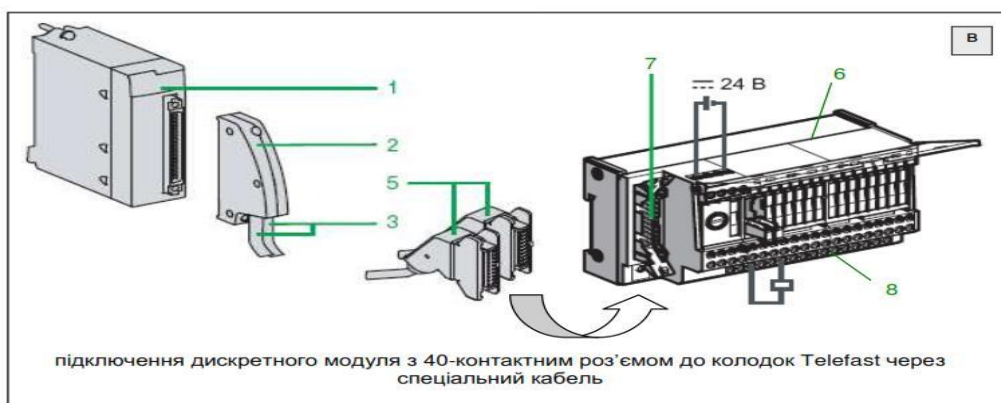


Рис.2..13 підключення технічних засобів до дискретних модулів

1 - дискретний модуль; 2 - 40-контактний роз'єм; 3 – кабель FCC••3;
 4 – розпушений кінець кабеля; 5 – з'єднувачі типу HE10 для підключення до виносних клемних колодок типу Telefast; 6 – виносна клемна колодка типу Telefast; 7 – роз'єм типу HE10; 8 – клеми для підключення зовнішніх сигналів;

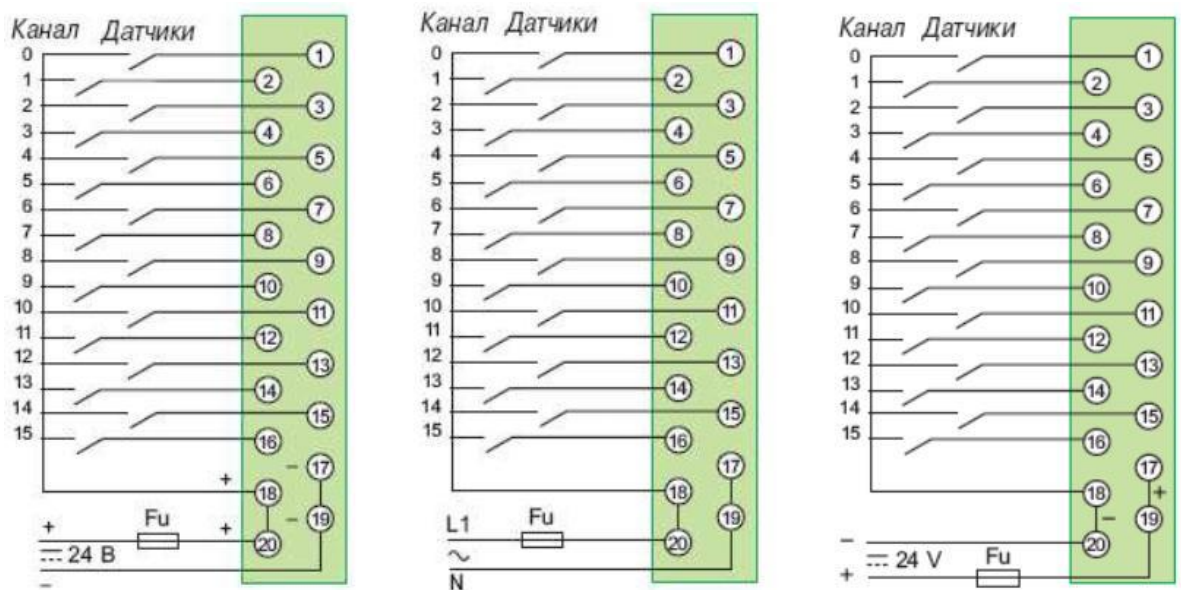
Одним із універсальних блоків Telefast для дискретних входів/виходів є ABE7H16R21, який може підключатися до будь яких модулів з 40-контактним з'єднувачем з використанням кабля FCC••3 (•• - залежить від довжини кабеля). Він використовується для підключення 16 дискретних входів або 16 дискретних виходів окремими парами гвинтових клем колодки.

Перелік необхідних аксесуарів для дискретних модулів зведений в таблицю 3. У таблиці 3 не наведений перелік аксесуарів для способів підключення кабелів з розпушеним кінцем та клемних колодок з підключенням до Telefast. У таблиці 3 також наведений тільки один варіант блоку Telefast.

Таблиця 3. Монтажні аксесуари для підключення дискретних модулів

Модулі дискретних виходів		
BMX DDO3202K	40-контактний роз'єм	кабель FCC••3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.
BMX DDO6402K	два 40-контактні роз'єми	(кабель FCC••3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.) – 2 комплекти
BMX DDO1602	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0
BMX DDO1612	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0
BMX DAO1605	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0
BMX DRA0805	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0
BMX DRA1605	20-контактна з'ємна колодка.	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0

Схеми підключення. На рис.2.13 – 2.16 показані схеми підключення дискретних датчиків та виконавчих механізмів до деяких модулів зі з'ємною клемною колодкою. На рис.21. показана схема підключення до модулів з 40-контактним роз'ємом, на прикладі модуля змішаного типу BMX DDM3202K та блоку Telefast ABE 7H16R21.



а) BMX DDI 1602 (DC)

б) BMX DAI 1602/1603/1604 (AC)

с) BMX DAI 1602 (DC негат. логіка)

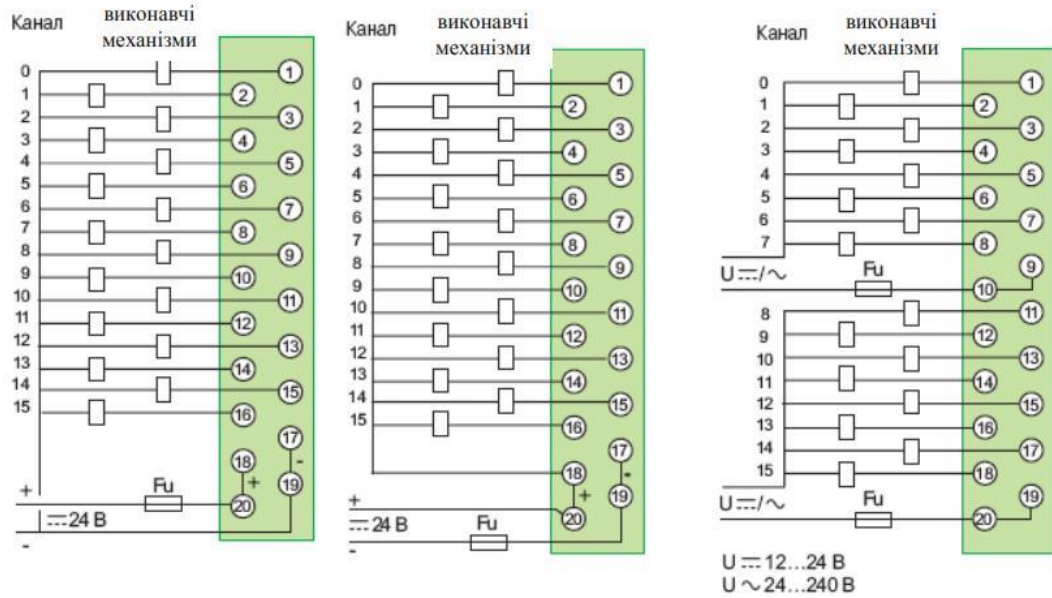
Рис. 2.14 модулів дискретних входів зі з'ємними колодками

BMX DDO 1602 (DC)

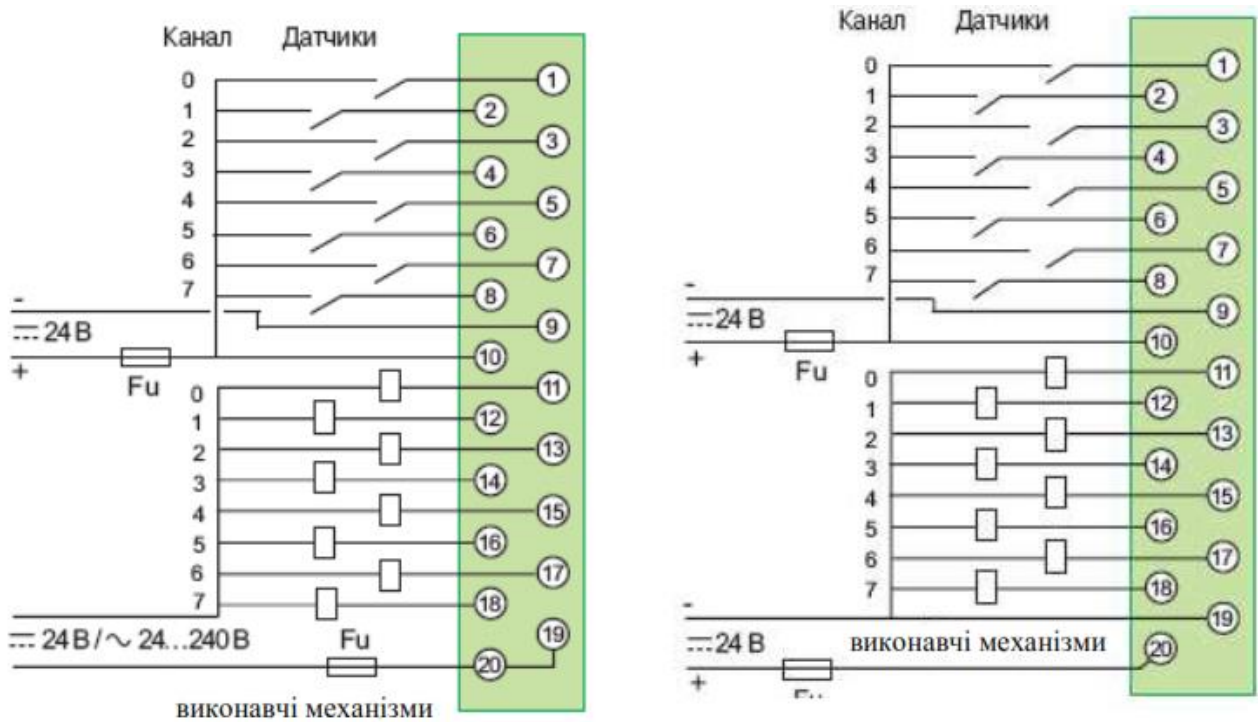
BMX DDO 1612 (DC негат. логіка)

BMX

DRA 1605 (реле)



а) BMX DDO 1602 (DC) б) BMX DDO 1612 (DC негат. логіка)



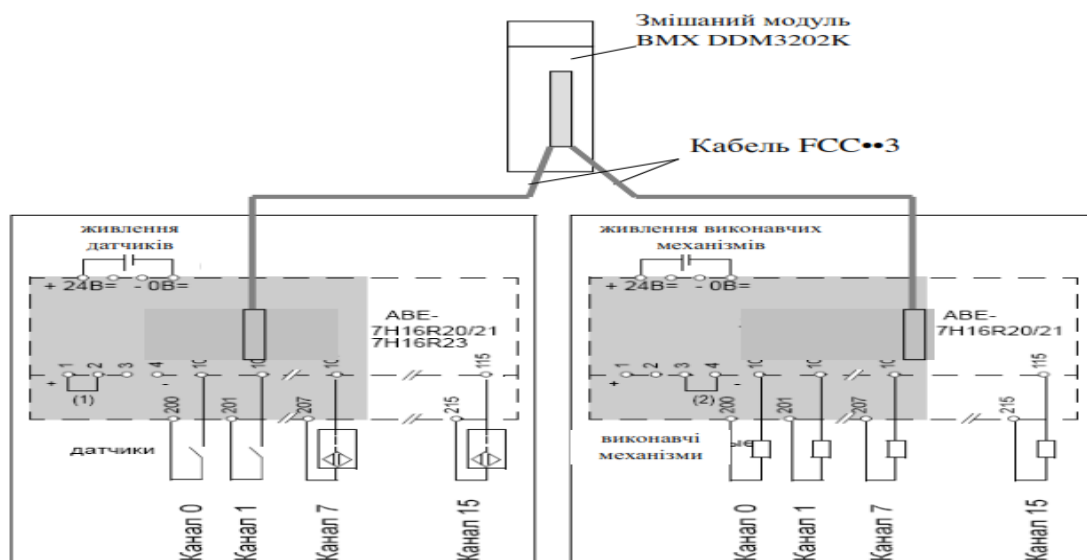
с) BMX DRA 1605 (реле). Підключення модулів дискретних виходів зі з'ємними колодками

а) BMX DDM 16025

б) BMX DDM 16022

Рис.2.15 змішаних дискретних модулів зі з'ємними колодками

	№ докум.	Підпис	



*Рис.2.16 Схема підключення датчиків та виконавчих механізмів до Telefast ABE 7H16R21 на прикладі модуля BMX DDM3202K
Аналогові модулі*

Загальна характеристика. Модулі аналогових входів/виходів M340 являють собою стандартні модулі, які займають один слот. Як і дискретні модулі, аналогові відрізняються за типом каналів (вхідні, вихідні, змішані), за кількістю каналів, за характеристикою і діапазоном сигналів (напруга, струм, термометри опору, тощо), наявністю гальванічного розподілення і за способом підключення. Ці модулі можна встановлювати у будь-яке посадочне місце шасі, окрім місця для живлення (PS) та процесорного модуля. Дозволяється гаряча заміна модулів (при включеному живленні).

Типи модулів. Перелік всіх типів аналогових модулів M340 наведений в таб.4.

Таблиця 4 Основні технічні характеристики аналогових модулів

Позначення модуля	Кількість каналів	Діапазон сигналу	Характеристики каналів	Підключення
Модулі аналогових входів				
BMX ART 0414	4	мВ, термометри опору, термопари	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 400 мс	40-контактний роз'єм
BMX ART 0814	8	мВ, термометри опору, термопари	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 400 мс	40-контактний роз'єм
BMX AMI 0410	4	$\pm 10В, 0 \dots 10В, 0 \dots 5В, 0 \dots 20мА, 4 \dots 20 мА$	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс	20-контактна з'ємна колодка
BMX AMI 800	8	$\pm 10В, 0 \dots 10В, 0 \dots 5В, 0 \dots 20мА, 4 \dots 20 мА$	16-бітні, з загальною точкою підключення, час опитування модуля - 9 мс	28-контактна з'ємна колодка
BMX AMI 810	8	$\pm 10В, 0 \dots 10В, 0 \dots 5В, 0 \dots 20мА, 4 \dots 20 мА$	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 9 мс	28-контактна з'ємна колодка
Модулі аналогових входів та виходів (змішані)				
BMX AMM 0600	4 Вх	$\pm 10В, 0 \dots 10В, 0 \dots 5В, 0 \dots 20мА, 4 \dots 20 мА$	14-бітні для U, 12-бітні для I, загальна точка, час опитування модуля - 5 мс	20-конт. з'ємна кол.
	2 Вих	$\pm 10В, 0 \dots 20мА, 4 \dots 20 мА$	12-бітні для U, 11-бітні для I, загальна точка	
Модулі аналогових виходів				
BMX AMO 0210	2	$\pm 10В, 0 \dots 20мА, 4 \dots 20 мА$	16-бітні, ізоляція між каналами	20-конт. з'ємна кол.
BMX AMO 410	4	$\pm 10В, 0 \dots 20мА, 4 \dots 20 мА$	16-бітні, ізоляція між каналами	20-конт. з'ємна кол.
BMX AMO 802	8	$0 \dots 20мА, 4 \dots 20 мА$	16-бітні, загальна точка	20-конт. з'ємна кол.

Аналогічно аналоговим модулям Modicon Premium, аналогові вхідні модулі M340 виконують функції:

- сканування вхідних каналів різного діапазону за допомогою безконтактного мультиплексування;
- аналогово-цифрове перетворення;
- фільтрація сигналів;
- моніторинг модуля: тестування ланок перетворення, вхідний контроль перевищування рівня сигналу, тест наявності клемної колодки

Модулі аналогових виходів виконують функції:

- цифро-аналогове перетворення;
- захист каналів модулів від перевантаження;
- моніторинг модуля: тест перетворення, тест виходу за межі, тест наявності клемної колодки

Способи підключення. Подібно дискретним модулям за способом підключення зовнішніх сигналів, аналогові модулі можуть бути: з 20-контактною з'ємною клемною колодкою, з 28-контактною клемною колодкою або з 40- контактними з'єднувальними роз'ємами. З'ємні клемні колодки поставляються з аксесуарами для кодування, що дає можливість забезпечити унікальний механічний ключ для кожної пари – модуль-клемна колодка

Конфігурування МПК MODICON M340

Для управління об'єктом необхідно сконфігурувати МПК який забезпечує підключення:

Табл.5 Конфігурування МПК

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24

Кількість аналогових входів 4-20 mA	6
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	7
Кількість дискретних входів 24 VDC	2

Вибір процесорного модуля

Кількість аналогових входів і виходів : 15. Кількість дискретних входів і виходів : 4. Враховуючи кількість каналів вводів/виводів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль ВМХ Р34 2010.

Вибір модулів вводу/виводу

8 ВА 4-20 mA – ВМХ АМІ 0800 – 1 шт.

8 АВ 4-20 mA – ВМХ АМО 0802 – 1 шт.

16 ВД 24 VDC – ВМХ ДДІ 1602 – 1 шт.

Вибір шасі, додаткових модулів та аксесуарів для шасі

Загальна кількість модулів разом з процесором: 1 CPU + 1AI + 1AO+1DI+1БЖ = 5 Таким чином мені потрібне лише одне шасі на 8 місць (ВМХ ХВР 0800)

Таблиця 6. Специфікація на замовлення контролера та комплектуючих

Модулі вводу/виводу		Характеристики
Найменування	Кількість	
ВМХ ХВР 0800 Шасі	1	Шасі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення
ВМХ СРС 2000 Блок живлення	1	Напруга живлення 100...240 VAC Загальна корисна потужність (PPS) 20 Вт Потужність на виході 3V3_VAC монтажного шасі 8,3 Вт (2,5 А) Потужність на виході 24V_VAC монтажного шасі 16,5 Вт (0,7 А) Максимальна сумарна потужність на виходах

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист 50
		№ докум.	Підпис			

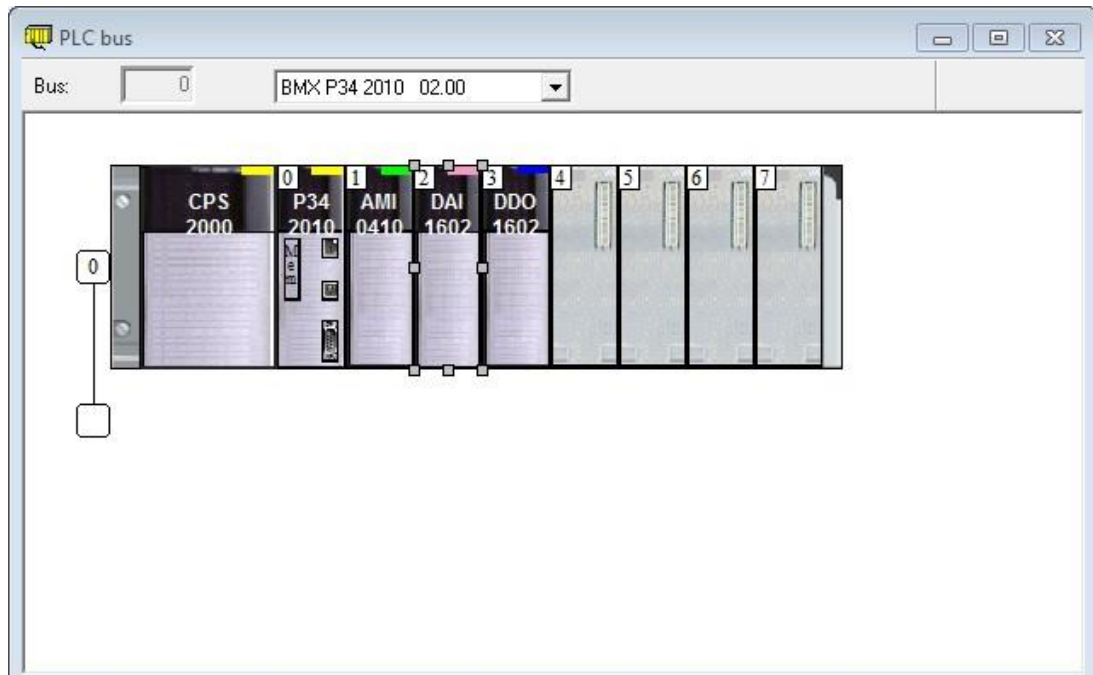


Рис.2.16. Розміщення модулів у шасі

3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3.1 Загальна схема підключення

В даному курсовому проекті розроблена принципова електрична конфігураційна схема автоматичного регулювання на базі мікропроцесорного контролера “Modicon M340” (креслення 2).

Принципова схема системи автоматизації - це схема, що показує зв'язок і взаємодію окремих елементів, пристроїв автоматизації за допомогою умовних позначень, при цьому кожен елемент схеми виконує визначену функцію і не може бути поділений на частини, що мають самостійне функціональне призначення. Таким чином, принципові схеми визначають повний склад елементів системи автоматизації.

Схеми електричні принципові виконуються на стадії «Робоча документація». Розробляють такі схеми електричні:

- 1) схеми електричні принципові живлення;
- 2) схеми електричні принципові сигналізації і блокування;
- 3) схеми електричні принципові контролю і автоматизації;
- 4) схеми електричні принципові управління електродвигунами і виконуючими механізмами.

На основі цих схем розробляються: монтажні схеми щитів і пультів, схеми зовнішніх з'єднань, схеми електричні контролю і автоматизації, схеми електричні принципові сигналізації і блокування та ін. Вони використовуються при монтажі і наладці системи автоматизації, а також дають можливості для вивчення принципу дії системи автоматизації. Схеми електричні принципові виконуються, як правило, стосовно до окремих установок або ланок автоматизованої системи (наприклад, «Схема електрична принципова регулювання рівня»),

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кравченко Р.М.			Розробка системи автоматизації виробництва хлібу в печах конвеєрного типу	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Киричук С.А.					53	14
Реценз.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-2		
Секретар		Проскурка Є.С.						

«Схема електрична принципова сигналізації роботи випарної установки»). При виконанні цих схем використовується розвернуте зображення елементів автоматизації.

Ці схеми розглядаються на стадії проектування «Робоча документація» і служать для проектування живлення засобів контролю і автоматизації, розрахунку витрат електроенергії.

Проектування систем електроживлення здійснюється на основі ВСН 205-84/ММСС ССРСР "Инструкции по проектированию электроустановок систем автоматизации технологических процессов" та РМ4-4-85 «Системы автоматизации технологических процессов Проектирование систем электропитания», а також нормативних вимог конкретних виробництв. В загальному випадку на кресленнях таких схем повинна бути показана:

- 1) апаратура вмикання і вимикання джерел живлення і споживачів електроенергії;
- 2) апаратура контролю напруги;
- 3) назва споживачів електроенергії;
- 4) загальні пояснення і примітки;
- 5) креслення, які відносяться до даної схеми;
- 6) перелік апаратури.

Схеми живлення можна суміщати з іншими схемами автоматизації проекту (наприклад сигналізації).

Для відображення стану окремих елементів об'єкта і сповіщення про порушення нормального ходу виробничих процесів на пунктах управління використовують різного роду світлові і звукові сигнали. Схеми електричні принципової сигналізації можна класифікувати таким чином:

I. По характеру (виду) сигналу: світлова, звукова, змішана сигналізації. Світлова сигналізація може виконуватись рівним світлом, мигаючим світлом, горіння ламп неповним розжарюванням.

II. По роду струму: схеми на постійному струмі, схеми на змінному струмі.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						54
		№ докум.	Підпис			

До вхідних ПЗО для контурів регулювання в даному випадку відносяться модуль аналогових входів по 8 каналів кожний ВМХ АМІ 0800, який призначений для перетворення уніфікованого сигналу 4-20 мА в цифровий сигнал контролера.

Вихідні ПЗО – ВМХ АМО 0802 – модуль аналогових виходів на 8 каналів.

Аналоговий сигнал через клемну колодку поступає на сигнальний модуль аналогових входів, після чого оброблюється в. центральному процесорі контролера Modicon M340, де за. алгоритмом робочої програми формується керуючий сигнал, що. подається на сигнальний модуль аналогових виходів, після якого він здійснює керуючу дію на виконавчий механізм з необхідним устаткуванням (електропневматичні перетворювачі).

Розроблена принципова електрична схема автоматичного регулювання, управління та сигналізації зображена на 2-му. аркуші графічної частини курсового проекту. Вона базується на мікропроцесорному контролері Modicon M340.

Алгоритм роботи принципової електричної схем автоматичного регулювання, управління та сигналізації оснований на поступовому проходженні сигналу від датчиків до вхідних ПЗО (модулі аналогових та дискретних входів) після чого сигнал програмно обробляється мікропроцесором відповідно до програми. Тут формується управляючий сигнал, який поступає на вихідні ПЗО (модулі аналогових та дискретних виходів) і виконавчі механізми.

До вхідних ПЗО. належать такі модулі контролера: ВМХ АМІ. 0800 – 1 модуль (повноформатний модуль аналогових входів, 8 входів), які призначені для перетворення уніфікованого сигналу 4-20 мА. в цифровий сигнал 0-10000 одиниць контролера та ВМХ DDI 1602 - 1 модуль (.повноформатний модуль дискретних входів, 16 входів)..

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			56

До вихідних ПЗО належать такі модулі контролера: ВМХ АМО 0802 – 1 шт.. (повноформатний модуль аналогових виходів, 8 виходів), який призначений для перетворення 0-100.00 одиниць контролера в уніфікований вихідний сигнал 4.-20 мА,

Розглянемо регулювання вологості в камері випікання.

Сигнал від вологомірів з нормованим виходом 4...20 мА і діапазоном вимірювання 0-100% з позицією 4а та. надходить на модуль аналогових входів ВМХ АМІ. 0800 відповідно до документації на підключення перетворювача. В АЦП сигнал перетворюється в цифрову форму відповідно до налаштувань модуля 0...100.00 і згідно з географічним методом адресації отримує адресу в контролері % ІW0.1.3.. Далі сигнал обробляються в програмі – регулюється за ПІ законом регулювання. Через модуль аналогових виходів ВМХ АМО 0802 пропорційний цифровий сигнал в діапазоні 0...10000 перетворюється в уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА, і. надходить на електропневмоперетворювач Samson 6111 (4б.). який перетворює цей сигнал в пропорційний пневматичний сигнал 20-100 КПа, який через клапан Samson 3100 (4в) регулює положення регулюючого органу і змінює подачу пари в камеру випікання.

В кваліфікаційній роботі багато механізмів приводяться в дію двигунами, тому важливим фактором є принципи керування і комутаційна апаратура, що управляє двигунами.

Всі двигуни трифазні з включенням через частотний перетворювач, та кнопочну станцію, що знаходяться безпосередньо поруч з об'єктом, та можливе вимкнення двигуна дистанційно з дисплейної мнемосхеми. Для зручності, робота всіх двигунів показується на дисплейній мнемосхемі, тому у випадку поломки чи непередбаченої зупинки оператор може вказати обслуговуючому персоналу на несправність того чи іншого двигуна і зупинити роботу апарату чи відділення якщо це необхідно та при відсутності резервних ліній.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
		№ докум.	Підпис			57

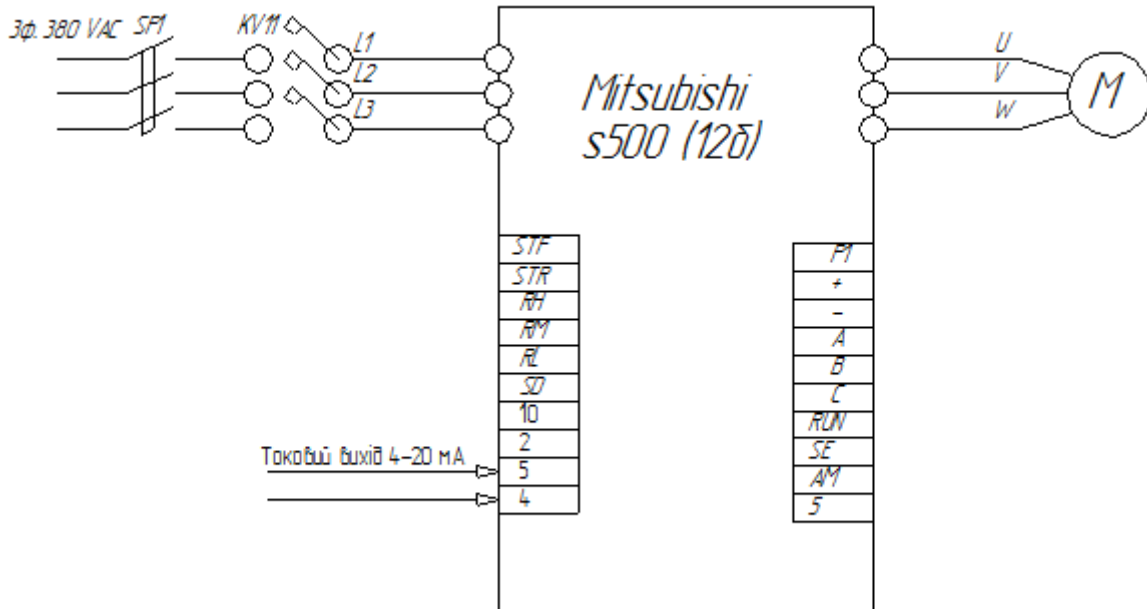


Рис.3.1 Принципова схема підключення частотного перетворювача Mitsubishi s500 до асинхронного двигуна M1., M2

Для регулювання температури в печі вик.ористовуються твердотілі реле БУСТ-2, які регулюють нап.ругу, яка надходить на електричні тєни, що під.тримують в печі задану температуру.

На рис. 3.2 зображена схема підключення БУСТ-2 до нагрівальних тєнів та до вихідного аналогового модуля МПК..

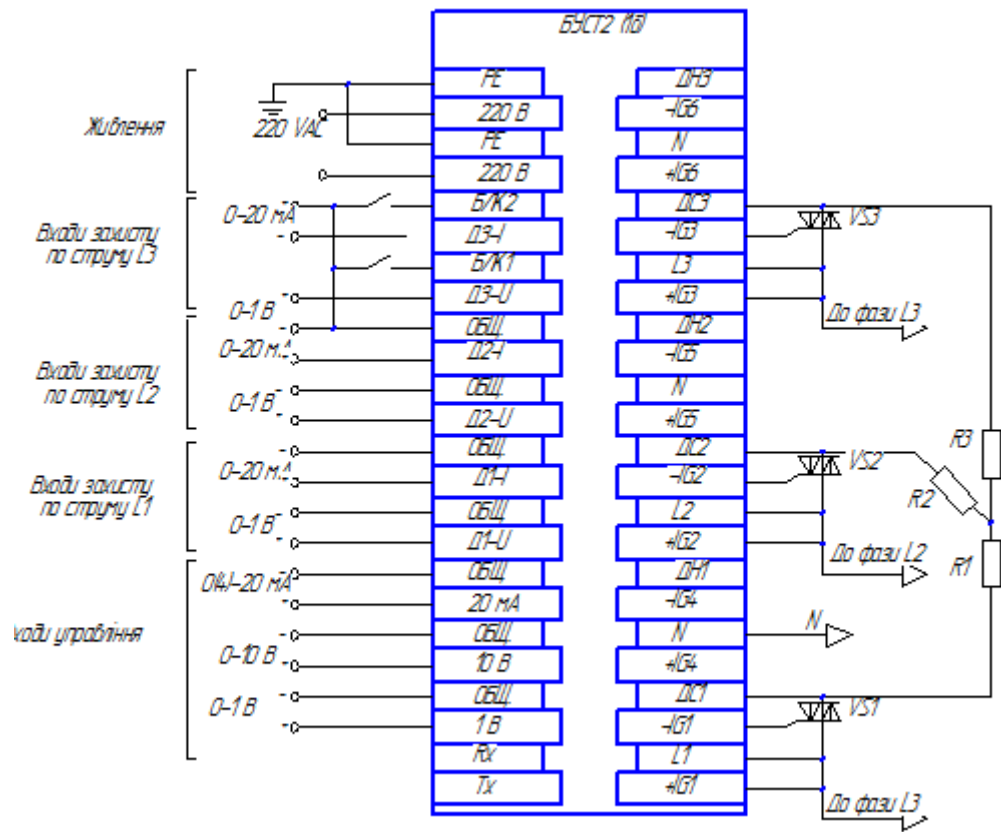


Рис.3.2 Принципова схема підключення твердотілого реле БУСТ2

навантаження зірка без нейтралі із. симісторами

32. Розширені схеми підключення для окремого контуру

32.1 Схема автоматизації окремого контуру

Схема автоматизації контуру регулювання вологості в печі

№ докум.

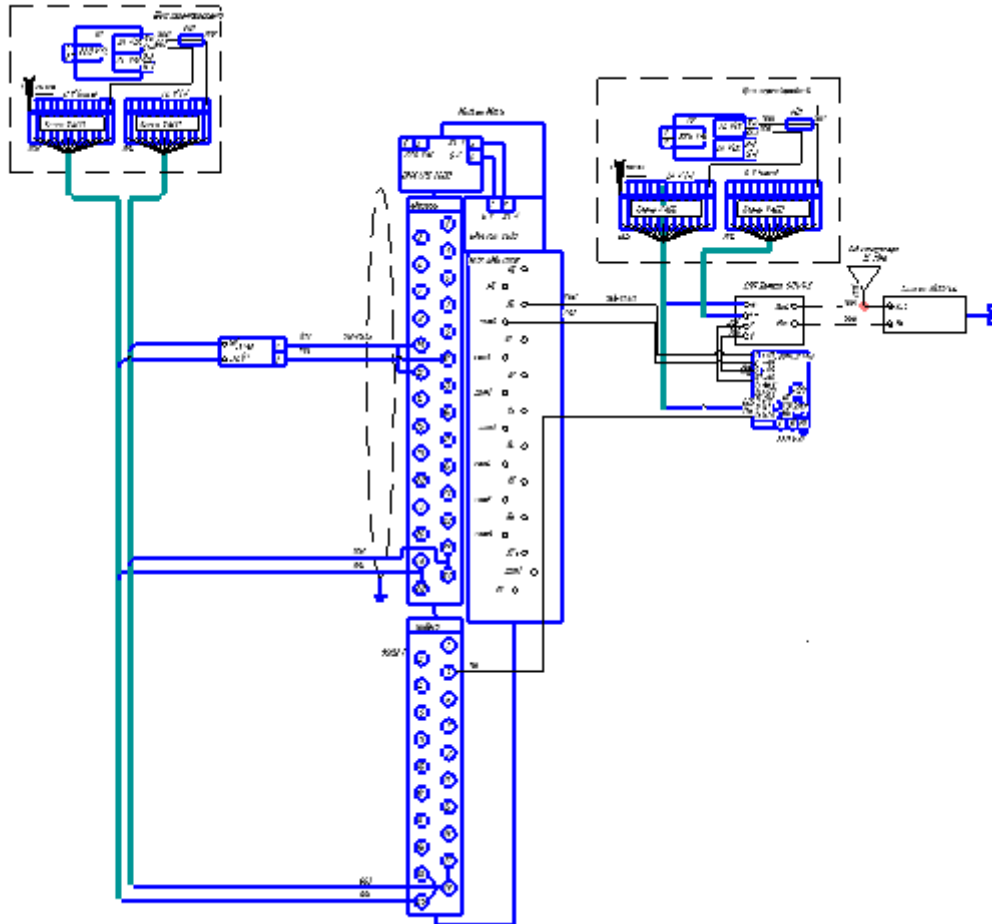
Підпис

Кваліфікаційна робота

Лист

59

3.4 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації



3.2.2 Опис схеми підключення

Відбувається регулювання вологості в печі. Вимірювання відбувається за допомогою Вологоміра ДВТ-08 (4а). Сигнал 4-20 мА поступає на модуль аналогових входів МПК порівнюється із заданим значенням, якщо є розузгодження, то на виході з модуля аналогових виходів МПК сигнал поступає на електро-пневмоперетворювач Samson 6111 (4б), а з нього пневматичний сигнал на пневмоклапан Samson 3310 (4в), який змінює подачу зволожуючої пари.

Також передбачено ручне та дистанційне управління контуром регулювання вологості через блок ручного управління БРУ-107 (4г). Сигнал із датчика надходить на вхід БРУ і відображається на екрані. На другий вхід БРУ під'єднаний до модуля аналогових виходів. Вихід БРУ з'єднаний із електро-пневмоперетворювачем Samson 6111 (4б), а з нього пневматичний сигнал на

					Кваліфікаційна робота	Лист
		№ докум.	Підпис			61

пневмоклапан Samson 3310 (3в). Якщо режим роботи автоматичний, то управляючий сигнал 4-20 мА, через модуль аналогових виходів МПК надходить на вхід БРУ, на виході із БРУ-107 видається сигнал 4-20 мА на електро-пневмоперетворювач Samson 6111 (4б), а з нього пневматичний сигнал на пневмоклапан Samson 3310 (4в), який змінює витрату пари, стабілізуючи таким чином вологість в апараті, аналогічний як і той що надійшов від модуля аналогових виходів. У разі ручного режиму управління ручним задатчиком регулюється значення стумового сигналу на виході БРУ-10, таким чином змінюючи ступінь відкриття клапану, і таким чином процес проводиться інтенсивніше, або повільніше, в залежності яке значення вихідного сигналу з БРУ, що ми встановили.

Блок ручного управління, завдання, індикації БРУ-10

Призначений для використання в системах промислової автоматизації виробничих процесів як:

- Функціональної станції ручного управління аналоговими або імпульсними виконавчими механізмами
- Блоку ручного задатчика аналогового сигналу
- Блоку ручного задатчика імпульсних сигналів "більше" - "менше"
- Цифрового індикатора двох технологічних параметрів

Галузь застосування:

- Індикатор двох фізичних величин
- Ручний аналоговий задатчик аналогових уніфікованих сигналів
- Ручний задатчик імпульсних сигналів типу більше-менше
- Станція ручного управління аналоговим виконавчим механізмом
- Станція ручного управління імпульсним виконавчим механізмом

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			62

- Перетворювач імпульсних сигналів більше-менше в вихідний уніфікований сигнал
- Перетворювач імпульсних ШІМ-сигналів у вихідний уніфікований сигнал
- Перетворювач (конвертор) вхідних аналогових уніфікованих сигналів в вихідний аналоговий уніфікований сигнал

Функціональні можливості

Шляхом зміни встановлюється один з семи режимів роботи приладу:

- Режим 0: Індикатор двох фізичних величин на цифровому і лінійному індикаторі Ручний аналоговий задатчик аналогових уніфікованих сигналів (керований клавішами на передній панелі).
- Режим 1: Станція ручного управління аналоговим виконавчим механізмом з зовнішнім перемиканням керуючих ланцюгів.
- Режим 2: Станція ручного управління аналоговим виконавчим механізмом з внутрішнім перемиканням керуючих ланцюгів.
- Режим 3: Станція ручного управління імпульсним виконавчим механізмом з зовнішнім перемиканням керуючих ланцюгів з індикацією положення виконавчого механізму за допомогою внутрішнього інтегратора. Задатчик імпульсних сигналів типу більше-менше.
- Режим 4: Перетворювач імпульсних сигналів більше-менше від імпульсного регулятора у вихідний уніфікований сигнал.
- Режим 5: Перетворювач імпульсних ШІМ-сигналів від ШІМ-модулятора в вихідний уніфікований сигнал. Індикація ШІМ-сигналу на світлодіодному індикаторі "менше".
- Режим 6: Перетворювач (конвертор) вхідних аналогових уніфікованих сигналів в вихідний аналоговий уніфікований сигнал. Можливість масштабування і перетворення (пряма або зворотна) шкал. Наприклад, перетворення вхідного сигналу 0-100%. 0-20мА в вихідний аналоговий сигнал

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			63

0-5мА - від 20% до 75% вхідного сигналу, але перетвореного в 0-100% вихідного сигналу.

- Режим 7: Задатчик аналогових і імпульсних сигналів. Індикатор двох фізичних величин.

- Режим 8: Задатчик аналогових і імпульсних сигналів (з захищеним режимом зміни аналогового сигналу) Індикатор двох фізичних величин.

- Режими роботи ручної-автомат, індикація режиму роботи

- статичне та динамічне балансування, забезпечення ненаголошеності перемикання

- Індикація фізичної величини (параметр, положення механізму). на цифровому індикаторі, сигналізація мінімального і максимального значення на світлодіодних індикаторах

- Індикація значення вихідного керуючого впливу на лінійному індикаторі

- Індикація сигналів більше-менше на світлодіодних індикаторах

- ретрансмісії вхідного сигналу

- Програмна калібрування (виконувана користувачем). почала шкали і діапазону вимірювання двох аналогових входів і аналогового виходу

- Масштабування шкал Реальні показники можуть відрізнятися в довільних технологічних одиницях

- Програмування методу лінійної індикації: сегмент, гістограма

- Вхідний цифровий фільтр аналогових входів

- Програмована швидкість динамічного балансування

Складові вузли БРУ-7:

- 2 канали вимірювання аналогових величин.

- 2 задатчика - аналоговий і імпульсний.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
		№ докум.	Підпис			64

1 АО:

- 0-5 мА ($R_H \leq 2\text{кОм}$);

- 0 (4) -20 мА ($R_H \leq 500\text{ Ом}$);

- 0-10 ($R_H > 2\text{кОм}$).

Три переключающих реле:

- Постійний струм: до = 34В, 250мА;

- Змінний струм: до 220, 0,25А

Ключі БІЛЬШЕ - МЕНШЕ:

- 24В, 100м

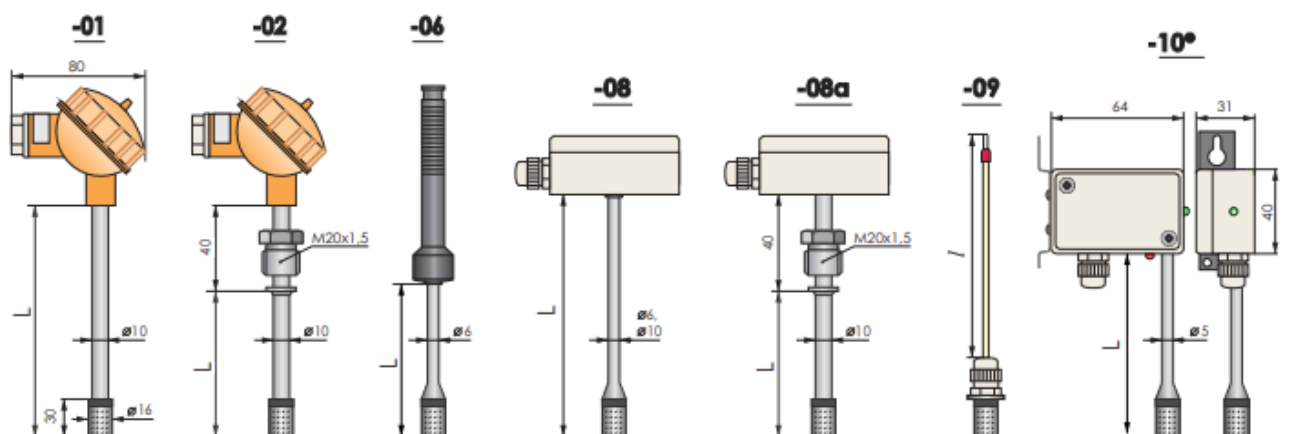
					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			66

4. Креслення встановлення технічних засобів

Монтаж ємнісного датчика рівня та температури ДВТ-08 зображено на кресленні 2.

Перетворювачі вологості і температури повітря ємнісні Застосовуються для вимірювання відносної вологості і температури повітря. Випускаються кілька моделей ємнісних датчиків вологості, в яких на вибір застосовуються два типи ємнісних чутливих елементів, які не потребують обслуговування: НІН і SHT25. Датчики НІН поставляються з вбудованими перетворювачами 4-20 мА, датчики SHT - з перетворювачі 4-20 мА, 0-10 В, RS485 і з 2-хпроводним послідовним інтерфейсом I2C. Датчики SHT з виходом Rs485 і I2C мають вбудований термісторний датчик температури.

Рис.4.1 Моделі ємнісних датчиків відносної вологості:



Характеристика типів ємкостних преобразователей влажности

Тип	Рабочий диапазон, %	Класс точности по отн. влажности в диапазонах	Датчик температуры	Рабочий диапазон, °С	Температура эксплуатации платы преобразования, °С
НІН	0...100%	0...10% - 6; 10...89% - 3; 89...93% - 4; 93...100% - 8	—	—	0...60 °С
SHT25	0...100%	0...10% - 4; 10...90% - 2; 90...100% - 4	Встроенный	-20...60 °С	-20...60 °С

Датчик SHT25 працює стабільно в межах рекомендованого нормального діапазону. Тривала дія навколишнього середовища за межами норми, особливо при відносній вологості > 80%, може тимчасово змістити значення вологості на 3% (після 60 годин).

					<i>Кваліфікація робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кравченко Р.М.			Розробка системи автоматизації виробництва хлібу в печах конвеєрного типу	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Киричук С.А.					67	2
Реценз.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-2		
Секретар		Проскурка Є.С.						

Після повернення в нормальний діапазон, датчик повільно повернеться до паспортної похибки.

Датчик НІН працює стабільно в межах рекомендованого нормального діапазону (див. малюнок нижче). Робота датчика в максимальному діапазоні не повинна перевищувати 50 годин.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			68

5.Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорних контролерів (алгоритм та програма для ПЛК)

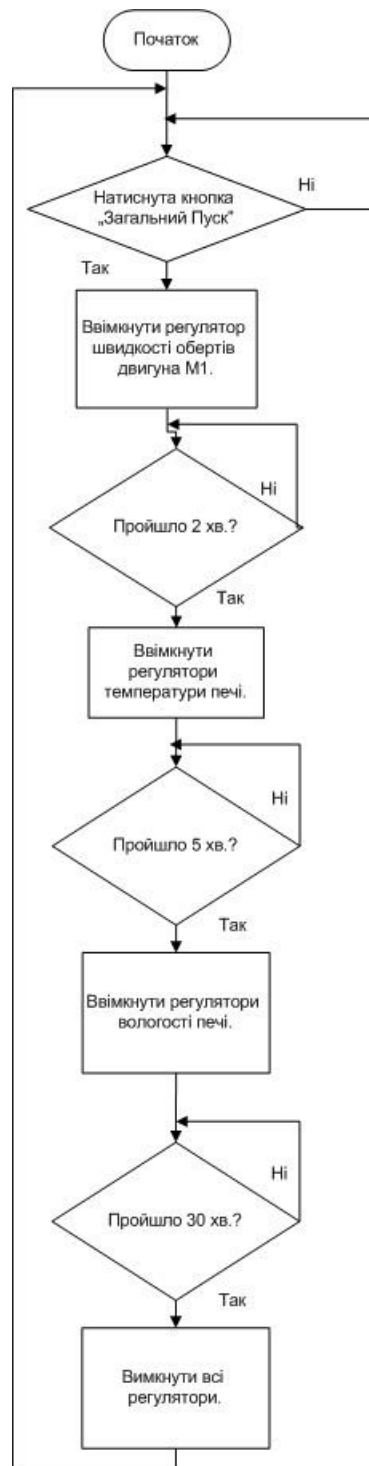


Рис 5.1. Блок-схема алгоритму управління

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Кваліфікаційна робота</i>						
Розроб.	Арк.	Кравченко Р.М.			<i>Розробка системи автоматизації виробництва хлібу в печах конвеєрного типу</i>			Літ.	Арк.	Акрушіє	
Перевір.	Киричук С.А.								69	3	
Реценз.	Ельперін І.В.							<i>НУХТ АК-4-2</i>			
Секретар	Проскурка Є.С.										

В середовищі Unity Pro створюються змінні яким присвоюється значення технологічних параметрів

Name	Type	Address	Value	Comment
Bust_1	REAL			Твердотіле реле для регулювання температури в печі через регулювання напруги, що поступає на тен
Bust_2	REAL			Твердотіле реле для регулювання температури в печі через регулювання напруги, що поступає на тен
Bust_3	REAL			Твердотіле реле для регулювання температури в печі через регулювання напруги, що поступає на тен
KL1	REAL	%MW200		Клапан подачі пари для зволоження в апарат
KL2	REAL	%MW203		Клапан подачі пари для зволоження в апарат
ME1	REAL			Датчик вологості в першій зоні печі
ME2	REAL			Датчик вологості в третій зоні печі
S	EBOOL			
S1	EBOOL			
S2	BOOL			
SE1	REAL	%MW100		Датчик швидкості обертів валу двигуна M1
SIC1	REAL	%MW203		Частотний перетворювач двигуна M1
Start	EBOOL	%M1		Кнопка СТАРТ
Stop	EBOOL	%M2		Кнопка СТОП
TE1	REAL	%MW103		Датчик температури в першій зоні печі
TE2	REAL	%MW104		Датчик температури в другій зоні печі
TE3	REAL			Датчик температури в третій зоні печі

Рис 5.2. Анлогові та дискретні змінні

Табл.5.1 Параметри функціонального блока PI_V

Вхідні параметри		
PV	REAL	значення вимірювальної величини (плинне значення)
SP	REAL	задане значення (уставка)
RCPY	REAL	дійсне положення виконавчого механізму (використовується при управлінні серво-ВМ разом з EFB SERVO)
MAN_A UTO	BOOL	Режим роботи ПІ-регулятора: 1 : Автоматичний режим 0 : Ручний режим
PARA	Para PI B	Параметри регулятора (див. таб2.7)
TR_I	REAL	Значення ініціалізації
TR_S	BOOL	Команда на включення ініціалізації (1: Включити ініціалізацію)
Вхідні/вихідні параметри		
OUT	REAL	Вихід ПІ-регулятора (в ручному режимі може змінюватися з зовні PI_V)
Вихідні параметри		
OUTD	REAL	різниця між вихідною величиною в плинному і попередньому циклах перерахунку PI_V
MA_O	BOOL	Плинний режим виконання ПІ-регулятора 1: Автоматичний режим 0: інший режим (ручний або режим ініціалізації)
DEV	REAL	Значення розузгодження (PV – SP)
STATUS	WORD	Слово статусу (використовується для контролю за помилками виконання PI_V)

Опис структурного типу Para_PI_V

id	UINT	Використовується для алгоритму автопідстройки (AUTOTUNING)
----	----------------------	--

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист 70
		№ докум.	Підпис			

pv_inf	<u>REAL</u>	обмеження по мінімуму вхідної величини завдання
pv_sup	REAL	обмеження по максимуму вхідної величини завдання
out_inf	REAL	обмеження по мінімуму вихідної величини
out_sup	REAL	обмеження по максимуму вихідної величини
rev_dir	<u>BOOL</u>	0: пряма робота ПІ-регулятора (PV-SP) 1: зворотна робота ПІ-регулятора (SP-PV)
en_rcpy	BOOL	1: використати вхід RCPY (тільки для управління серво-ВМ)
kp	REAL	Коефіцієнт пропорційності
ti	<u>TIME</u>	Час інтегрування
dband	REAL	Зона нечутливості
outbias	REAL	зміщення виходу регулятора в ПІ-режимі функціонування (при $t_i=0s$)

6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

6.1 Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

За допомогою програмного забезпечення Vijeo Citect розробляємо SCADA-систему, яка дасть можливість оператору переглядати перебіг технологічного процесу та значення усіх технологічних параметрів.

У вікні «Редактор проектів Citect» описуємо всі змінні, створюємо змінні для трендів, алармів та описуємо настройки до них.

Таблиця 6.1. Змінні та їх настройки

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. Вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. Значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
TE1	%IW0.10	0	10000	0	150	INT
TE2	%IW0.11	0	10000	0	150	INT
TE3	%IW0.12	0	10000	0	150	INT
TE4	%IW0.13	0	10000	0	150	INT
ME1	%IW0.14	0	10000	0	100	INT
ME2	%IW0.15	0	10000	0	100	INT
SE1	%IW0.16	0	10000	0	600	INT
LE1	%I0.20	-	-	-	-	BOOL
LR2	%I0.21	-	-	-	-	BOOL
KL1	%QW0.10	0	10000	0	100	INT
KL2	%QW0.31	0	10000	0	100	INT
M1 (SIC1)	%QW0.32	0	10000	0	650	INT
M2 (SIC2)	%QW0.33	0	10000	0	650	INT
M1	%QW0.34	0	10000	0	650	INT
M2	%QW0.35	0	10000	0	650	INT
M3	%QW0.36	0	10000	0	650	INT

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кравченко Р.М.			Розробка системи автоматизації виробництва хлібу в печах конвеєрного типу	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Киричук С.А.					72	7
Реценз.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-2		
Секретар		Проскурка Є.С.						

KL2	%QW03.1	0	10000	0	100	INT
M1 (SIC1)	%QW03.2	0	10000	0	650	INT
M2 (SIC2)	%QW03.3	0	10000	0	650	INT
M1	%QW03.4	0	10000	0	650	INT
M2	%QW03.5	0	10000	0	650	INT
M3	%QW03.6	0	10000	0	650	INT

В меню «Теги»/«Теги Тренда» описуємо всі змінні, що будуть використовуватись в трендах

В меню «Аларми»/«Аналогові аларми» описуємо аналогові аларми

Рис.6.5. Вікно опису аналогового аларму

Таблиця 6.4. Аларми аналогові

Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
A_TE_1	Температура в першій зоні печі	TE1	-	95 С

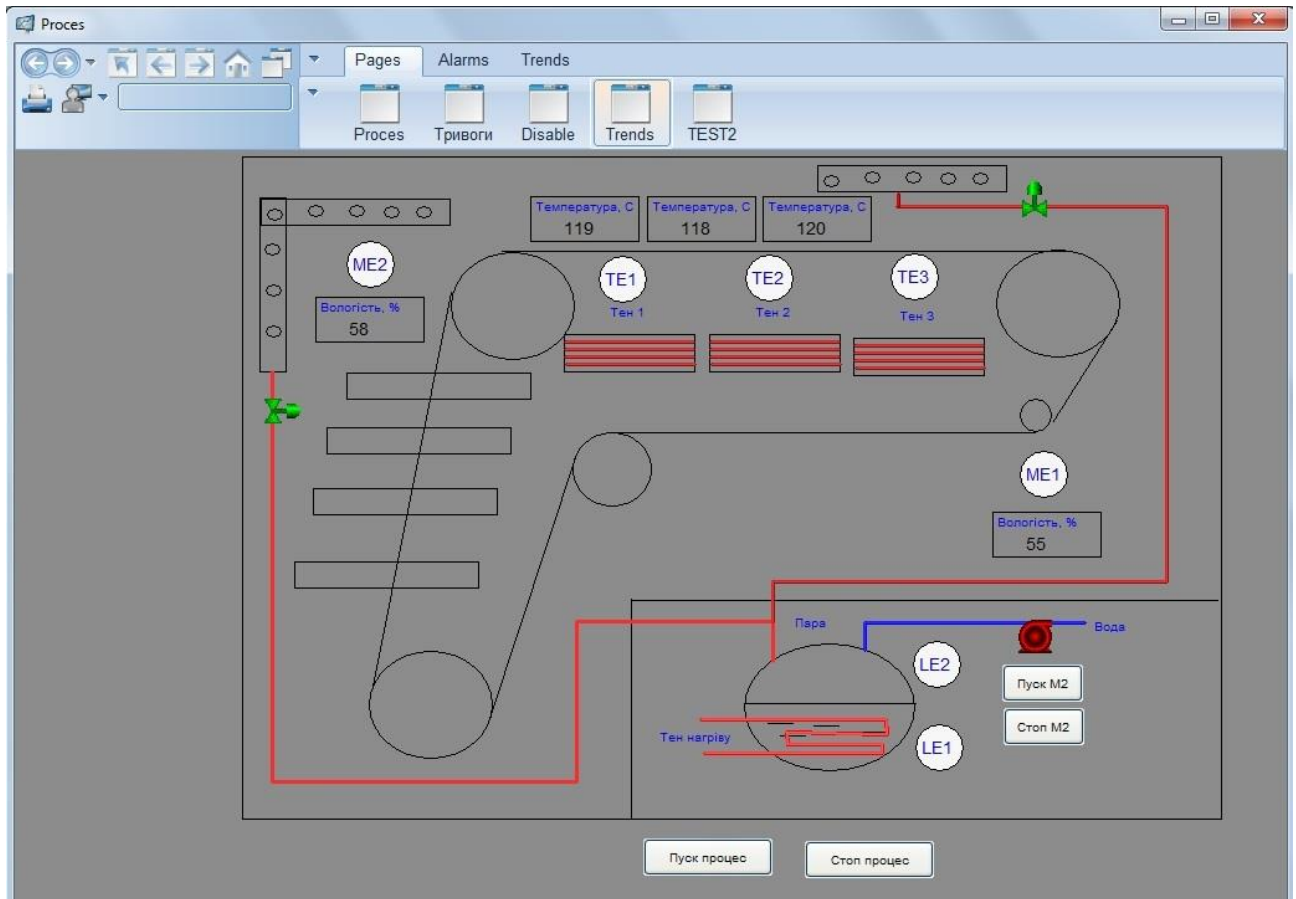


Рис.б.7 Вікно оператора відділення випічки

	№ докум.	Підпис	

7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.

7.1. Постановка задачі дослідження.

Дослідити об'єкт в просторі змінних стану та побудовано оптимальний регулятор за алгоритмом аналітичного конструювання.

7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.

Дано математичну модель печі. Розв'язати задачу аналітичного конструювання оптимальних регуляторів для технологічного об'єкта – регулювання температури в печі конвекційного типу ($t=0.001 \tau$, де τ , с)

$$\begin{cases} 2.36 \frac{d\Delta h_1}{dt} = -8.475\Delta h_1 + 8.475\Delta h_2 - 433.03\Delta f_{кл1} + \Delta S_0 - \Delta W_1, \\ 3.00 \frac{d\Delta h_2}{dt} = 8.475\Delta h_1 - 16.38\Delta h_2 + 7.9\Delta h_3 + 433.03\Delta f_{кл1} - 403.75\Delta f_{кл2} - \Delta W_2, \\ 1.80 \frac{d\Delta h_3}{dt} = 7.9\Delta h_2 - 22.5\Delta h_3 + 14.6\Delta h_4 + 403.72\Delta f_{кл2} - 371.98\Delta f_{кл3} - \Delta W_3, \\ 1.0 \frac{d\Delta h_4}{dt} = 14.6\Delta h_3 - 21.5\Delta h_4 + 7.15\Delta h_5 + 371.98\Delta f_{кл3} - 365.31\Delta f_{кл4} - \Delta W_4, \\ 0.6 \frac{d\Delta h_5}{dt} = 7.15\Delta h_4 - 8.58\Delta h_5 + 365.31\Delta f_{кл4} - 363.26\Delta f_{кл5} - \Delta W_5, \end{cases}$$

де $\mathbf{x} = [\Delta h_1, \Delta h_2, \Delta h_3, \Delta h_4, \Delta h_5]^T$ – вектор координат стану системи;

$\mathbf{u} = [\Delta f_{кл1}, \Delta f_{кл2}, \Delta f_{кл3}, \Delta f_{кл4}, \Delta f_{кл5}]^T$ – вектор управління;

$\mathbf{z} = [\Delta S_0, \Delta W_1, \Delta W_2, \Delta W_3, \Delta W_4, \Delta W_5]^T$ – вектор збурень;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кравченко Р.М.			Розробка системи автоматизації виробництва хлібу в печах конвеєрного типу	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Киричук С.А.					79	8
Реценз.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-2		
Секретар		Проскурка Є.С.						

7.3. Моделювання САР.

%-----Переводимо об'єкт у прості змінних стану:

```
A=[-3.591 3.591 0 0 0  
    2.825 -5.46 2.63 0 0  
    0 4.389 -125 8.111 0  
    0 0 14.6 21.5 7.15  
    0 0 0 11.9 -14.3]
```

```
B=[-183.5 0 0 0 0  
    144.3 -134.5 0 0 0  
    0 224.3 -206.7 0 0  
    0 0 372.0 -365.3 0  
    0 0 0 608.9 -605.4]
```

%-----Формуємо матрицю керованості:

```
disp('Матриця керованості:')
```

```
Nk=ctrb(A,B)
```

```
N=rank(Nk)
```

%-----Формуємо матрицю оптимального регулятора Кп

```
Kp=[0.5 0 0 0 0  
    0 0.45 0 0 0  
    0 0 0.3 0 0  
    0 0 0 0.1 0  
    0 0 0 0 0.2]
```

```
Obj=ss(A,B,eye(5),zeros(5,5))
```

```
Sys_Preg=feedback(Obj,Kp,+1)
```

```
x0=[1 3 5 7 9]
```

```
initial(Sys_Preg,x0)
```


Наступним кроком буде порівнянн перехідних процесів. Використовуємо функцію trapz, який дає змогу визначити інтегральний квадратичний критерій.

```
disp('Порівняння перехідних процесів')
```

```
[y1,t1,x1]=initial(Sys_Preg,x0)
```

```
[y2,t2,x2]=initial(Sys_opt,x0)
```

```
I_Preg1=trapz(t1,y1(:,1).^2)
```

```
I_Opt1=trapz(t2,y2(:,1).^2)
```

```
I_Preg2=trapz(t1,y1(:,2).^2)
```

```
I_Opt2=trapz(t2,y2(:,2).^2)
```

```
I_Preg3=trapz(t1,y1(:,3).^2)
```

```
I_Opt3=trapz(t2,y2(:,3).^2)
```

```
I_Preg4=trapz(t1,y1(:,4).^2)
```

```
I_Opt4=trapz(t2,y2(:,4).^2)
```

```
I_Preg5=trapz(t1,y1(:,5).^2)
```

```
I_Opt5=trapz(t2,y2(:,5).^2)
```

```
subplot(511)
```

```
plot(t1,y1(:,1),'r',t2,y2(:,1),'b')
```

```
figure(3)
```

```
plot(t1,y1(:,2),'r',t2,y2(:,2),'b')
```

```
figure(4)
```

```
plot(t1,y1(:,3),'r',t2,y2(:,3),'b')
```

```
figure(5)
```

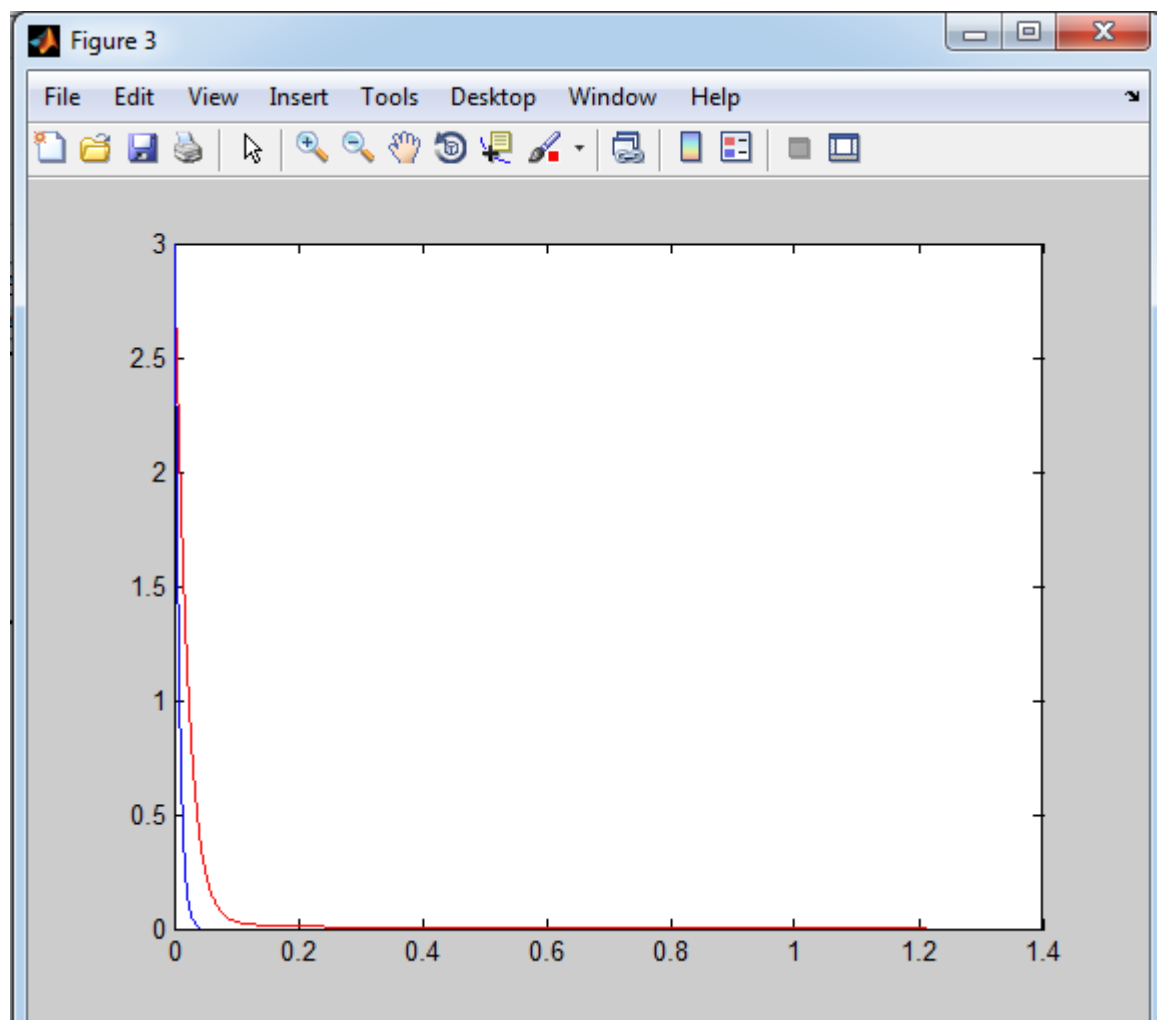
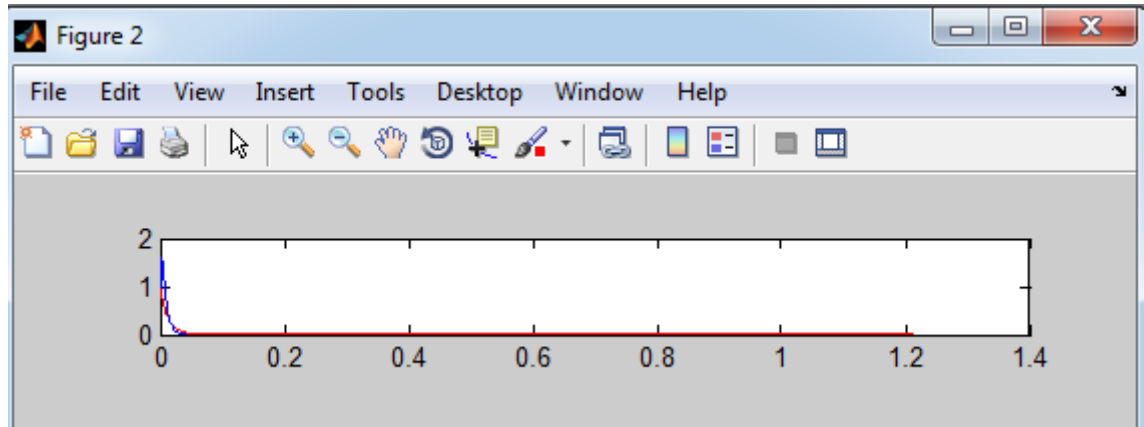
```
plot(t1,y1(:,4),'r',t2,y2(:,4),'b')
```

```
figure(6)
```

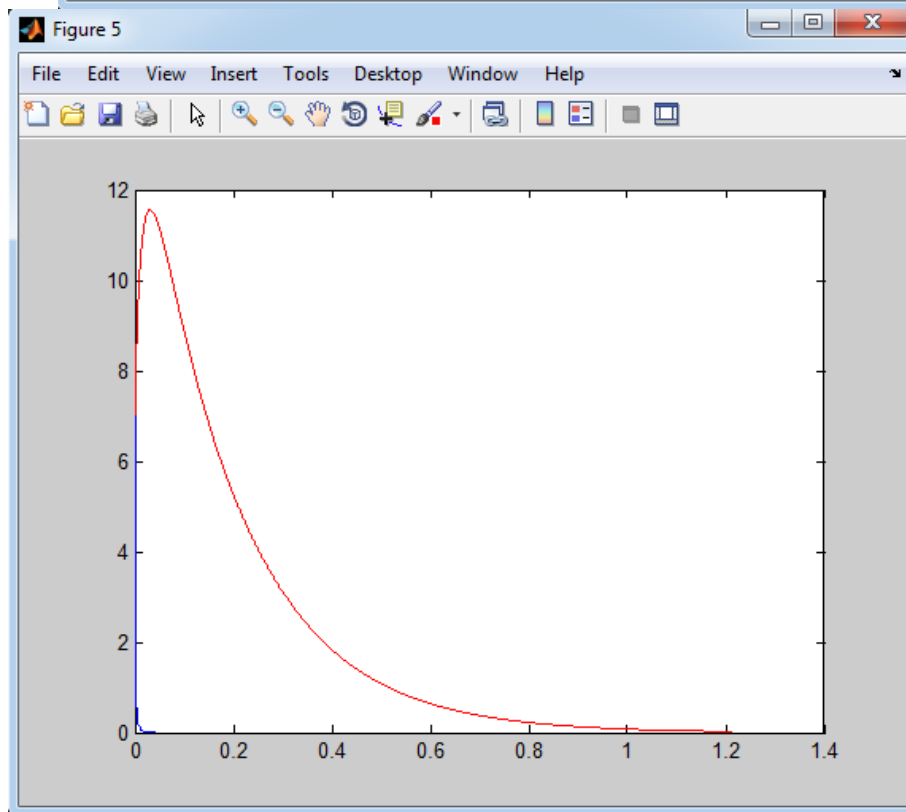
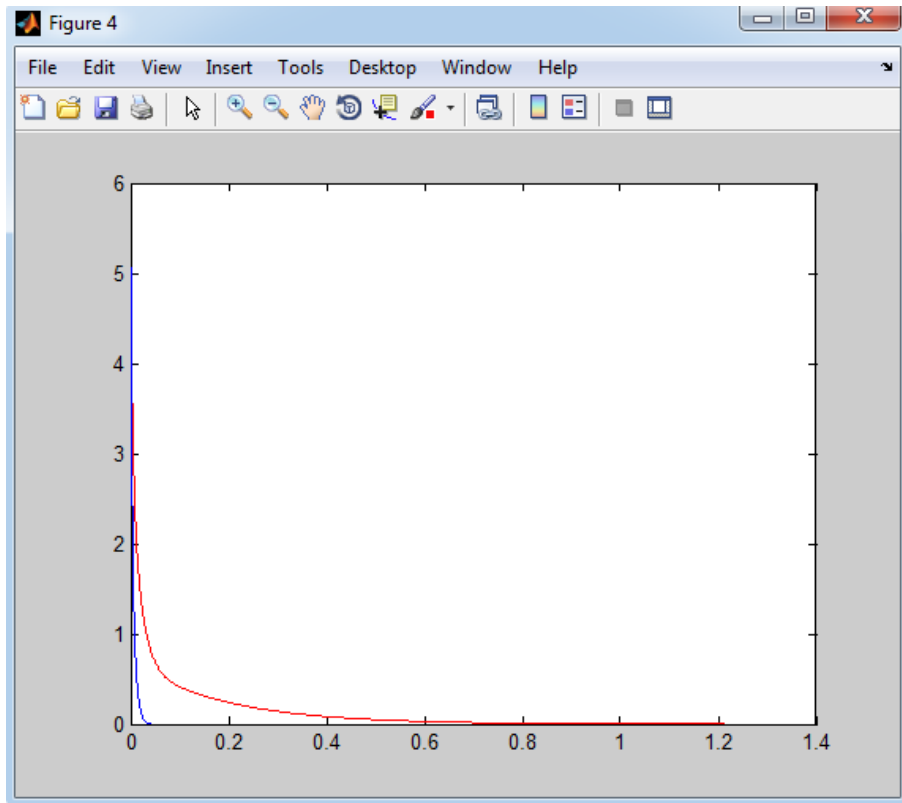
```
plot(t1,y1(:,5),'r',t2,y2(:,5),'b')
```

```
figure(7)
```

Перехідні процеси мають наступний вигляд:



		№ докум.	Підпис	



		№ докум.	Підпис	

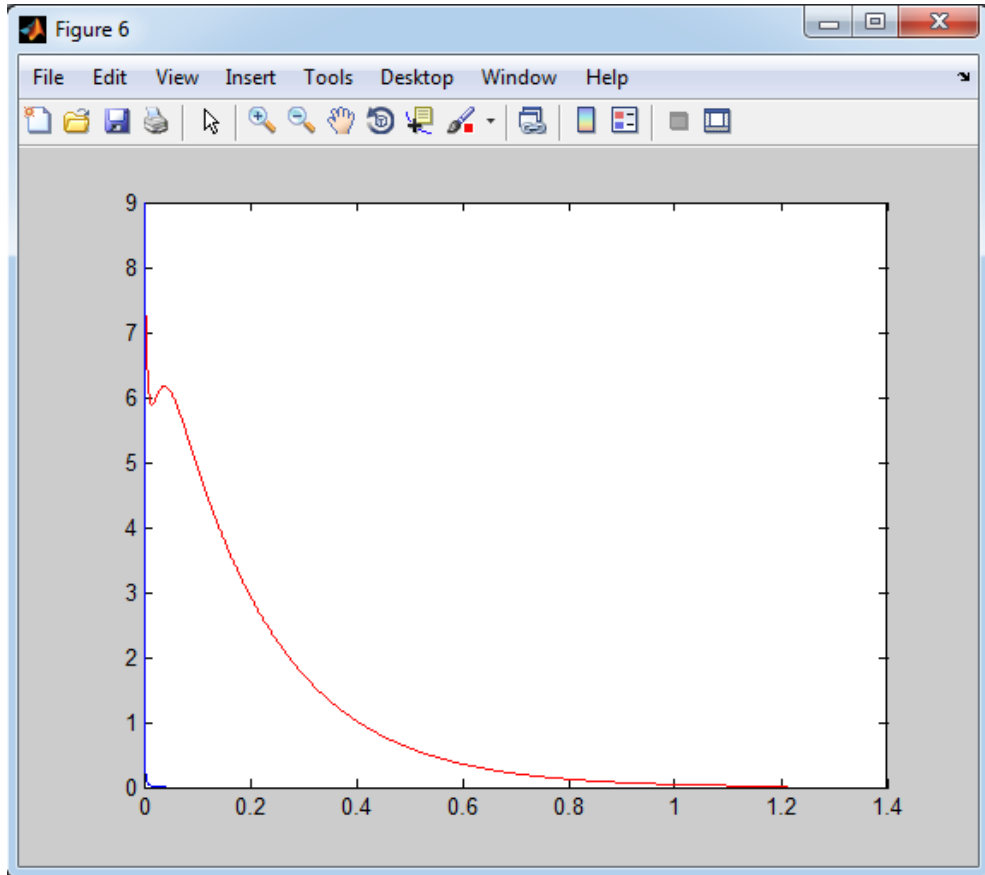


Рис.7.2 Перехідні процеси

Результати виконання м-файлу:

I_Preg1 =

0.0062

I_Opt1 =

0.0179

I_Preg2 =

0.1011

I_Opt2 =

0.0420

I_Preg3 =

0.2044

I_Opt3 =

0.0648

I_Preg4 =

18.5351

I_Opt4 =

0.0287

I_Preg5 =

5.8856

I_Opt5 =

0.0206

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			86

Висновки

Розроблена в кваліфікаційній роботі схема автоматичного регулювання технологічних параметрів дає можливість проводити процес випічки у оптимальному технологічному режимі з оптимальним значенням параметрів. Розроблена схема сигналізації дає змогу попереджувати виникнення аварійних ситуацій і не допускати наближення значень технологічних параметрів до аварійних. Дана схема передбачає можливість автоматичного регулювання параметрів. На основі отриманої системи автоматизації побудовано структурні схеми контурів управління.

Для досягнення оптимальних результатів роботи обладнання(печі) та підприємства в цілому використовують засоби автоматизації, що побудовані на основі мікропроцесорних технологій.

Завдяки розробленій системі процес випічки хліба повинен забезпечувати необхідну якість продукції та оптимальні фізико-хімічні властивості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
3. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
4. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.– К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
5. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
6. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.
7. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
8. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
9. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.– 160 с.
10. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			88

В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.

20. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - К.: Tsentr Uchbovovii Literatury, 2014.- 240 p.

21. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.

22. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А. Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.

23. Методи сучасної теорії управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.

24. Системний аналіз складних систем управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.

25. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)

26. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.

27. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			90

28. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.

29. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів [Текст]: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035-6

30. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини [Текст]: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д.Кишенько, О.В. Грабовська.– К.:ЦП “Компринт”, 2019.– 479 с.

31. Кишенько В. Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп'ютерно- інтегровані процеси та виробництва" наряду 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.

32. Кишенько В. Д. Інтелектуальні системи [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" наряду 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.

33. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.

34. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.

35. Романов М.С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості [Текст]: концептуальний підхід, наукове видання / М.С. Романов. – К.: НУХТ, 2019. – 71 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						91
		№ докум.	Підпис			

36. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання : уклад. І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. – НУХТ, 2020. – 73 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			92