

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»
Декан факультету

Андрій ФОРСЮК
(підпис) (ім'я та прізвище)

«8» лютого 2024 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

Ярослав СМІТЮХ
(підпис) (ім'я та прізвище)

«8» лютого 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
(код та назва спеціальності)

технології»

освітньо-професійної програми «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»

на тему: Розробка системи автоматизації процесу виробництва бубликів

Виконав: здобувач 3 курсу, групи ЗАК-3-1ск

Демченко В'ячеслав Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Смітюх Ярослав Володимирович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти (ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент Сергій Грибков
(ім'я та прізвище)

(підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач (підпис)

Київ – 2024 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 «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав СМІТЮХ

«19» грудня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Демченкові В'ячеславу Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації процесу виробництва бубликів

керівник роботи доц., к.т.н. Смітюх Ярослав Володимирович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 19 » грудня 2023 р. № 1005-кс

2. Строк подання здобувачем роботи « 15 » лютого 2024 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 19 грудня 2023 р.

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 В'ячеслав ДЕМЧЕНКО

_____ (підпис)

Керівник роботи Ярослав СМІТЮХ

_____ (підпис)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему: “Розробка системи автоматизації процесу виробництва бубликів”. Система створена на базі програмованого логічного контролера Modicon M340 компанії Schneider Electric та мікропроцесорних датчиків передових компаній світу.

Робота складається з пояснювальної записки та графічного матеріалу:

1. Схема автоматизації.
2. Схема підключення датчиків та виконавчих механізмів до програмованого логічного контролера.
3. Креслення встановлення технічного засобу.

Особлива увага в даній роботі була приділена розробці системи автоматизації, заміні морально устарівших датчиків на сучасні вимірювальні перетворювачі та виконавчі механізми.

На основі алгоритму автоматизованого керування процесом виробництва бубликів, написана програма керування процесом вистою тістових заготовок, що реалізована в спеціалізованому програмному забезпеченні Unity Pro. Для візуалізації та оперативного контролю технологічного процесу використано SCADA програма Vijeo Citect.

Спеціальним завданням кваліфікаційної роботи є комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання в середовищі MatLab. Отже, запропонована система автоматизації процесу виготовлення бубликів, яка складається з новітніх технічних засобів автоматизації, програмованого логічного контролера та людино-машинного інтерфейсу, забезпечує зменшення витрат енергоресурсів, підвищення продуктивності праці, покращення якості готової продукції, оптимізацію роботи технологічного обладнання та персоналу.

Ключові слова: виробництво бубликів, тістомісильна машина, система автоматизованого регулювання, мікропроцесорні датчики, програмований логічний контролер, людино-машинний інтерфейс.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ABSTRACT

Qualification work on the topic: "Development of an automation system for the bagel production process." The system was created on the basis of the Modicon M340 programmable logic controller of the Schneider Electric company and microprocessor sensors of the world's leading companies.

The work consists of an explanatory note and graphic material:

1. Scheme of automation.
2. Connection diagram of sensors and actuators to the programmable logic controller.
3. Drawing of installation of technical means.

In this work, special attention was paid to the development of the automation system, the replacement of outdated sensors with modern measuring transducers and actuators.

On the basis of the algorithm for the automated control of the bagel production process, a program for controlling the process of drying dough blanks was written, implemented in the specialized Unity Pro software. SCADA program Vijeo Citect was used for visualization and operational control of the technological process.

The special task of the qualification work is the computer modeling of the automatic regulation system in the MatLab environment. Therefore, the proposed system of automation of the bagel production process, which consists of the latest technical means of automation, a programmable logic controller and a human-machine interface, ensures a reduction in energy consumption, an increase in labor productivity, an improvement in the quality of finished products, and optimization of the work of technological equipment and personnel.

Keywords: production of bagels, dough kneading machine, automated control system, microprocessor sensors, programmable logic controller, human-machine interface.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						5
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ЗМІСТ

Вступ	7
Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації	10
1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації.....	11
1.2. Короткий опис технологічного процесу обраної ділянки.....	16
1.3. Розробка завдання на систему автоматизації.....	20
Розділ 2. Системи автоматизації	21
2.1. Аналіз існуючих систем автоматизації.....	21
2.2. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, ВМ та РО.....	25
2.3. Схема автоматизації	39
2.4. Специфікація засобів автоматизації	41
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення	42
3.1. Проектне компонування ПЛК.....	42
3.2. Загальна схема підключення датчиків, ВМ та РО.....	46
3.3. Розширені схеми підключення	51
Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу	54
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для ПЛК	60
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	66
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів SCADA/HMI.....	66
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	66
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання	71
7.1. Постановка задачі дослідження.....	71
7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.....	71
Висновок	76
Список використаної літератури	77

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Хліб створений тисячолітньою людською мудрістю, майстерністю і наполегливою тяжкою працею. Він є мірилом національного багатства. У кожному шматку хліба – праця сотень людей: хлібороба, мірошника, пекаря, працівників багатьох професій, що забезпечують його виробництво сировиною, паливом, електроенергією тощо.

В Україні, а також у багатьох народів інших країн світу хліб належить до основних продуктів харчування. В різних країнах його споживають від 90 до 400 г на добу або 32-146 кг на рік залежно від економічних факторів, характеру праці, національних особливостей.

Хлібопекарська промисловість України є однією з основних галузей харчової промисловості, яка за виробничими потужностями, механізацією технологічних процесів, асортиментом спроможна забезпечити населення різними видами хлібних виробів, що має важливе значення для підтримки соціальної стабільності в суспільстві.

З розвитком ринкових відносин у суспільстві відбулось роздержавлення і реструктуризація хлібопекарської галузі, виникла велика кількість пекарень, відроджується домашнє хлібопечення.

У цих умовах набуває першорядного значення виготовлення конкурентноздатної продукції, виробництво якої можуть забезпечити прогресивні ресурсозберігаючі технології.

Створення і впровадження прогресивних технологій здатні забезпечити тільки висококваліфіковані фахівці. Для хлібопекарської, як і для будь-якої іншої промисловості є важливими відкриття в сфері автоматизації, розвиток такої науки як метрологія, розробка нових та вдосконалення існуючих методів вимірювання параметрів, які необхідно контролювати, а також виготовлення уніфікованих, багатофункціональних приладів вимірювання. Отже, роль автоматизації у підвищенні техніко-економічних показників виробництва та одержанні соціального ефекту є надзвичайно важливою.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						7
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

На етапі сучасного розвитку хлібопекарської промисловості все більшої уваги приділяють отриманню мінімальної собівартості та максимального прибутку від реалізації виробленої продукції. Системи автоматизації отримують нові властивості системного характеру: впровадження комп'ютерних технологій та вдосконалення структури існуючих багаторівневих систем управління; використання сучасних програмних засобів для візуалізації технологічної інформації та її зберігання; інтелектуалізація виконуваних функцій з використанням елементів штучного інтелекту.

Використання в таких системах лише традиційних підходів, де керування не може дати задовільних результатів, оскільки процеси, що відбуваються в них, надзвичайно складні. Особливостями процесів в харчовій промисловості є велика кількість та складність зв'язків між параметрами стану об'єктів, трудомісткість процедур побудови математичного опису і використання його результатів для практичних реалізацій; високий рівень похибок вимірювання технологічних параметрів, а іноді й неможливість проведення вимірювання; необхідність приймати рішення для управління технологічними агрегатами і виробництвами в умовах неповної інформації про етап об'єкту і інших акторів. Поряд з цим практика впровадження систем автоматичного управління показує, що оператор-технолог часто вирішує задачі управління більш успішно, ніж автоматичні регулятори.

Досвід автоматизації виробництва показує, що при створенні систем управління загальна проблема розпадається на дві складові: використання типових рішень та структур, програмних оболонок, які існують на ринку і мають комерційний характер, адаптація готових рішень до конкретних умов, забезпечення ефективності функціонування з урахуванням показників живучості, надійності, вартості.

Автоматизація технологічних процесів є одним з найважливіших засобів підвищення продуктивності праці, зменшення витрат матеріалів та енергії, покращення якості продукції, впровадження прогресивних методів керування.

В даній кваліфікаційній роботі розроблено систему автоматизації процесу виготовлення бубликів, яка забезпечує:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

- якість регулювання основних технологічних параметрів;
- зменшення відхилення від норм технологічного режиму;
- заміну морально та фізично застарілих існуючих засобів автоматизації;
- реалізацію сучасних принципів керування;
- скорочення праці технологічного персоналу;
- аналіз виникаючих ситуацій та своєчасного прийняття рішень за рахунок виділення і показу інформації на мнемосхемах ПК, графіках параметрів.

Метою розробленої системи є підвищення ефективності праці, покращення якості готової продукції, створення умов для оптимального використання всіх ресурсів підприємства.

Велике значення при підготовці об'єкта або технологічної ділянки до автоматизації має вибір основних технологічних параметрів, по яких здійснюється об'єктивне керування процесом.

Ритмічна робота підприємства в значній мірі забезпечується системами керування й обумовлює високі показники його роботи.

Отже, запропонована система автоматизації процесу виготовлення бубликів, яка складається з новітніх технічних засобів автоматизації, програмованого логічного контролера та людино-машинного інтерфейсу, забезпечує зменшення витрат енергоресурсів, підвищення продуктивності праці, покращення якості готової продукції, оптимізацію роботи технологічного обладнання та персоналу.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						9
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Розділ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

Сьогодні хлібне виробництво – високотехнологічний, повністю автоматизований процес. Вражає величезна кількість сортів, форм, смаків і ароматів, якими наділяють виробники хліба свої творіння. Хлібопекарна галузь випускає значний асортимент хлібобулочних, бубличних, дієтичних виробів, простих і здобних сухарів. Кожен виріб має свою рецептуру і технологічний режим виготовлення. В цій галузі використовується різноманітна сировина, в тому числі й нетрадиційна. Поряд з високо механізованими хлібозаводами останнім часом виникла велика кількість дрібних пекарень. Не зважаючи на це, виробництво спеціальних сортів хлібних виробів потребує удосконалення виробничого обладнання для зменшення затрат на виробництво. Поряд з традиційними способами приготування тіста впроваджуються нові технології. Впроваджуються заходи щодо зниження затрат і витрат сировини в технологічному процесі. Хлібні вироби складають до 40% калорійності вживаної продукції в раціоні харчуванні населення.

Особливу групу хлібобулочних виробів, що відрізняється складом, властивостями, технологією виробництва та умовами зберігання, становлять бубличні вироби (бублики, сушки, баранки, а також соломка та хлібні палички). Вони відрізняються низькою вологістю (до 19%) та здатні довго зберігатися, тому до певної міри вони є хлібними консервами.

В даний час хлібопекарський бізнес має у своєму розпорядженні великі можливості для збільшення кількості підприємств, створення розвиненого конкурентного середовища, нових робочих місць. Хлібопечення є соціально значущою галуззю економіки. Більшість хлібозаводів, що випускають основні сорти хліба, виробляють бубличні вироби та встановлюють нове обладнання, вирішуючи завдання забезпечення населення смачною продукцією, яка

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Демченко В.О.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу виробництва дудликів</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>					<i>10</i>	<i>11</i>
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>				<i>НУХТ, ЗАК-3-1ск</i>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>						

користується попитом у населення.

1.1. Аналіз технологічної дільниці як об'єкта автоматизації

Бубличні вироби мають форму кільця або овалу і крупний перетин. До бубличних виробів відносяться сушки, баранки та бублики.



Рис.1.1. Бубличні вироби

Бубличні вироби готують з крутого тіста, що має відповідну відносно низьку вологість. Згідно із ДСТУ 7042:2009 «Вироби хлібобулочні бубличні. Загальні технічні умови» залежно від вологості, маси і розміру вироби хлібобулочні бубличні поділяють на:

- сушки;
- баранки;
- бублики.

Сушка – виріб хлібобулочний бубличний вологістю 9-13% та масою 4,0-12 г, утворений тістовим джгутом круглого перерізу товщиною 0,6-1,7 см.

Баранка – виріб хлібобулочний бубличний вологістю 14-19% та масою 25-40 г, утворений тістовим джгутом круглого перерізу товщиною 1,8-2,0 см.

Бублик – виріб хлібобулочний бубличний вологістю 25-27% та масою 50-100 г, утворений тістовим джгутом круглого перерізу товщиною 2,8-3,3 см. Характерні особливості бубличних виробів наведені у таблиці 1.1.

Характерні особливості бубличних виробів

Таблиця 1.1

Виріб	Діаметр кільця, см	Товщина джгута, см	Маса одного виробу, г	Вологість виробу, %	К-ть виробів у 1 кг, шт
Сушки	4-6	1,0-1,7	6,5-12	9-13	100-140

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Баранки	7-9	1,5-2,0	25-40	14-19	25-45
Бублики	7-10	2,8-3,3	50-100	25-27	10-20

Баранки і сушки готують із слабо розпушеного тіста з низькою вологістю, завдяки чому вони мають відносно високу міцність. Бублики готують із добре розпушеного тіста, вологість їх 25-27 %, вони призначені для споживання у свіжому вигляді. Асортимент бубличних виробів досить широкий і весь час поповнюється новими рецептурами. Виробляють сушки прості, ванільні, гірчичні, ячні, лівобережні тощо; баранки – цукрові, дитячі, лимонні, здобні та інші; бублики – українські, молочні, ванільні, з кмином тощо. До рецептури бубличних виробів із додаткової сировини входить цукор (від 1 до 20 %), масло вершкове або маргарин (від 1 до 12 %). У різні види виробів входять також олія рослинна, яйця, ванілін, мак, есенція, молоко, кориця та інша сировина. Так, до рецептури бубликів українських входить 12 % цукру, 8 % маргарину і 1,5 % маку на посипку. У рецептуру баранок простих із додаткової сировини входить лише 1 % цукру. Рецептура сушок ванільних включає 20 % цукру, 2 % масла вершкового і 4 % олії рафінованої, ванілін, а рецептура сушок гірчичних включає 8 % цукру і 8 % олії гірчичної.

В залежності від діаметра й товщини кільця бубличні вироби поділяють на три види:

- баранки вагові з борошна вищого, першого та другого гатунку;
- сушки вагові з борошна вищого, першого та другого гатунку;
- бублики вагові й штучні з борошна першого гатунку.

Бублики мають м'яку, пружну консистенцію. За консистенцією і запахом бублики нагадують булочні вироби. За рецептурою їх поділяють на прості, поліпшені і здобні. До рецептури всіх назв бубликів входить цукор. Кількість цукру, яка використовується для виготовлення бубликів, становить:

- простих – 2%;
- поліпшених (ванільні, молочні, з маком, з кмином) – 2-10 %;
- здобних – 7-10 %.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Органолептичні показники виробів

Таблиця 1.2

Показник	Характеристика і норма
Зовнішній вигляд	
форма	Відповідає затвердженій рецептурі. У виробках ручного формування допускається помітне місце з'єднання кінців джгута і зміна товщини виробів у місцях їх з'єднання. Допускається не більше двох невеликих притисків, наявність плоскої поверхні на стороні, що лежала на листі, сітці чи поду
поверхня	Відповідає виду виробу, без забруднень. На одній стороні дозволяються відбитки сітки, наявність невеликих тріщин довжиною не більше 1/3 поверхні кільця. Дозволяється посипка поверхні сіллю, маком, кмином або іншими видами сировини Поверхня глазурованих бубличних виробів повинна бути гладкою чи злегка хвилястою. Не допускається «посивіння» та значне пошкодження глазури. Для упакованих бубликів допускається незначна зморшкуватість
колір	Від світло-жовтого до темно-коричневого, без підгорілості
Внутрішній стан	Розрихлені, пропечені, без слідів непромісу. Дозволяються включення маку, кмину та інших видів сировини
Смак і запах	Властивий виду виробів, без стороннього присмаку і запаху
Крихкість	Баранки повинні бути крихкими або ламкими, сушки – крихкими

Зважаючи на малий вміст води, процес приготування тіста складається з двох операцій: замісу в тістомісильній машині, конструктивно розрахованій на заміс крутого тіста, і додаткової механічної обробки на натиральній машині для забезпечення однорідності структури і властивостей тіста. Після натирання тісто повинне мати період відлежування – бродіння (30-60 хв). Потім тісто поступає на подільно-закочувальну машину, з якої виходять сформовані тістові заготовки. Створені спеціалізовані подільно-закочувальні машини: для сушок, баранок і бубликів і універсальна подільно-закочувальна машина з комплектами змінних робочих органів, що дозволяють виробляти на ній всі три види бубличних виробів. Сформованим тістовим заготовкам дають необхідний час (при машинному формуванні від 30 до 90 хв) для вистоювання, після чого

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

слідуює обварювання в киплячій воді або обшпарювання у відповідних парових камерах. В результаті прогрівання при обварюванні в тістових заготовках починаються процеси клейстеризації крохмалю і денатурації білків, що особливо інтенсивно відбуваються в поверхневому шарі тіста. В результаті цього поверхня виробу після випічки стає блискучою, глянцевою. Бубличні вироби випікають в конвеєрних люлькових або стрічкових печах. Випічка триває залежно від вигляду, сорту і маси виробів зазвичай від 10 до 20 хв.

Для замісу тіста використовують тістомісильні машини безперервної та періодичної дії.



Рис.1.2. Тістомісильна машина для крутого тіста

Ущільнення крутого тіста для бубличних виробів після замісу проводиться в натиральних машинах. У промисловості застосовуються натиральні машини Н – 3, Н – 4М, і багатовалкова машина для утворення ущільненого пласта тіста в потокових лініях ХЛБ – 3.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

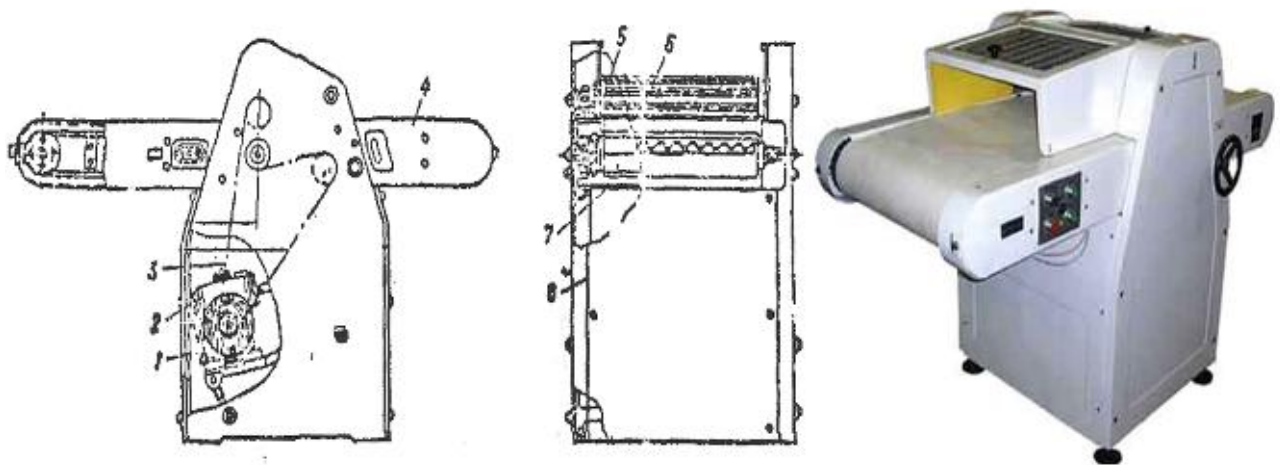


Рис. 1.3. Натиральна машина Н – 4М:

1 – електродвигун; 2 – редуктор; 3 – ланцюгова передача; 4 – боковини;
5 – верхній рифлений валок; 6 – нижній гладкий валок; 7 – стрічковий конвеєр; 8 – станина.

Для поділу тіста та надання тістовим заготовкам бубличних виробів необхідної тороподібної форми застосовують подільно-закочувальну машину. На підприємствах України здебільш використовують машини Б-4-58, а також подільно-закочувальні автомати А2-ХБУ, А2-ХБД та А2-ХФУ, відповідно для вироблення баранок, бубликів і сушок.



Рис.1.4. Подільно-закочувальна машина Б-4-58

На цих машинах відбувається поділ, формування, укладання тістових заготовок на дошки і їх транспортування до вистійного агрегату. Після розстоювання тістові заготовки бубличних виробів піддають інтенсивній гігротермічній обробці насиченою парою в ошпарювальних камерах.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На механізованих підприємствах ошпарювальна камера входить до складу пічного агрегату і має спільний з піччю конвеєр. Особливістю процесу є необхідність створення в агрегаті зон з різко відмінними параметрами середовища. Ошпарювання відбувається при максимально можливій відносній вологості і порівняно низькій (110—130 °С) температурі середовища протягом 60—180 с, в той час, коли випікання здійснюється при температурі 220—250 °С за мінімального вмісту пари. За таких умов випікання виробів супроводжується їх сушінням до вологості 8—12 %, що забезпечує необхідну здатність до набрякання і продовжує термін зберігання готових виробів. Випікають бубличні вироби як у тунельних так і в ротаційних конвекційних печах. Процес випікання бубличних виробів має власну специфіку. Вона характеризується тим, що під час знаходження виробів у печі з них має бути видалена велика кількість води. Наприклад, вологість тістових заготовок простих бубликів становить 36,5%, готових виробів - 17%, тобто упікання досягає 18-19%. Бубличні вироби внаслідок малої товщини в печі швидко прогріваються, потім починається процес сушіння, тобто видалення вологи. Щоб вироби вийшли глясуватими, при їх випіканні необхідно видаляти пару з пекарної камери. Тривалість та температура випічки залежать від виду та сорту виробів, системи печі, відповідно – від 9 до 25 хв та 190-260 °С.

1.2. Короткий опис технологічного процесу обраної ділянки

Технологічний процес виробництва бубличних виробів включає прийом, зберігання та підготовку сировини, приготування тіста, відлежування (бродіння) тіста, натирання тіста, повторне відлежування, формування тістових заготовок, вистоювання, ошпарювання або обварювання тістових заготовок, випікання, охолодження, пакування та зберігання готових виробів.

Сировиною для виробництва бубличних виробів служать пшеничне борошно, вода, дріжджі, сіль, жири, цукор. Виготовляють бубличні вироби з крутого дріжджового тіста по рецептурі простого і покращеного тіста, опарним або безопарним способами.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						16
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

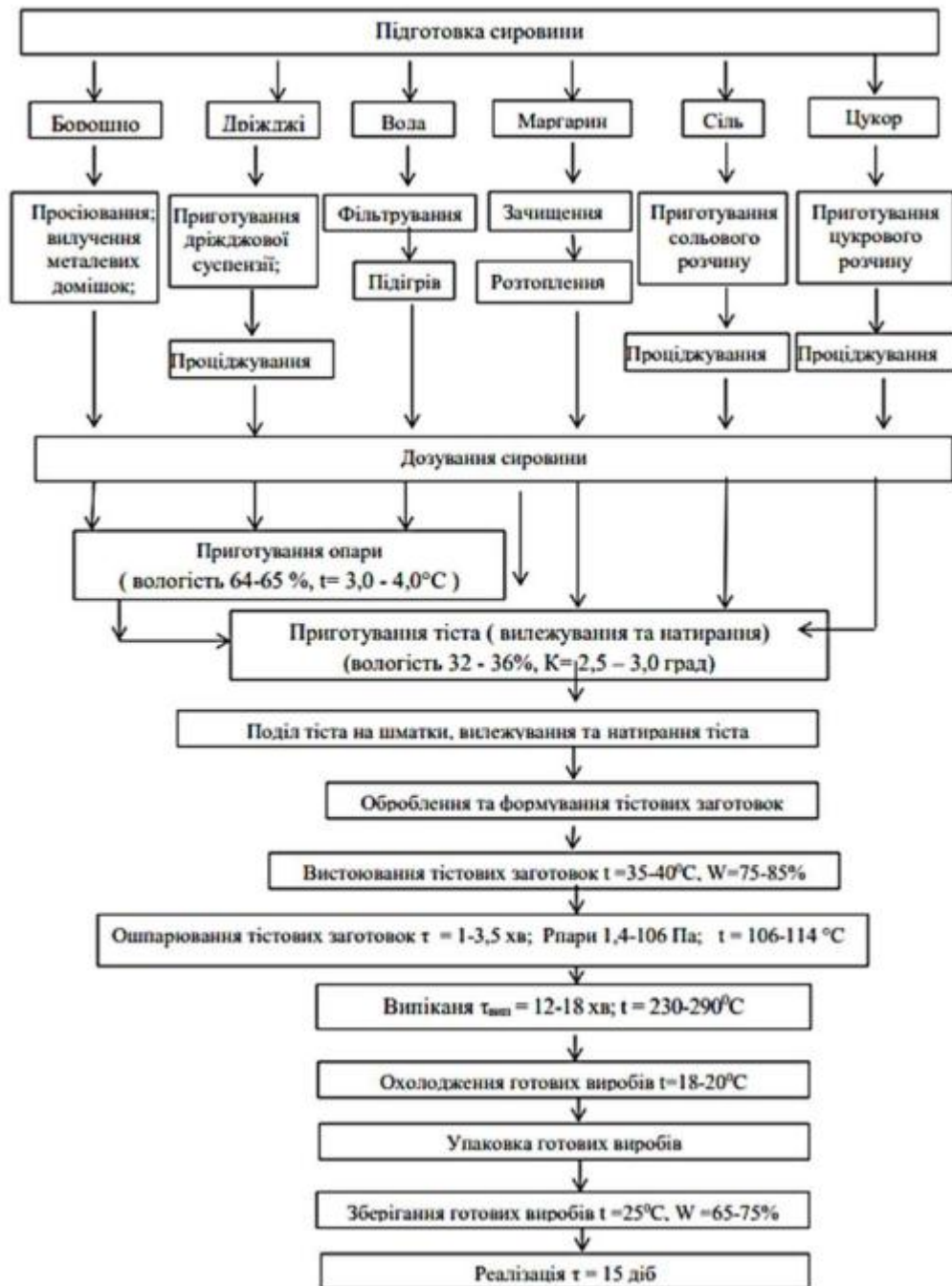


Рис. 1.5. Технологічна схема процесу виробництва бубличних виробів

На рис. 1.5. зображена векторна технологічна схема процесу виробництва бубличних виробів.

Приготування тіста. Тісто для бубличних виробів готують на опарі, притворі, рідкій опарі або прискореними способами на концентрованій молочнокислій заквасці, молочній сироватці, рідкій диспергованій фазі. Борошно, що використовується у виробництві бубличних виробів, повинне бути висококлеяковинним. Бажано, щоб вміст клейковини в борошні першого

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

сорту був 28-32, вищого сорту – 26-30 %. Клейковина повинна мати достатньо високі пружно-еластичні властивості, розтяжність 16-20 см. Напівфабрикати замішують машинами, призначеними для замішування тіста з низькою вологістю, типу Т2-М-63 та ін. Вологість тіста: для сушок 28- 32, баранок 30-32; бубликів – 31-36 %, залежно від рецептури виробів. На рідкій опарі тісто готують, використовуючи визначену частину готової опари. Рідку опару вологістю 64-65 %. Одну порцію опари витрачають не довше, ніж за 2,5 год. З опарою у тісто на сушки і баранки вноситься 10-15, а на бублики – 20-25 % всього борошна. Тривалість замішування 10-15 хв.

Вилежування та натирання тіста. Метою вилежування є формування структури тіста. Під час вилежування тісто набуває пластичності. Для тіста із сильного борошна вилежування повинне бути тривалішим, ніж із борошна середнього за силою. Тісто, приготовлене одним із зазначених способів, залишають у спокої на 10-15 хв. дня набухання клейковини. Потім його розрізають на шматки масою 5-10 кг та для більш глибокої механічної обробки шматки тіста 3-4 рази пропускають крізь рифлені вальці машини для натирання Н-1, Н-3, Н-4 та ін.

Оброблення та формування тістових заготовок. Після вилежування тісто подають на оброблення та формування в ділильно-закатувальну машину. Шматки тіста завантажують у приймальну лійку машини, яка під час роботи повинна бути весь час завантажена. Звідки тісто потрапляє в поршневі канали. При різанні заздалегідь встановлюють масу тістових заготовок з метою забезпечення необхідної маси готових виробів. Враховують, що при обварюванні маса заготовки збільшується на 3 — 7 %, а при випіканні зменшується на 16 — 22 %.

Вистоювання, обварювання (ошпарювання) та випікання тістових заготовок. Сформовані тістові заготовки укладають на фанерні дошки або касети та піддають вистоюванню у вистоювальній шафі при температурі 35-40°C та відносній вологості 75-85%. Обсипку тістових заготовок, якщо вона передбачена, здійснюють при укладанні їх на дошки або касети Тривалість вистоювання тістових заготовок залежить від виду виробів та складає

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						18
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

орієнтовно для бубликів 90-120 хв. Після вистоювання тістові заготовки піддають гідротермічній обробці – ошпарюють у паровій камері при тиску пари $1,4 \times 10^6 \text{ Па}$ та температурі $106-114^\circ\text{C}$ протягом 1-3,5 хв. або обварюють у котлі у киплячій воді. Для надання виробам при випіканні гарного забарвлення у воду для обварювання додають цукор або патоку. Орієнтовна тривалість обварювання тістових заготовок бубликів – 5-20 с. Обварені тістові заготовки обсушують у спеціальних камерах при температурі $150-200^\circ\text{C}$ або у приміщенні цеху на дошках, обтягнених тканиною та встановлених на вагонетки. Обсушені заготовки випікають у печах марки БН-25. Тривалість випікання бубликів – 12-18 хв., при температурі печі БН-25 – $230-290^\circ\text{C}$. Температура центральних шарів заготовки у кінці випікання становить у бубликів $104-106^\circ\text{C}$.

Пакування та зберігання бубличних виробів. Вагові бубличні вироби нанизують на шпагат та зберігають зв'язками. У одній зв'язці кількість виробів не повинна перевищувати 20-25 штук. Нанизані вироби зберігають у підвішеному стані на шпилькових вагонетках. Упаковують їх у ящики або паперові мішки по 25-27 кг. Бублики допускається укладати у лотки рядами. Бублики розфасовують у паперові, поліетиленові, целофанові пакети або пачки масою 1 кг та менше. Гарантійний термін зберігання бубличних виробів з дня виготовлення: сушок – 45 діб, баранок – 25 діб. Для виробів, фасованих у поліетиленові або целофанові пакети – 15 діб.

Виробництво бубличних виробів реалізують на потоково-технологічних лініях рис.1.6.

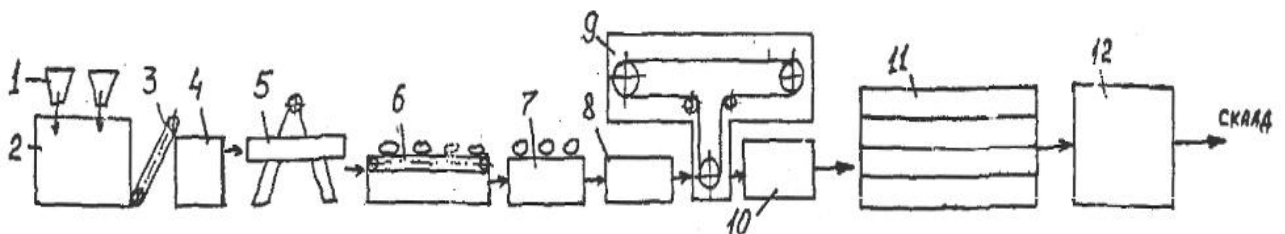


Рис. 1.6. Потоково-технологічна лінія виробництва бубличних виробів:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 – дозатори; 2 – місильна машина; 3 – транспортер; 4 – обробний стіл; 5 – натиральна машина; 6 – транспортер для відлежування; 7 – стіл для відлежування; 8 – ділильно-закачувальна машина; 9 – конвеєрна шафа; 10 – машина для обварювання; 11 – піч; 12 – нанизувальна машина.

1.3. Розробка завдання на систему автоматизації

Технологічні вимоги до системи автоматизації процесу виробництва бубликів наведені в таблиці 1.1.

Технологічні вимоги до системи автоматизації

Таблиця 1.3.

№ п/п	Машина, агрегат, апарат	Пар-р, місце відбору імпульсу	Значення пар-ру, допустимі відхилення	Система автоматизації		
				Вид системи автоматизації	Характер контролю, регулювання, упр-ня	Додаткові вимоги до системи
1	2	3	4	5	6	7
1.	Трубо-від подачі води	Витрата	м ³ /год	Рег-ня	Стабілізація потоку	Дія на клапан подачі води
2.	Трубо-від подачі борошна	Витрата	т/год	Рег-ня	Стабілізація потоку	Дія на клапан подачі борошна
3.	Трубопровід подачі закваски	Т-ра	3 – 4 °С	Контроль	Показання, запис, сигналізація	Світлова
4.	Тістомісильна машина	Т-ра	35 – 40 °С	Контроль	Показання, запис, сигналізація	Світлова
5.		Волог-ть	31 – 36 %	Рег-ня	Стабілізація потоку	Дія на клапан подачі закваски
6.		Частота	об./с	Рег-ня	Швидкість обертання	Світлова
7.	Електропривід транспортеру	Стан	-	Керування (ручне та дистанційне)	Пуск/Зупинка.	Світлова
8.	Транспортер машини для натирання	Частота	об./с	Рег-ня	Швидкість руху транспортера	Світлова
9.	Електропривід тістомісильної машини	Стан	-	Керування (ручне та дистанційне)	Пуск/Зупинка.	Світлова

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Розділ 2

ОПИС СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

2.1. Аналіз існуючих систем автоматизації

Одним з основних напрямків науково-технічного прогресу в харчовій промисловості є створення і впровадження автоматизованих систем управління усіх рівнів. Сучасна концепція організації та автоматизації виробництв перспектив його розвитку та розширення, адаптації до ринкових відносин вимагає розробки гнучких систем автоматизованого керування технологічними процесами на базі автоматичних і автоматизованих систем (мікропроцесорна та комп'ютерна техніка, промислові та адаптивні роботи, гнучкі виробничі модулі та системи, інтелектуальні системи та штучний інтелект).

При побудові автоматизованих систем управління (АСУ) виробництвом молочної продукції активно використовують різноманітні управлінські технології, що є складовими асортиментної політики:

- оперативне управління з використанням багатокритеріальних моделей;
- методи перебору можливих розкладів;
- оперативне управління з побудовою оптимального плану випуску замовлень і його модифікацією при розміщенні нових замовлень та плануванню ремонтів;
- оперативне перемикання виробничих потоків;
- раціональне завантаження апаратів.

В сучасних умовах ринкової економіки, коли має місце "слово покупця", виробництво повинно мати здатність швидко і в широких межах змінювати обсяги і асортимент продукції, що випускається. В таких умовах для ефективного функціонування необхідно оперативно та адекватно реагувати на замовлення.

Отже, на підставі аналізу літературних джерел та практичних досліджень у

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Демченко В.О.			Розробка системи автоматизації процесу виробництва дубликів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Смітюх Я.В.					21	21
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ, ЗАК-3-1ск		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

сфері реалізації вітчизняними підприємствами харчової промисловості можна сформулювати коло проблем, пов'язаних із ефективністю застосування існуючих методів:

1. Обмежені можливості існуючих методів формування асортименту.
2. Відсутність методика, яка адаптована до умов нестабільності зовнішнього середовища.
3. Проблеми впровадження інструментів асортиментної політики у практичну діяльність управлінського персоналу.
4. Проблеми інформаційного забезпечення прийняття управлінських рішень.

На зараз як і попередні роки першочерговими вимогами до будь якого виробництва є зменшення витрат на матеріальну, енергетичну та сировинну складову, зменшення або хоча б фіксація на існуючому рівні собівартості та паралельно з цим підвищення якості готової продукції. Технічних прогрес, який постійно спостерігаємо, викликаний вимогами енергозбереження, ресурсозаощадження та раціональним їх розподілом на виробництві.

Саме тому на даний час виникли передумови для широкого використання засобів мікропроцесорної та обчислювальної техніки, які мають широкі можливості для відображення і перетворення інформації про стан технологічного процесу в реальному часі та дозволяють застосувати достатньо складні алгоритми керування.

Зростання показників ефективності хлібобулочного виробництва на сучасному етапі розвитку систем автоматизації можливе за рахунок розробки і впровадження складних автоматизованих технологічних комплексів, які включають в себе технологічні об'єкти керування (ТОК) і автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУТП).

Якщо раніше на виробництві можна було спостерігати значні складності у взаємодії між окремими відділеннями, відсутність зворотнього зв'язку між керівництвом та змінними опаратчиками, то зараз управління технологічними процесами стало більш ефективним в розрізі інформаційно автоматизованого технологічного комплексу ТК та міжрівневої взаємодії.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Задля задоволення потреб населення в продукції високої якості необхідно використовувати прогресивні виробничі технології, реконструювати і оновлювати виробництво таким чином, щоб отримати найбільший економічний ефект. Окрім введення у виробництво і покращення систем автоматизованого керування ефективним є вплив на сировину, з якої готують бублики, (борошно, вода належної якості, дріжджові культури, інші інгредієнти) різноманітними фізичними чинниками. [5-12].

Аналіз робіт по технології та автоматизації хлібобулочних виробництв показав, що створені необхідні технологічні умови для забезпечення ефективного автоматизованого керування виробничими процесами

Традиційна технологія приготування хлібобулочних виробів з оцінкою якості за органолептичними показниками давно перестала задовольняти як споживачів, так і виробників. Принципові підходи до зміни в технологічних регламентах та управління цим виробництвом різні у вітчизняних та зарубіжних фірм-виробників. Опублікована, запатентована або анотована велика кількість пропозицій по модернізації технології як всього процесу, так і практично кожного з компонентів, що входить в дане виробництво [27].

Перші системи автоматизації технологічних ділянок хлібобулочних виробів як і всіх інших виробництв базувались на локальних регуляторах, які підтримували основні технологічні параметри: температура та вологість в тістомісильній машині, вистійній шафі та в печі, витрати основних рецептурних параметрів і т.д..

Процеси виробництва бубликів не мають високого рівня автоматизації, який може забезпечити необхідну якість управління. Крім того деякі ділянки процесу досі виконуються в ручну чи механічним способом. Велика кількість якісних показників проміжних та основного продукту виготовлення бубликів вимірюються лабораторними методами та не завжди система вчасно реагує на ту чи іншу зміну в процесі виробництва, традиційна система управління не завжди ефективна, а мікропроцесорна техніка прив'язана до конкретних алгоритмів, які закладені в пам'ять контролерів і не є гнучкими.

Модернізація технологічних процесів бродіння тіста ведеться в напрямку

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

вибору рас дріжджів, оптимізація і регуляція умов їх метаболізму. Зроблена спроба налагодити повністю автоматизоване управління бродильним виробництвом в залежності від об'єму вуглекислоти, що утворюється в процесі бродіння. Для регулювання росту дріжджів в процесі ферментації використані різні автоматичні пристрої типу проточних цитофотометрів для вимірювання частинок, що знаходяться в суспензії. Однак контроль складного біотехнологічного процесу по окремим опосередкованим параметрам безперспективний.

Інші стадії виробництва бубликів, мають достатньо високий рівень автоматизації. Всі стадії виробництва на сьогоднішній день автоматизуються за допомогою мікропроцесорної та комп'ютерної техніки.

Переважає більшість автоматизованих систем має ієрархічну структуру.

Найнижчий рівень утворює управління технологічним обладнанням та машинами. Управління технологічним обладнанням може бути, наприклад: управління силосами, дозувальним апаратом, тощо. Керування машин є, наприклад: тістомісильною машиною, натиральною машиною, подільно-закочувальною, пакувальною, укладальною машиною. Управління технологічним обладнанням структуровані по підрозділах. Це рівень Process Control Unit (PCU).

Наступний рівень складається з керівних управлінь для підрозділів установки, таких як, наприклад, установка приготування закваски, допоміжного виробництва, складу ємкостей тощо. Це рівень Information and Operating System (IOS).

Найвищий рівень утворений EOM-управліннями. Вони зв'язані з усіма ведучими станціями та мають, таким чином, доступ до всіх наявних даних. Це рівень Computer Integrated System (CIS).

Сучасні системи управління побудовані на передових мікропроцесорних контролерах таких лідируючих компаній як Сіменс, Шнайдер Електрик, Мітцубіші, які автоматизують кожне відділення, створюючи централізоване управління. Такі контролери об'єднуються в промислову мережу типу PROFIBUS. Це дозволяє обмінюватись даними між різними відділеннями,

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

створюючи розподілену систему управління виробництвом, що дозволяє реалізувати задачу стабілізації потоку, вести облік витрат сировини та готової продукції, а також узгоджене управління рецептурою виробництва різних видів хлібобулочних виробів.

Така структура дозволяє реалізувати рецептурне управління на базі програмного забезпечення людино-машинного інтерфейсу (SCADA-програм), яке встановлено на IOS, на комп'ютерах операторського управління.

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

Для вибору технічних засобів автоматизації ТЗА існують загальні принципи, якими слід керуватися в процесі розробки схеми автоматизації:

Рівень автоматизації технологічного процесу в кожен проміжок часу має визначатися не лише доцільністю впровадження певного комплексу технічних засобів і досягнутим рівнем науково-технічних розробок, а й перспективою модернізації та розвитку цих засобів;

Під час розробки та проектування схем автоматизації слід враховувати:

- вид та характер технологічного процесу;
- умови пожежо- та вибухобезпеки;
- агресивність і токсичність навколишнього та робочого середовищ;
- параметри та фізико-хімічні властивості вимірюваного середовища;
- відстань від місця встановлення датчиків, допоміжних пристроїв, виконавчих механізмів, приводів машин та запірних органів до пунктів керування та контролю;
- потрібну точність та швидкодію засобів автоматизації.

Систему автоматизації технологічних процесів потрібно будувати, як правило, на базі засобів автоматизації та обчислювальної техніки, що виробляються серійно. Намагатись застосовувати однотипні засоби автоматизації і віддавати перевагу уніфікованим системам, які характеризуються простотою поєднання, взаємозамінністю та зручністю

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						25
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

компонування на DIN-рейці в щитах керування. Використання однотипної апаратури дає значні переваги під час монтажу, налагодження, експлуатації, забезпечення запасними частинами тощо;

Добираючи локальні засоби збирання та накопичення первинної інформації (автоматичні датчики), вторинні прилади, регулювальні та виконавчі пристрої використовувати переважно прилади та засоби автоматизації державної системи промислових приладів і засобів автоматизації;

Вибираючи засоби автоматизації, що використовують допоміжну енергію (електричну, пневматичну, гідравлічну), керуватися умовами пожежо - та вибухобезпеки об'єкта, що автоматизується, агресивністю навколишнього середовища, вимогами до швидкодії, дальності передачі сигналів інформації та команд керування тощо;

Обмежувати кількість приладів, апаратури керування і сигналізації, які монтуються на оперативних щитах і пультах. Надлишок апаратури ускладнює експлуатацію, відвертає увагу обслуговуючого персоналу від спостереження за основними параметрами, що визначають хід технологічного процесу, збільшує вартість установки, терміни монтажних та налагоджувальних робіт. Прилади і засоби автоматизації допоміжного призначення доцільніше розміщувати на окремих щитах поблизу технологічного устаткування.

Наведені принципи є загальними, але не вичерпними для всіх випадків, які можуть траплятися в практиці проектування систем автоматизації технологічних процесів. Однак для кожного конкретного випадку їх треба враховувати у технічному завданні на автоматизацію проектованого об'єкта.

На основі проведеного аналізу, вивчення технологічних особливостей та технічні характеристики обладнання виробництва бубликів, в кваліфікаційній роботі було підбрано та використано наступні ТЗА.

В моїй роботі використано високоточні та надійні сучасні мікропроцесорні засоби закордонних виробників з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА .

Основними технологічними параметрами процесу приготування тіста на

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бублики є витрата компонентів в туробопроводах подачі до апарату, температура та вологість у тістомісильній машині, від них залежить якість готової продукції та кількість браку. Вимірювання цих параметрів потребує точних значень і неприпустимо відхилення від заданих меж, тому серед усіх можливих варіантів обираємо німецьку точність фірми Siemens та Jumo.

ТЕМПЕРАТУРА

Так як температура знаходиться в межах 35 – 40 °С, то для її вимірювання підійде термометр опору ТО з невеликим діапазоном вимірювання.

Термометри опору – це прилади, принцип дії яких ґрунтується на властивості матеріалів змінювати електричний опір під впливом температури. Провідники в таких вимірюваннях називаються терморезисторами, а напівпровідники – термісторами. Для провідників залежність опору від температури має вигляд:

$$R=R_0(1+\alpha\Delta T),$$

де R – опір провідника при температурі T; R₀ – опір при температурі T₀; α – температурний коефіцієнт опору провідника; ΔT= T- T₀ (де T₀ = 273,16 К = 0°С).

Для терморезисторів використовують такі метали як платина, нікель, мідь.

В своїй роботі застосовую Pt100 в єдиному корпусі з вторинним вимірювальним перетворювачем Sitrans TF2.

Обраний Sitrans TF2 (рис. 2.1.) - це компактний вимірювальний перетворювач температури з цифровим дисплеєм та платиновим термометром опору Pt100. Призначення для індикації та контроль температури, що вимірюється на технологічній лінії за місцем, а також дистанційна передача сигналу вимірювальної інформації на відстань.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис.2.1. Зовнішній вигляд мікропроцесорного перетворювача температури

Технічні характеристики Sitrans TF2:

- Вхід: вимірювана величина – температура в діапазоні від $-50...+200^{\circ}\text{C}$.
- Вихід: уніфікований сигнал $4...20\text{ mA}$ по дротах живлення.
- Нижня (мінімум) - $3,6\text{ mA}$ та верхня межа струму (максимум) - 23 mA .
- Вихід захищений: від невірної під'єднання джерела живлення за полярністю, від перевищення напруги живлення та від короткого замикання.
- Максимальний опір навантаження: $U_n = 12\text{V} / 0,023\text{A}$.
- Характеристика перетворення – прямо пропорційна вимірюваній температурі.

Нормовані метрологічні характеристики:

- Абсолютна похибка при температурі навколишнього середовища в межах $(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$ складає: $< \pm(0,45^{\circ}\text{C} + 0,2\%$ від верхньої межі налаштованого діапазону вимірювань);
- Час одного циклу вимірювання $\leq 100\text{ мс}$;
- Додаткова похибка від зміни температури навколишнього середовища: $< \pm 0,15\%$ від верхньої межі налаштованого діапазону вимірювань на кожні 10°C ;
- Додаткова похибка від впливу вібрацій в усіх напрямках: $< \pm 0,05\%/g$ до 500 Гц ;
- Додаткова похибка від впливу нестабільності джерела живлення на

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

кожний ;

- Pt100 в захисній трубці із нержавіючої сталі;
- корпус виконаний з нержавійки з високим класом захисту;
- вбудований та конфігуруємий за допомогою трьох клавiш мікропроцесорний вимірювальний перетворювач з рiдинно-кришталевим дисплеєм (РКД).
- випускаються осьова та радіальна конструкції TF2;
- застосування в багатьох галузях.
- відмінна точність вимірювання та індикація з властивістю $1/100\text{ }^{\circ}\text{C}$ в усьому діапазоні вимірювання;
- сигналізація (+/-) про перевищення заданого межового значення температури на РКД, а також за допомогою червоного світло діоду.

Корпус SITRANS TF2 (рис.2.1) виготовлений із інструментальної сталі (\varnothing 80 мм) та оснащений захисним склом. В захисну 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 степiнь 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 рознім в відповідності з EN 175301-803А.

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

Принцип роботи мікропроцесорного вимірювального перетворювача TF2 (рис.2.2.) можна розділити на наступні функціональні блоки і окремі функції:

- Вхід: RTD – термометр опору Pt100; Iк – стабілізоване джерело струму;
- A/D – аналого-цифровий перетворювач,

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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).

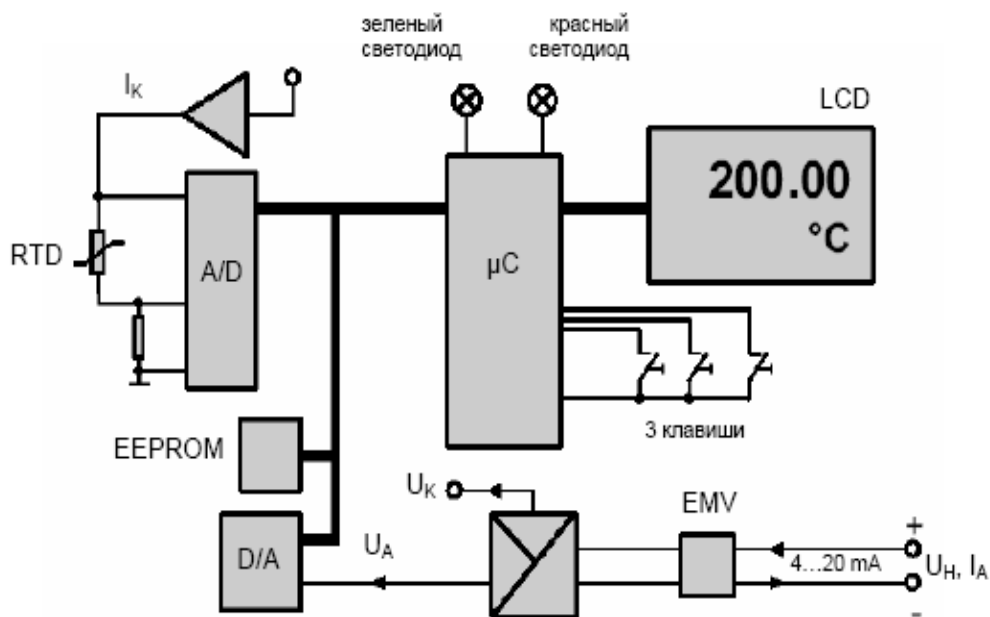


Рис.2.2. Принципова схема Sitrans TF2

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);

Керування та індикації:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 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.2.2.), що знаходиться в об'єкті, отримує живлення від стабілізованого джерела струму I_k . Спад напруги на датчику відповідає вимірюваній температурі. Аналого-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 $R_L \cong 500$ 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)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мікропроцесорного контролера системи керування технологічним процесом.

Умови використання:

- Температура навколишнього середовища, в межах: $-25\dots+85^{\circ}\text{C}$.
- Рекомендований діапазон температур, в межах: $-10\dots+70^{\circ}\text{C}$.
- Температура середовища зберігання приладу, в межах: $-40\dots+85^{\circ}\text{C}$.

ВИТРАТА

В кваліфікаційній роботі два види витрати: об'ємна та масова.

Об'ємна витрата – об'єм рідини, який проходить через задану площу чи поперечний переріз трубопроводу за одиницю часу. Вимірюється в $\text{м}^3/\text{с}$. Масова витрата застосовується переважно для сипких компонентів, визначається кількістю за одиницю часу, одиниці вимірювання $\text{кг}/\text{с}$.

Для вимірювання води, яка подається в тістомісильну машину взято магніто – індукційний витратомір Sitrans FM MAG 6000, що працює в комплекті з сенсором Magflo 1100.



Рис. 2.3. Sitrans FM - комплект вимірювання об'ємної витрати

Принцип дії магніто-індукційного витратоміра ґрунтується на явищі, яке описується законом електромагнітної індукції Фарадея. Суть явища електромагнітної індукції і закону Фарадея полягає в тому, що під час переміщення будь-якого провідника у магнітному полі на його кінцях виникає індукована електрорушійна сила U^m , яка пропорційна довжині L провідника, швидкості переміщення V , магнітній індукції B та синусу кута α між магнітною індукцією та напрямком швидкості:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_m = B \cdot V \cdot L \cdot \sin \alpha$$

В індукційних витратомірах рухомим провідником є електропровідна рідина, витрати якої вимірюють.

Комплект Sitrans FM MAG 6000 призначений для вимірювання витрати потоку практично всіх електропровідних рідин, а також суспензій та паст. Єдиною умовою його нормальної роботи є наявність хоча б мінімальної (5мікросим/см) електропровідності в середовищі, витрати якого вимірюють.

Температура, тиск, в'язкість та густина рідини не впливають на результати вимірювань.

Витратомір здійснює вимірювання витрати агресивних та частково абразивних середовищ за умови правильного вибору матеріалу внутрішньої труби та електродів. Тверді частинки, що потрапляють у вимірювальний перетворювач одночасно з вимірюваним середовищем (рідиною), як правило не впливають на результати вимірювань.

Основними сферами використання магніто-індукційних витратомірів є вода; стічні води; енергетична техніка; хімічні та фармацевтичні виробництва, харчові продукти. Завдяки модульності виконання фірма «Siemens» дає можливість використовувати її прилади для вирішення практично будь – яких задач вимірювання витрати.

Максимальна похибка вимірювання для MAG 6000 складає - 0,25% від верхньої межі вимірювання витрати, враховуючи похибку первинного вимірювального перетворювача.

Проста інтеграція в інші системи за допомогою комунікаційної платформи USM II (вбудовані шинні модулі Plug & Play). USM II – це універсальний сигнальний модуль з "Plug & Play", який забезпечує простий доступ до вимірювання витрати і її інтеграції практично в усі системи і протоколи шин. Це гарантує просту модернізацію витратоміра в майбутні (по мірі нарощування системи) комунікаційні і шинні платформи.

MAG 6000 забезпечений вбудованими функціями дозування, працює з наступними компонентами:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- пристрій керування та індикації;
- HART – модем;
- PC/ноутбук і ПО SIMATIC PDM через комунікацію с HART;
- PC/ноутбук і ПО SIMATIC PDM через комунікацію с PROFIBUS PA.

Основні переваги:

- Висока дозволяюча властивість в усьому динамічному діапазоні.
- Цифрова обробка сигналу с багатьма можливостями.
- Просте введення в експлуатацію через автоматичне зчитування зберігаємих в пам'яті SENSORPROM фірмових даних про налаштування сенсора.
- Конфігуруєме користувачем меню керування та індикації, яке захищене паролем:
- індикація параметрів в 3-х рядочках по 20 символів в кожному на 11-ти мовах;
- індикація витрати в різних одиницях;
- наявність лічильників для прямого/зворотнього потоку речовини і витрати-нетто, а також багато іншої інформації.
- Уніфіковані функціональні виходи для керування процесом, які мають оптимальну конфігурацію з аналоговими, імпульсними/частотними та релейними виходами (контролюються стан процесу, напрямок протікання речовини, межові значення).
- Розширена самодіагностика для визначення та запису помилок.
- Керування процесом дозування.
- Допуск для режиму комерційного обліку: PTB, OIML R75, R117, R49.
- Оснащений додатковими модулями для HART, MODBUS RTU/RS485, PROFIBUS PA и DP, CAN-open, DeviceNet.

Для вимірювання витрати борошна обрано масовий витратомір Sitrans FCS400.

Коріолісові витратоміри зазвичай підходять для вимірювання масової витрати. Вимірювання витрати не залежить від змін умов та параметрів технологічного процесу, таких як температура, густина, тиск, в'язкість,

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електропровідність та профіль потоку. Завдяки цій універсальності, витратомір легко встановити та використовувати. Коріолісовий витратомір відомий своєю високою точністю при широкому коефіцієнті налаштування діапазону вимірювання та здатністю бути справжнім багатопараметричним приладом.



Рис.2.4. Коріолісовий витратомір Sitrans FCS400

До переваг приладу можна віднести:

1. Підвищена гнучкість системи:

- Широкий спектр продукції
- Новітні витратоміри з високими експлуатаційними характеристиками
- Компактна або роздільна установка з використанням ідентичних вимірювальних перетворювачів і датчиків в рамках відповідної серії

• Повна інтеграція в системи SIMATIC

2. Легке введення в експлуатацію:

• Всі коріолісові витратоміри SITRANS FC оснащені модулем пам'яті SENSORPROM або SensorFlash, який зберігає дані калібрування датчика та налаштування перетворювача протягом терміну служби приладу, а також містить документацію і сертифікати.

• При введенні в експлуатацію витратомір починає вимірювання без будь-якого початкового програмування.

3. Просте обслуговування:

• Комплексне меню самодіагностики та сервісного обслуговування покращує усунення несправностей та перевірку витратоміра.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Заміна перетворювача не потребує програмування. Модуль пам'яті автоматично оновлює всі налаштування після ініціалізації.

4.Орієнтація на майбутнє:

- FC430/FC410: Міцний і малогабаритний датчик розмірами від DN15 до DN50, призначений для OEM та виробників технологічних установок. Також доступний у санітарно-гігієнічній версії.

- Датчики MASS 2100/FC300-DN4 з цифровою платформою FCT дозволяють підключити всі датчики від DI1,5 до DI 15 до перетворювачів FCT010, FCT030 та FCT070.

- Перетворювач FCT070 – це технологічний модуль, повністю інтегрований в систему SIMATIC ET 200SP.

Безпосередня комунікація з усіма рішеннями SIMATIC завдяки дуже швидкому протоколу PROFINET. Доступні розширені функціональні блоки для дозування.

ВОЛОГІСТЬ

Для вимірювання вологості в тістомісильній машині обрано систему для визначення вологості промислового використання Jumo 907023/335, що складається з зонда та вторинного приладу. Його обрали тому, що даний комплект технічних засобів вимірювання створений для роботи в найскладніших умовах і для промислових застосувань.



Рис.2.5. Комплект для вимірювання вологи Jumo 907023/335

- Діапазон температур -70 ... + 180 ° C;
- Для промислових і метеорологічних застосувань в умовах помірної

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вологості;

- Маленький паронепроникний зонд для дистанційних вимірювань;
- Виняткова точність і стабільність;
- Побудова графіка поточного процесу і історії вимірювань за останній

рік;

- Стійкий до корозії корпус IP 65;
- Відповідає стандарту NIS.

Датчик 907023/335 призначений для додатків, до яких пред'являють особливо високі вимоги.

Маленький і вузький зонд з високоякісної сталі забезпечує легкість монтажу у важкодоступних місцях. У порівнянні з типом 907023/333, зонд 335 є паронепроникним і, крім цього, має набагато більш широкий діапазон робочих температур. Використовувати для помірної вологості.

Широкі можливості монтажу реалізуються за допомогою установочного набору для каналів. Паронепроникний монтаж в каналі або трубопроводі можна реалізувати за допомоги різьбових з'єднань Swagelok. Установчий набір для каналів і монтажний комплект для зовнішніх метеорологічних вимірювань можна замовити в якості опції.

ЧАСТОТА ОБЕРТАННЯ

Одним з вагомих параметрів в процесі є швидкість обертання тістомісильної машини та швидкість руху транспортеру в натирочній машині. За цей параметр відповідає частотний перетворювач і використовується для зміни частоти електричного струму, що дає можливість керувати та регулювати швидкість синхронних та асинхронних електродвигунів шляхом створення на виході перетворювача напруги необхідної частоти.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



**Рис.2.6. Чоттний перетворювач Altivar Machine ATV320
(ATV320D15N4)**

Сам цей частотний перетворювач Altivar 320 може жити трифазні синхронні та асинхронні двигуни. Його тип виконання «книжка» забезпечує просту та компактну установку у шафах автоматизації. Він працює з номінальною потужністю до 15 кВт / 20 кінських сил і номінальною напругою від 380 В до 500 В змінного струму. Також включає в себе паралельне з'єднання двигунів і спеціальних приводів з використанням співвідношення напруга/частота і статичної точності швидкості та енергозбереження для синхронних двигунів з відкритим контуром.

Програмне забезпечення приводу містить 5 функцій безпеки, які допомагають машинам відповідати вимогам безпеки, незалежно від того, використовуються вони разом із модулем безпеки Preventa чи ні. Ці функції безпеки налаштовуються за допомогою програмного забезпечення SoMove.

Відповідає міжнародним стандартам IEC/EN 61800-5-1 і IEC/EN 61800-3 (захищеність від електромагнітної сумісності та електромагнітних випромінювань). Сертифікований CE, UL, CSA, NOM, EAC і RCM. Аксесуари для монтажу та зовнішні опції (гальмівні резистори, мережеві дроселі, дроселі двигунів, додаткові фільтри EMC) доступні з приводами Altivar Machine

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ATV320. Тип зовнішніх аксесуарів і опцій залежить від потужності приводу. Він призначений для монтажу у вертикальному положенні (+/- 10 °) на панелі завдяки 4 отворам для кріплення. Його повністю інтегровано в EcoStruxure Machine від Schneider Electric через DTM. Можна налаштовувати, контролювати та діагностувати приводи ATV320 безпосередньо в програмному забезпеченні SoMachine та SoMove за допомогою того самого блоку програмного забезпечення (DTM). Екологічно чистий і відповідає таким директивам, як RoHS, WEEE, що стосуються захисту навколишнього середовища.

2.3. Схема автоматизації

Схема автоматизації (СА) наведена на кресленні №1 графічної частини кваліфікованої роботи. В верхній частині схеми розміщена апаратурно-технологічна схема процесу приготування тіста на булочки з підписаним устаткуванням та технологічними потоками. В нижній частині схеми показано контури контролю та регулювання основних параметрів процесу, управління електродвигунами та РО.

Контур регулювання витрати води

Реалізовано на основі магніто-індукційного витратоміра Sitrans FM, який складається з сенсора MagFlo 1100 (поз. 1а) та мікропроцесорного перетворювача Mag6000 (поз. 1б). Уніфікований сигнал передається від датчика до модуля аналогових входів контролера, де сигнал обробляється в програмі, і якщо є розбіжність із заданим значенням, вихідний управляючий сигнал подається на електропневматичний перетворювач TRP-8 (1в), де з 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 кПа, який у свою чергу подається на пневмопривід з клапаном SRN (1г), який регулює подачу води в тістомісильну машину.

Контур регулювання витрати борошна

Здійснено за допомогою коріолісового витратоміра Sitrans FC, який складається з сенсора Mass 2100 (поз. 2а) та мікропроцесорного перетворювача Mass6000 (поз. 2б). Уніфікований сигнал передається від датчика до модуля

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аналогових входів контролера, де сигнал обробляється в програмі, і якщо є розбіжність із заданим значенням, вихідний управляючий сигнал подається на електропневматичний перетворювач TRP-8 (2в), де з 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 кПа, який у свою чергу подається на пневмопривід з клапаном SRN (2г), який регулює подачу борошна в тістомісильну машину.

Контур контролю температури в тістомісильній машині та температури закваски

Контроль температури реалізовано за допомогою мікропроцесорного датчика Sitrans TF2, який в одному корпусі вміщує платиновий термометр опору Pt100 (позиція 3а, 5а) та вимірювальний перетворювач температури (позиція 3б, 5б), що перетворює отриманий сигнал від чутливого елемента в зручну для сприйняття форму у вигляді уніфікованого вихідного сигналу 4-20 мА. Обов'язковим є проведення систематичної індикації I та реєстрації R температури, обмін інформацією з ПЛК та ПК .

Контур регулювання вологості в тістомісильній машині

Регулювання вологості проведено комплектом для промислового вимірювання вологості JUMO 907023/335 для роботи в найскладніших умовах, до складу якого входить вимірювальний паронепроникний зонд та перетворювач (позиція 6а, 6б). Уніфікований сигнал передається від датчика до модуля аналогових входів контролера, де сигнал обробляється в програмі, і якщо є розбіжність із заданим значенням, вихідний управляючий сигнал подається на електропневматичний перетворювач TRP-8 (6в), де з 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 кПа, який у свою чергу подається на пневмопривід з клапаном SRN (6г), який регулює подачу опари в тістомісильну машину.

Управління двигунами M1 і M2 для тістомісильної та транспортеру натирочної машин здійснюється через магнітні пускачі (KM1, KM2) та станції перемикання з ручного та автоматичного режиму роботи (SA1, SA2).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1.

№ п. п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	К-ть, шт.	Примітка
1	1а, 1б	Магніто-індукційний витратомір в комплекті сенсор MagFlo1100 dn 25. Вихідний сигнал 4-20 мА. HART, MODBUS RTU/RS485, PROFIBUS PA и DP, CAN-open, DeviceNet.	Sitrans FM Mag6000	1	Siemens
2	2а, 2б	Масовий (коріолісовий) витратомір в комплекті сенсор Mass2100 dn 50. Вихідний сигнал 4-20 мА. HART, MODBUS RTU/RS485, PROFIBUS PA и DP, CAN-open, DeviceNet.	Sitrans FC Mass6000	1	Siemens
3	3а, 3б, 5а, 5б	Вимірювальний мікропроцесорний перетворювач температури з вбудованим платиновим термометром опору Pt100 в захистній трубіці із нержавіючої сталі, показуючий з світловою сигналізацією. Вихідний сигнал 4-20 мА. Вимірювальний діапазон температур -50...+200°C.	Sitrans TF2	2	Siemens
4	6а, 6б,	Датчик вологості (паронепронекний зонд та перетворювач). Діапазон вологості 0..100%. Температура середовища -70.. +180 °С. Вихідний сигнал 4-20мА.	907023/335	1	Jumo
5	4а, 7а	Перетворювач частоти. Аналоговий вхід (0-10В, 0-20мА, 4-20мА). Напряга жив.: 180...380 VАС. Робоча темп-ра: 0..55 ° С.	ATV320 D15N4B	1	Schneider Eelectric
6	1в, 2в, 6в	Електропнеumo перпетворювач. Макс. тиск 8 бар. Вх. сигнал 4-20мА, вих. сигнал 20-140 кПа.	TRP-8	3	Camozzi
7	1г, 2г, 6г	Пнеumoпривід з односторонньою дією. Робочий тиск - 5,6 бар,максимальний 8 бар.	SRN0015 401S	3	Camozzi
8	КМ1, КМ2	Магнітний пускач 3-х полюсного виконання, струмові номінали від 6 до 400А, вбудована пара додаткових контактів 1NO+1NC, котушки управління на різну напругу від 24 до 415В змінного струму і від 24 до 110 В постійного струму .	CES65.11	1	ETI Україна

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 3

ПРОЄКТНЕ КОМПОНУВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЕРА (ПЛК) ТА СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ

3.1. Проєктне компонування ПЛК

В кваліфікаційній роботі система автоматизації побудована на програмованому логічному контролері M340 фірми Schneider Electric.

ПЛК M340 є спадкоємцем традицій та інновацій фірми Modicon, що випустила перший промисловий програмований контролер. За своїми можливостями і продуктивністю M340 займає нішу в середині модельного ряду між контролерами Twido і Premium.

В цілому архітектура M340 успадковує старші контролери: згаданий Premium і найбільш потужний контролер в лінійці Schneider Electric - Quantum. Більш того, M340 програмується за допомогою того ж програмного пакета, що і старші контролери - системи Unity Pro. Це програмне середовище підтримує всі стандартні мови МЕК 61131-3: список інструкцій (LI), мова сходових діаграм (LD), мову функціональних блок-схем (FBD), мова послідовних функціональних блоків (SFC) і мову структурованого тексту (ST).

Механічною основою системи є монтажна шина, на яку встановлюються за суворою послідовністю блок живлення, процесорний модуль, модулі розширення, модулі входів та виходів.

Архітектура дозволяє з'єднувати до чотирьох таких монтажних шин в єдину систему з одним головним процесором, а самі шини можна винести на сумарну довжину до 30 метрів. Таким чином віддалене введення / виведення організовується «всередині» контролера і не потрібно впровадження додаткових польових шин. Крім блоку живлення всі модулі мають однакову ширину, а тому займають лише одне установче місце на шині.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Демченко В.О.			Розробка системи автоматизації процесу виробництва дубликів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Смітюх Я.В.					42	12
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ, ЗАК-3-1ск		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

Максимальна місткість шини - 12 місць, що з урахуванням блоку живлення і процесора дозволяє встановити ще 11 модулів. Така конфігурація займе в шафі не більше 100x500x160 мм (ВxШxГ).

Для контролера М340 доступні наступні комунікаційні протоколи: Modbus RTU / ASCII, Ethernet Modbus TCP / IP, Modbus Plus, CANopen master, Profibus DP, AS-interface V3 master.

Для під'єднання панелі оператора типу ХВТ GT безпосередньо можна використовувати інтерфейс USB, таким чином немає необхідності в додатковому модулі Modbus.

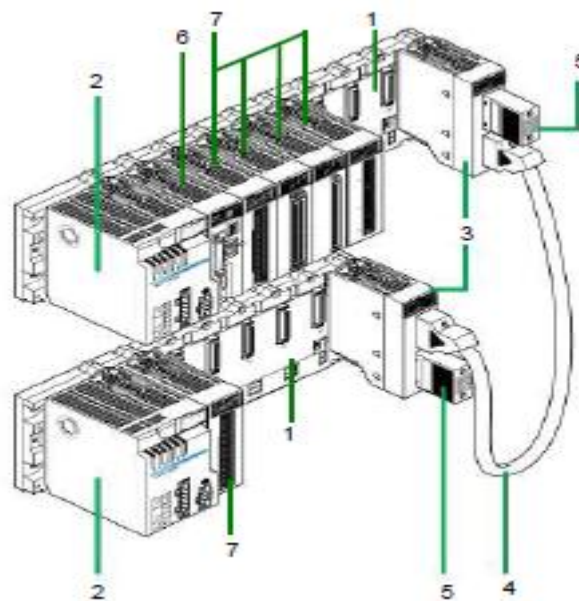


Рис. 3.1. Будова промислового контролера М340

1. Шасі, на яких встановлюються модулі.
2. Модуль живлення, який обов'язково повинен бути присутнім в кожному шасі, і який встановлюється на спеціально відведеному місці у шасі.
3. Модуль розширення для контролерів побудованих на базі декількох шасі.
4. Кабелі розширення BusX, що з'єднує модулі розширення на суміжних шасі.
5. Термінуючі резистори в кінцевих модулях розширення архітектури М340.
6. Процесорний модуль, який обов'язково розміщується в посадочному місці з номером 00 у шасі, яке має номер 0.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

7. Модулі вводу/виводу та модулі спеціального призначення, які розміщуються в будь-якому посадочному місці.

Процесорні модулі M340 відрізняються функціональними можливостями, швидкістю обробки інструкцій, кількістю входів/виходів, які може обробляти контролер, кількістю спеціальних каналів, об'ємом доступної оперативної пам'яті та вбудованими в модуль ЦПУ комунікаційними засобами.

У кожному процесорному модулі M340 є вбудований USB-інтерфейс, 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 5 м.

У спеціальному слоті розміщується SD-карта пам'яті. На карті, що входить у комплект стандартної поставки M340 (об'ємом 8 Мбайт), зберігається завантажений проект, вбудовані діагностичні Веб-сторінки, а також при необхідності вихідний код проекту, константи та діалогові таблиці. Альтернативний варіант – використання карти обсягом 128 Мб, з підтримкою збереження даних користувача з прикладної програми, а також файлових операцій через FTP Сервер.

Живлення модулів по шасі проводиться через два виходи модуля живлення 24 В (24AC) та 3,3 В (3VAC). Вихід 24VAC використовується для живлення встановлених на монтажному шасі модулів входів-виходів та процесорного модуля, а вихід 3VAC використовується тільки для живлення модулів входів-виходів.

Модулі живлення, що живляться напругою 100...240VAC (BMX CPS 2000 та BMX CPS 3500), додатково мають зовнішній вихід 24 В (24V_SENSORS), який можна використати для живлення датчиків або виконавчих механізмів.

Модулі дискретних входів/виходів M340 являють собою стандартні модулі, які займають один слот. Ці модулі відрізняються за типом каналів

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

(вхідні, вихідні, змішані), за кількістю каналів, за типом вхідних та вихідних каналів 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).

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.

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).

Аналогічно аналоговим модулям 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.

Для впровадження системи автоматизації процесу виробництва бубликів необхідно:

- Аналогові входи 5;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

- Аналогові виходи 5;

- Дискретні виходи 2.

Компонування контролера М340 наведене в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Найменування	Призначення	Кількість
ВМХ CPS 2000	Модуль живлення 100...240 VAC, 20 Вт	1
ВМХ P34 2010	Процесорний модуль	1
ВМХ АМІ 0800	Модуль аналогових входів на 8 каналів	1
ВМХ АМО 0802	Модуль аналогових виходів на 8 каналів	1
ВМХ DDO 1612	Модуль дискретних виходів на 16 каналів	1
ВМХ FTB 2010	20 контактна з'ємна колодка з гвинтовими зажимами	1

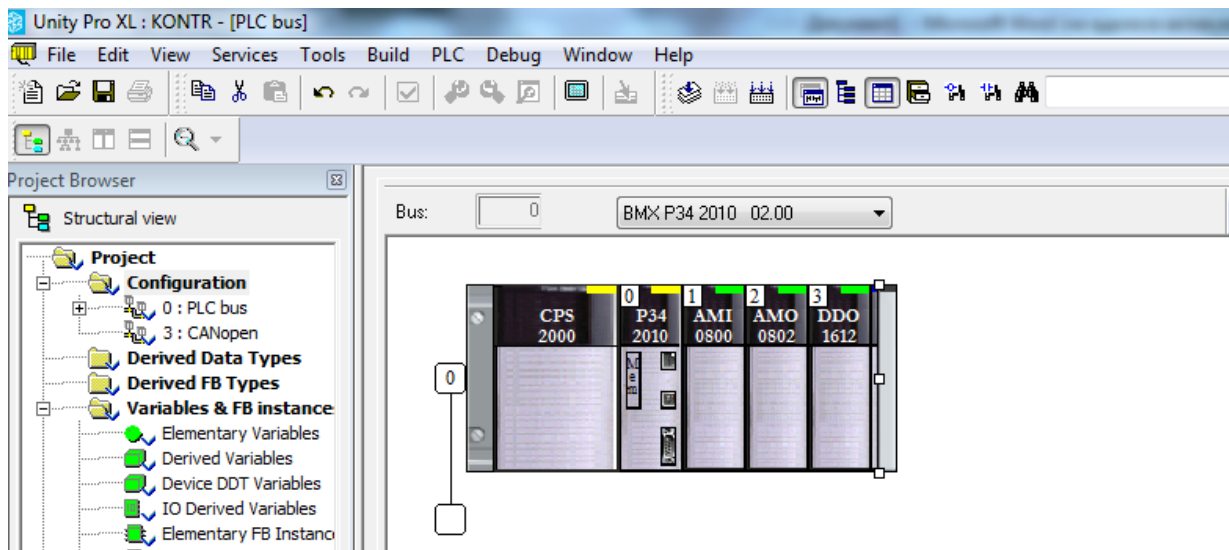


Рис. 3.2. Компонування контролера Modicon M340

3.2. Загальна схема підключення датчиків, виконавчих механізмів та регулюючих органів

Принципова схема підключення датчиків, пневматичних виконавчих механізмів ВМ та регулюючих органів РО до контролера реалізована на кресленні 2 графічного матеріалу, де кожний провід промаркований для полегшення в підключенні. Ланцюги управління, регулювання та вимірювання

В ручному режимі роботи електродвигуна М1 при натисканні кнопки SB1.2 (кнопка “Пуск”) напруга 220 В подається на магнітний пускач КМ1, як наслідок замикається його контакт КМ1, що забезпечує блокування кнопки “Пуск”, тобто при відпусканні цієї кнопки схема продовжує працювати. Це називають самопідхватом. Магнітний пускач, в свою чергу, і запускає двигун.

При натисканні кнопки SB1.1 (кнопка “Стоп”) електричний ланцюг розривається, на магнітний пускач не надходить струм, розмикається його само підхват, електродвигун зупиняється.

При перемиканні на автоматичний режим роботи електродвигуна М1 за допомогою ключа SA1, управління відбувається дискретним виходом з промислового контролера КV1.

Двигун оснащений тепловим реле для захисту від перегріву. Отже, коли двигун перегрівається, розмикаються нормально замкнені контакти теплових реле КК1, розривається ланцюг і двигун зупиняється. Електродвигун М2 працює аналогічно.

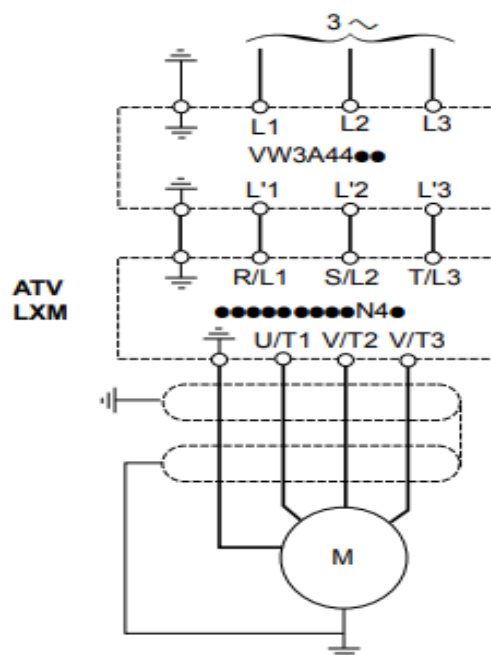


Рис.3.4. Принципова схема підключення частотного перетворювача ATV320D15N4B до асинхронного двигуна

Для регулювання швидкості є можливість включення двигуна через частотний перетворювач, що знаходяться безпосередньо поруч з об’єктом, та

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

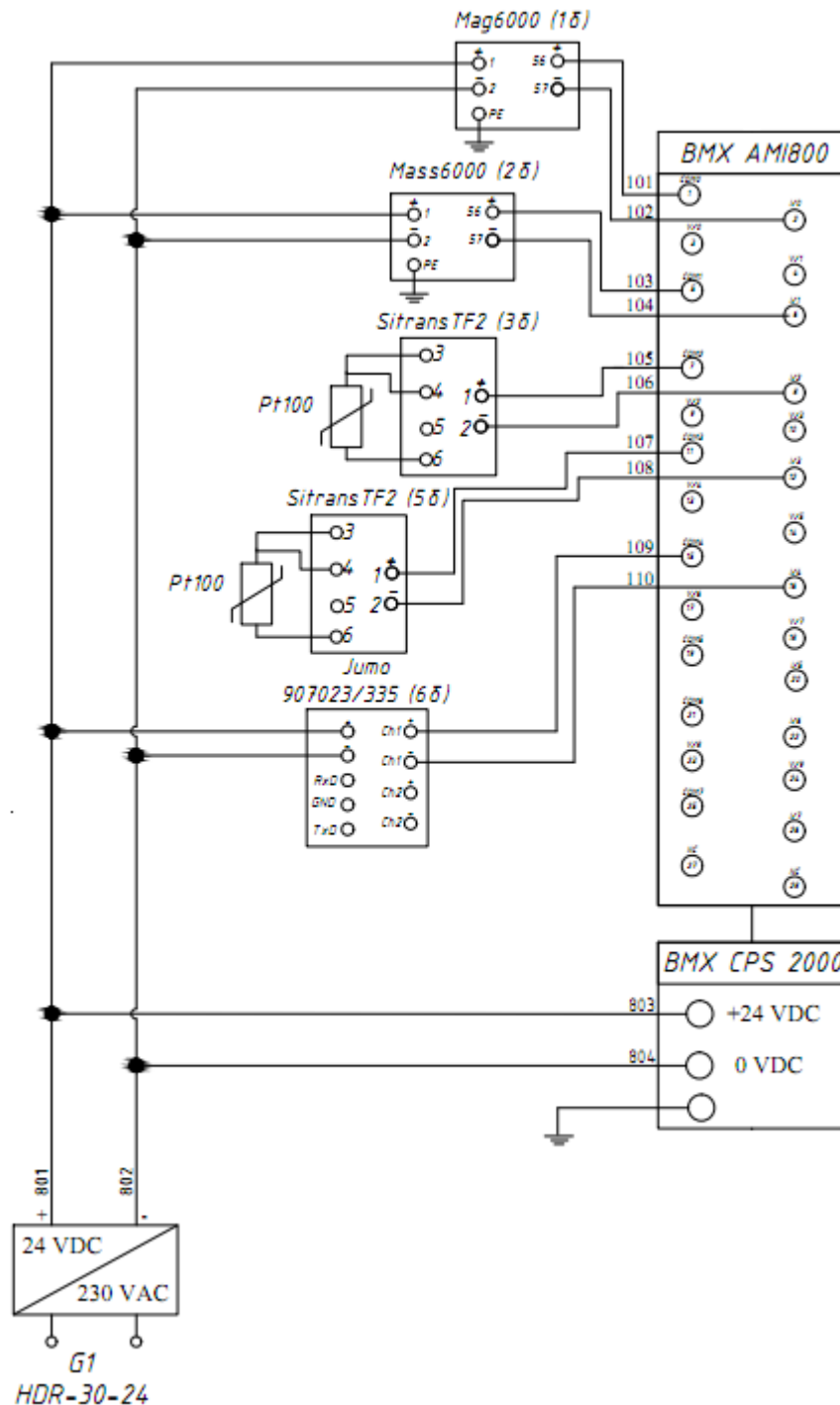


Рис.3.5. Підключення датчиків до модуля аналогових входів BMX AMI 0800

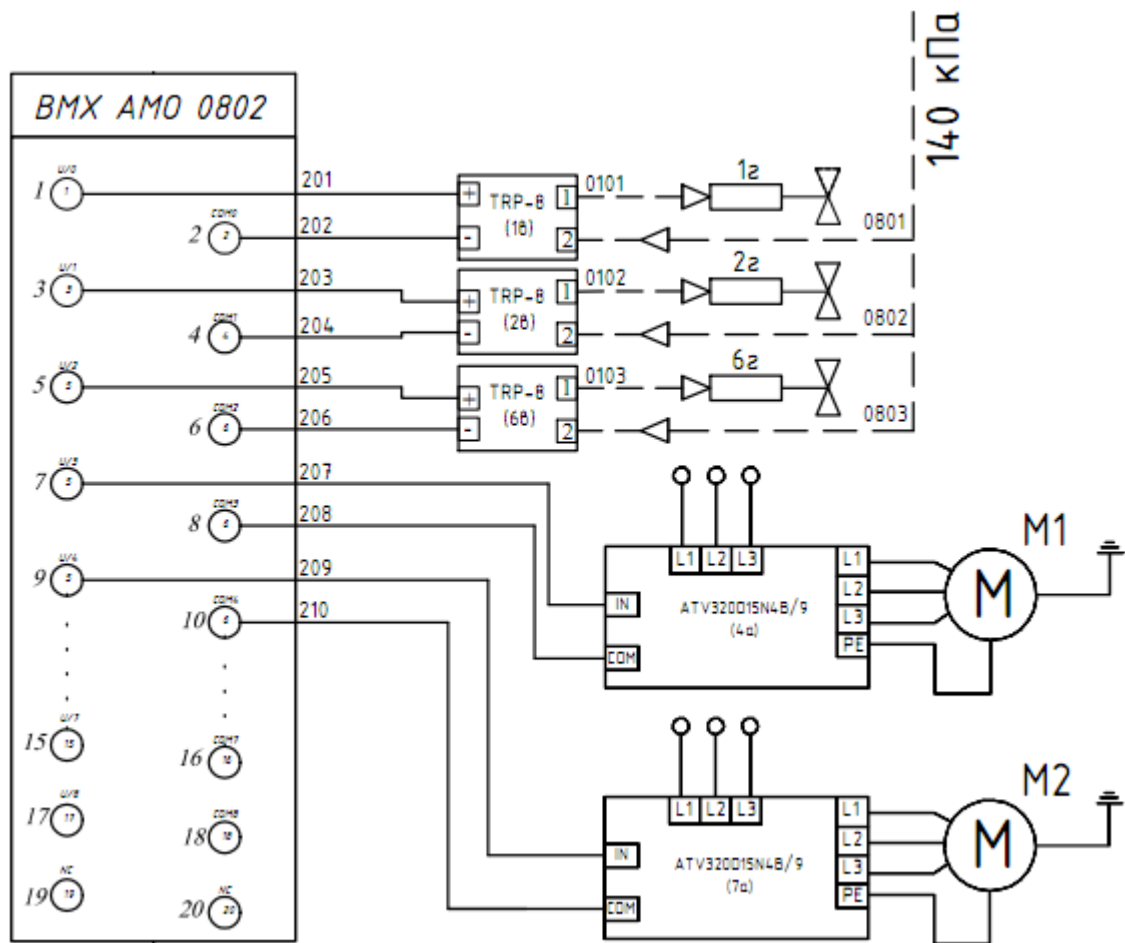


Рис.3.6. Підключення перетворювачів та виконавчих механізмів до модуля аналогових виходів BMX AMO 0802

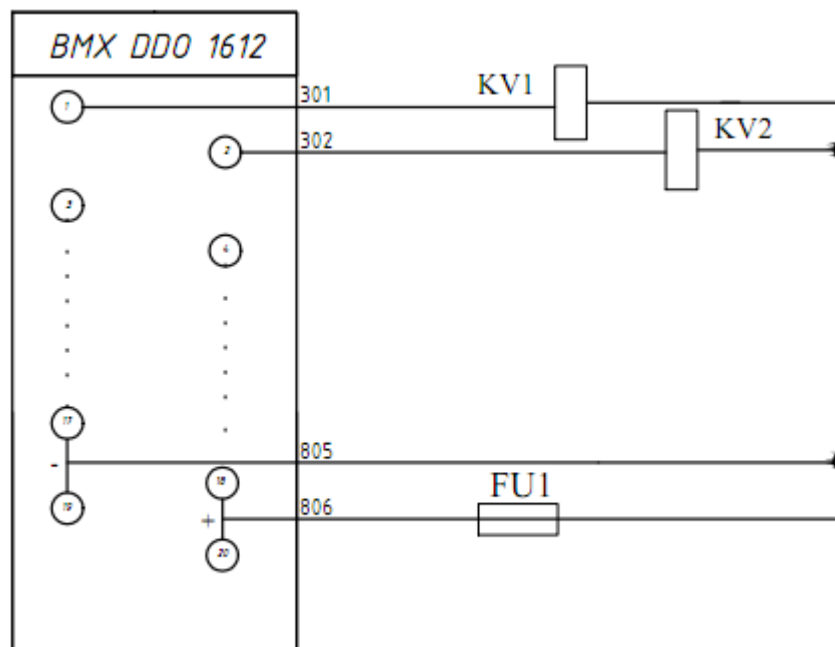


Рис.3.7. Підключення до модуля дискретних виходів BMX DDO 1612

3.3. Розширені схеми підключення

Розширена схема підключення для контуру регулювання вологості зображена на рис. 3.10. Реалізація даного контуру здійснюється за допомогою комплексу для промислового вимірювання вологості 902370/335 з паронепроникним зондом фірми Jumo. Регулювання вологості в тістомісильній машині відбувається за допомогою подачі опари. Фрагмент схеми автоматизації та підключення до ПЛК даного контуру дивись на рис. 3.8. і 3.9. Розширене підключення контуру регулювання вологості в тістомісильній машині показано на рис. 3.7.

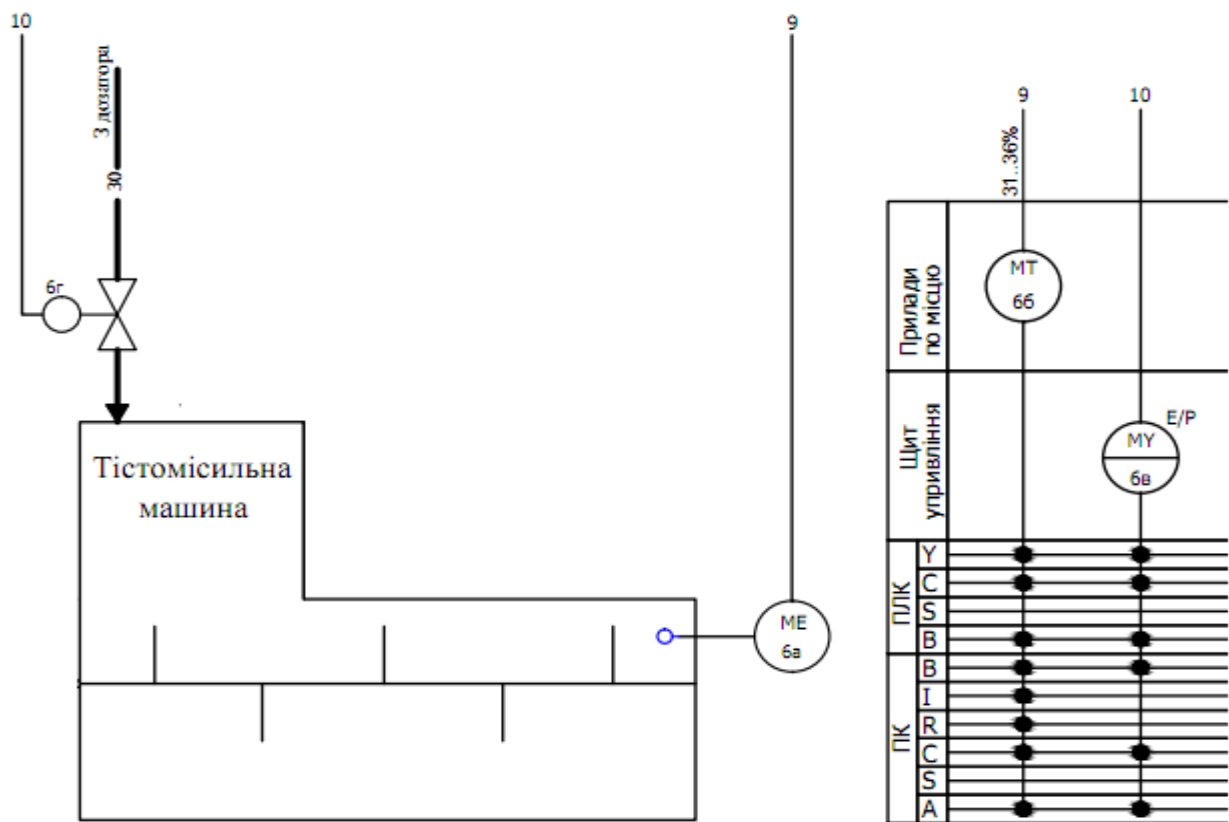


Рис.3.8. Фрагмент СА контуру регулювання вологості в тістомісильній машині

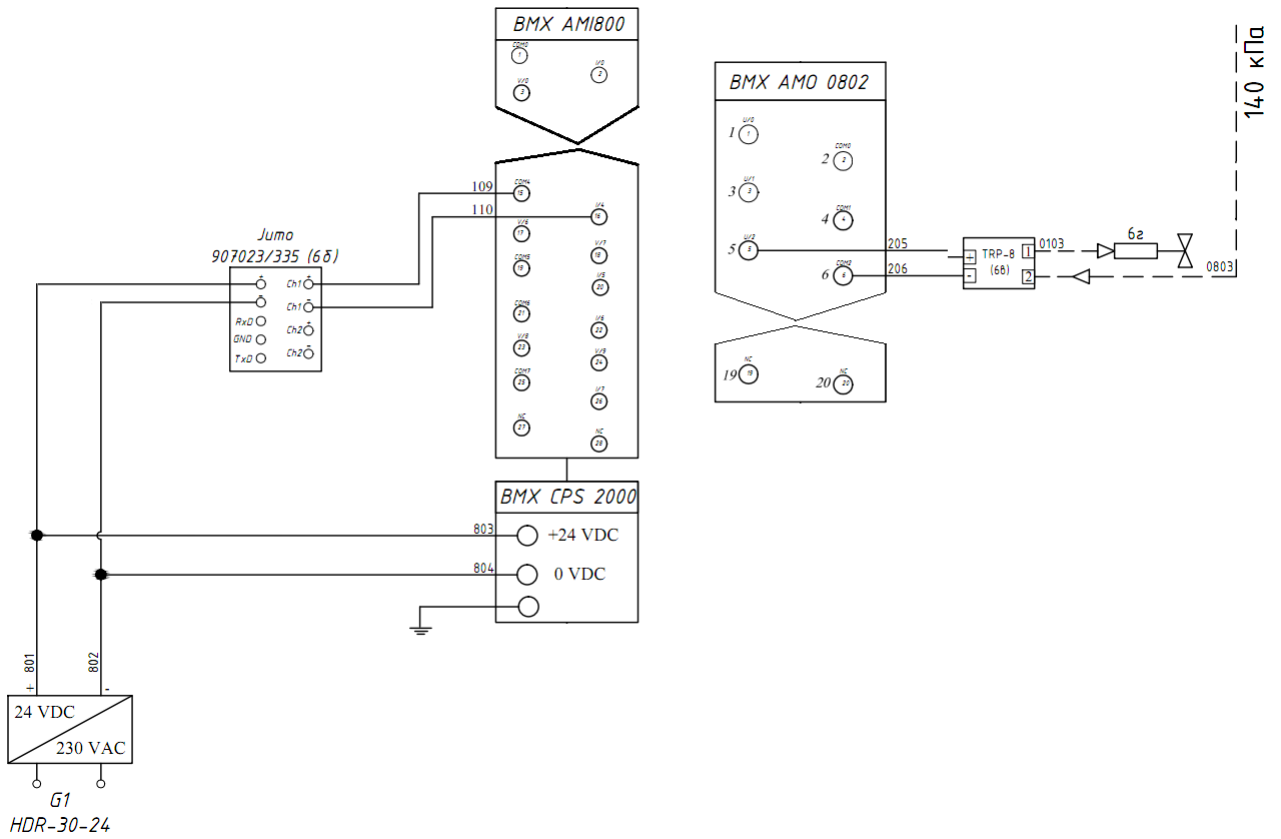


Рис.3.9. Фрагмент підключення до ПЛК контуру регулювання вологості в тістомісильній машині

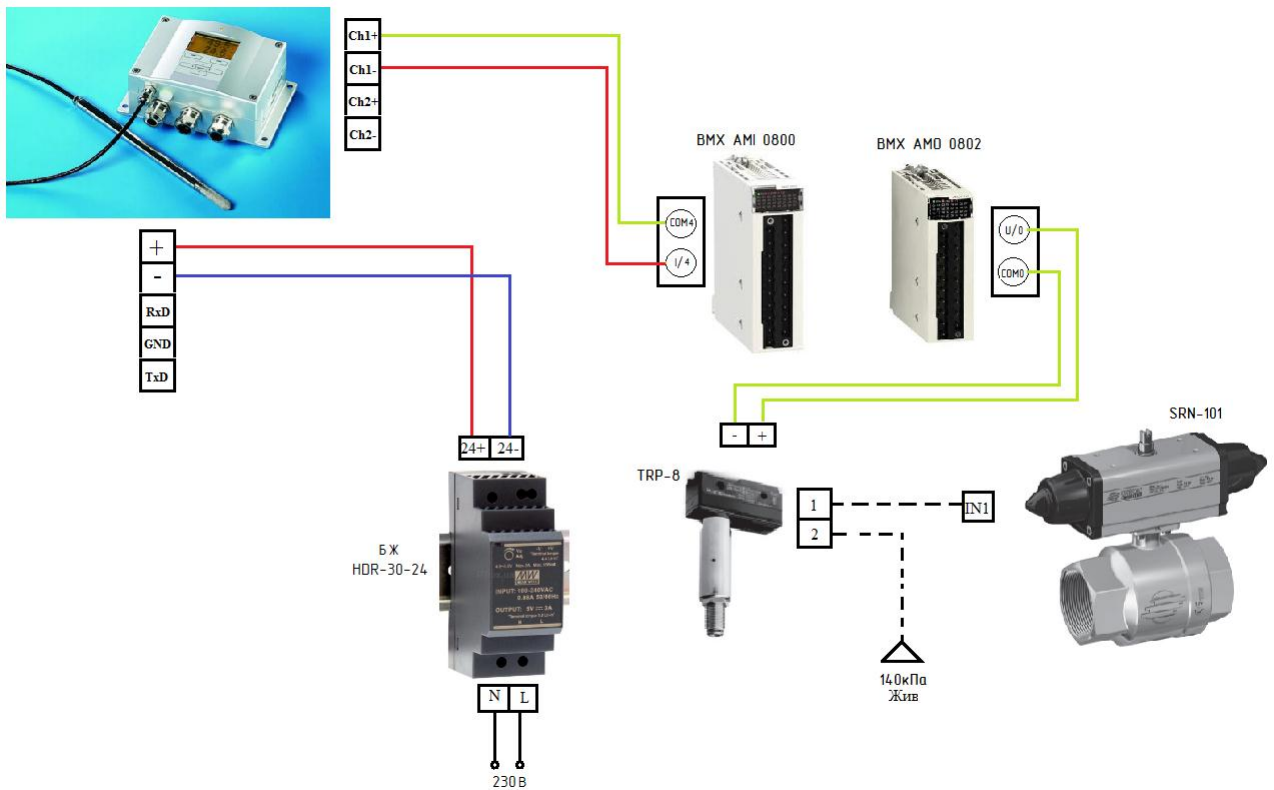


Рис.3.10. Розширена схема підключення контуру регулювання вологості в тістомісильній машині

Зонд вологоміра ME (6а) занурений у тістомісильну машину вимірює та передає сигнал на вторинний прилад МТ (6б), який обробляє і перетворює цей сигнал в зручну для сприйняття форму, далі уніфікований сигнал 4-20мА подається до модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 15, 16 клеми. Після обробки інформації та виконання програми в центральному процесорному модулі CPU контролера управляючий сигнал передається на модуль аналогових виходів ВМХ АМО 0802. Звідки через клеми U/2 та СОМ2 сигнал надходить на електропневматичний перетворювач TRP-8 (6в) в комплекті з пневматичним клапаном SRN-101(6г), який регулює % подачі опари в тістомісильну машину.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Розділ 4

КРЕСЛЕННЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

Загальні положення

Вологість повітря, газів, твердих та сипких матеріалів необхідно контролювати в ході різних технологічних процесів, а також під час зберігання продуктів в складських приміщеннях та холодильних камерах.

Вміст вологи в газовому середовищі характеризується абсолютною або відносною вологістю.

Абсолютна вологість газового середовища - це масова кількість (концентрація) водяної пари, що міститься в 1 м³ газового середовища. Одиниці вимірювання абсолютної вологості: кг/м³ або г/м³.

Відносна вологість газового середовища (ψ , %) або степінь його насичення - це відношення абсолютної вологості газового середовища M_A певного об'єму до масової концентрації (кількості) водяної пари M_H , яка насичує це середовище за даної температури.

$$\psi = \frac{M_A}{M_H} 100\%$$

Вимірювання вологості повітря та газів проводиться, в основному, психрометричними, сорбційними методами та за точкою роси.

Вміст вологи в твердих та сипких матеріалах характеризується вологовмістом U та вологістю W .

Вологовміст U - відношення маси вологи M в матеріалі до маси абсолютно сухого матеріалу M_0 : $U = M / M_0$.

Вологість W - відношення маси вологи M в матеріалі до маси вологого матеріалу M_B : $W = M / M_B = M / (M_0 + M)$.

Датчик вологості і температури для промислового використання фірми JUMO має такі переваги:

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Демченко В.О.			Розробка системи автоматизації процесу виробництва дубликів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Смітюх Я.В.					54	6
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ, ЗАК-3-1ск		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

- Вимірювання вологості в повному діапазоні 0..100%;
- Витримує температури до 180 ° С (залежно від типу зонда);
- Витримує тиск до 100 бар (залежно від типу зонда);
- Міцний металевий корпус, ступінь захисту IP 65;
- Виняткова точність і стабільність;
- Побудова графіка поточного процесу та історії вимірювань за останній рік;
- Відповідає стандарту NIST;
- В якості опції можливі обчислення і виведення точки роси, абсолютної вологості, співвідношення сумішей, вологості температури, ентальпії і тиску водяної пари.

Сенсор виконує точні і надійні вимірювання, стійкий до забруднення і до різних хімікалій.



***Рис.4.1. Вимірювальний перетворювач JUMO 90.7023
з різними типами зондів***

В якості опції, датчики можуть поставлятися з великим цифровим/графічним дисплеєм, на якому зручно спостерігати графік поточного процесу і його історію за останній рік. Записані дані вимірювань можна виводити на дисплей або передавати на ПК за допомогою програми, що працює під

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						55
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Windows.

Наявність різноманітних монтажних приладь і можливості підключення до різних джерел змінного і постійний струму дозволяє легко інтегрувати датчики в різні системи.

Прилади даної серії можуть поставлятися у виконанні, що включає до трьох аналогових виходів. Гальванічний розділ напруги живлення і аналогових виходів також можливий. Для цифрової комунікації є інтерфейси RS232/ RS485 і релейні виходи.

На заводі прилади калібруються по шести точкам вологості. Швидке одноточкове калібрування на місці може з легкістю виконуватися за допомогою додаткового вимірювального приладу, доступного на вимогу. На додаток до цього, є тестові розчини JUMO для більш точного двоточкового калібрування.

Технічні характеристики

Вимірювальні величини

Відносна вологість:

Діапазон вимірювань: 0..100%

Точність по відношенню до заводського стандарту, включаючи нелінійність, гістерезис та відтворюваність

при 20 ° C: $\pm 1\%$ (0 ... 90%); $\pm 1,7\%$ (90 ... 100%)

при -20 ... + 40 ° C: $\pm (1,0 + 0,8\%$ від змін велич.)% 1

при -40 ... -20 ° C, 40..180 ° C: $\pm (1,5 + 1,5\%$ від змін велич.)

Час реагування при 20 ° C в спокійному повітрі:

- з гратчастим фільтром 8 с;

- зі сталевією решіткою 20 с;

- з металлокерамічним фільтром 40 .

Температура

Діапазон вимірювань для типів:

- 907023/333: -40 ... + 80 ° C

- 907023/335: -70 ... + 180 ° C

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сенсор температури: Pt 100

Точність при 20 ° С: $\pm 0,2$ ° С.

Входи і виходи

Діапазон робочих напруг: 10 ... 25 В =, 24 В ~

- з опц. мережевим блоком: 100 ... 240 В ~ 50/60 Гц

Споживання струму:

- при використанні RS232C: ≤ 25 мА

- Вихід 2шт. 0 ... 1 В / 0 ... 5 В / 0 ... 10 В: ≤ 25 мА

- Вихід 2 шт. 0 ... 20 мА: ≤ 60 мА

- з висновком і підсвічуванням: 20 мА

- при чищенні сенсора: макс. 110 мА

Аналогові виходи (2 стандарт, 3-й опція)

- Вихід за струмом: 0 ... 20 мА, 4 ... 20 мА

- Вихід за напругою: 0 ... 1 В, 0 ... 5 В, 0 ... 10 В

Точність аналогових виходів

при 20 ° С: $\pm 0,05\%$ кінц. величини

температурна залежність

аналогові виходи: $\pm 0,005\%$ кінц. величини

Зовнішнє навантаження:

- для виходів за струмом < 500 Ом

- вихід з напр. 0 ... 1 В: > 2 кОм

- Вихід за напругою 0 ... 5 В / 0 ... 10 В: > 10 кОм

Максимальний перетин жили: 0,5 мм²

Послід. інтерфейс: RS232C, RS485 (опція)

Релейні виходи (опція): 0,5 А, 250 В ~

Цифровий висновок: ЖК з підсвіткою виведення графіків будь яких величин.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис.4.2. Датчик вологості типу 907023/335

- Діапазон температур -70 ... + 180 ° С;
- Довгий зонд з високоякісної сталі;
- Монтажний фланець з високоякісної сталі;
- Змінна глибина монтажу;
- Виняткова точність і стабільність;
- Побудова графіка поточного процесу і історії вимірювань за ост. рік;
- Стійкий до корозії корпус IP-65;
- Відповідає стандарту NIST.

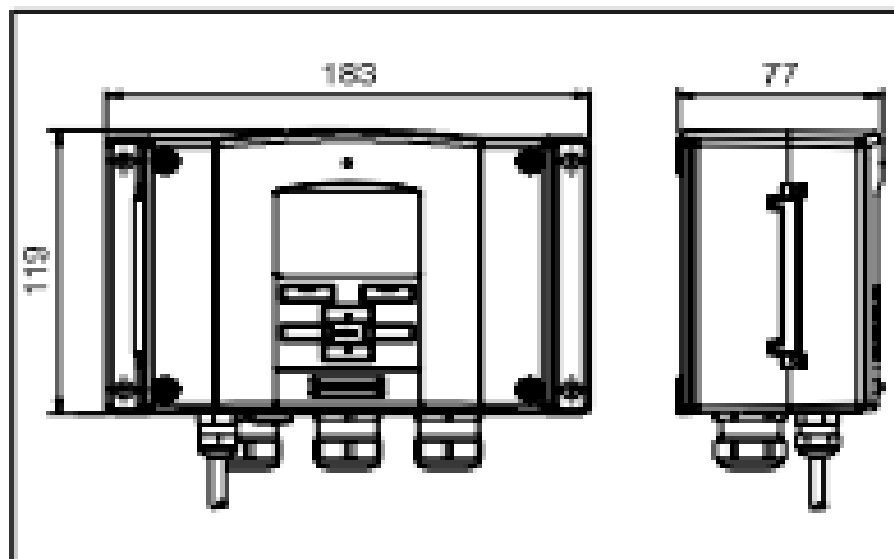


Рис.4.3. Корпус 907023/335 в розмірах

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

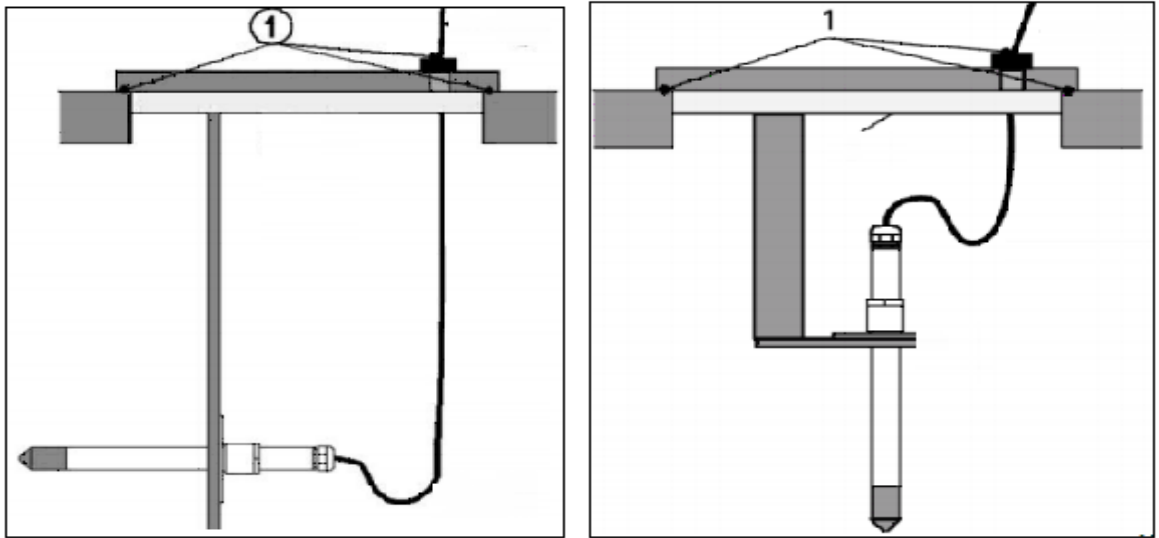


Рис.4.4. Горизонтальний та вертикальний монтаж зонду 907023/335

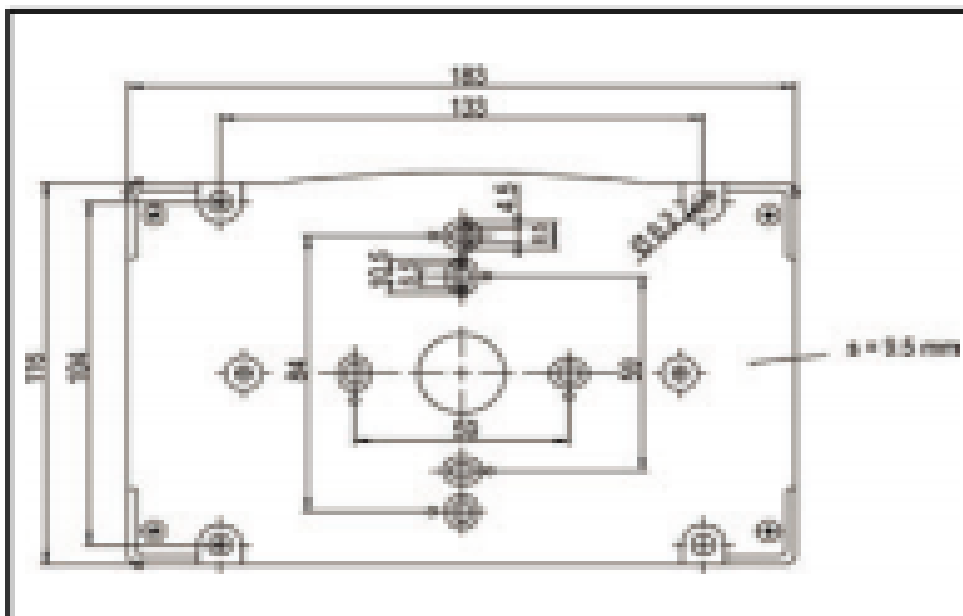


Рис.4.5. Монтажна плата 90.7023/335

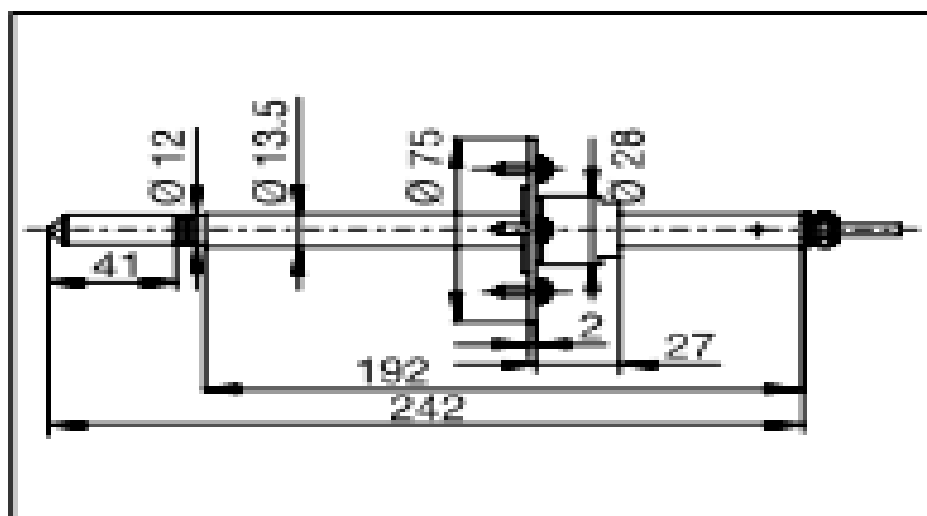


Рис.4.6. Зонд типу 907023/335

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Розділ 5

ОПИС СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПЛК

Система Unity Pro - багатофункціональне програмне забезпечення для програмування, налагодження і оперативного управління ПЛК Modicon M340 [Schneider Electric](#). Пропонує повний набір готових функцій для поліпшення продуктивності:

- сучасна функціональність;
- оптимальна стандартизація, що дозволяє повторно використовувати розробки;
- численні засоби тестування програми і поліпшення роботи системи;
- нові вбудовані засоби діагностики.

Інструментальна система Unity Pro пропонує повний набір інструментів і функцій, необхідних для структурування додатки відповідно до особливостей процесу або агрегату.

Програма розбита на ієрархічно впорядковані функціональні блоки, що містять:

- область програми;
- таблиці анімації;
- екрани оператора;
- гіперпосилання.

По стандарту MEK 61131-3 існує п'ять мов програмування:

- Instruction List (IL) – мова списку інструкцій;
- Structured Text (ST) – мова структурованого тексту;
- Sequential Function Chart (SFC) – послідовні функційні діаграми;
- Function Block Diagram (FBD) – функціонально-блокові діаграми;
- Ladder Diagram (LD) – мова релейно-контактних схем.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Демченко В.О.			Розробка системи автоматизації процесу виробництва дубликів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Смітюх Я.В.					60	6
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ, ЗАК-3-1ск		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

Для процесу вистоювання тістових заготовок бубликів був розроблений наступний алгоритм:

1. Ввімкнути регулятор вологості повітря у шафі вистоювання.
2. Подати тістові заготовки до шафи, для цього періодично вмикати двигун М1 подачі тістових заготовок та двигун М2 маятникового посадчика.
3. Після того як відбудеться повністю завантаження тістових заготовок у колиски, ввімкнути двигун М3 на час вистоювання.
4. По закінченню часу вистоювання, ввімкнути двигун М4 вивантаження тістових заготовок.

Після компонування контролера (рис. 5.1) аналогічно як і для попереднього процесу здійснюємо конфігурацію окремих модулів, прописуємо відповідні змінні із зазначеними адресами. Так, конфігурація модулів процесу вистоювання тістових заготовок наведена на рис. 5.2-5.4.



Рис. 5.1. Програмне компонування ПЛК для шафи вистоювання

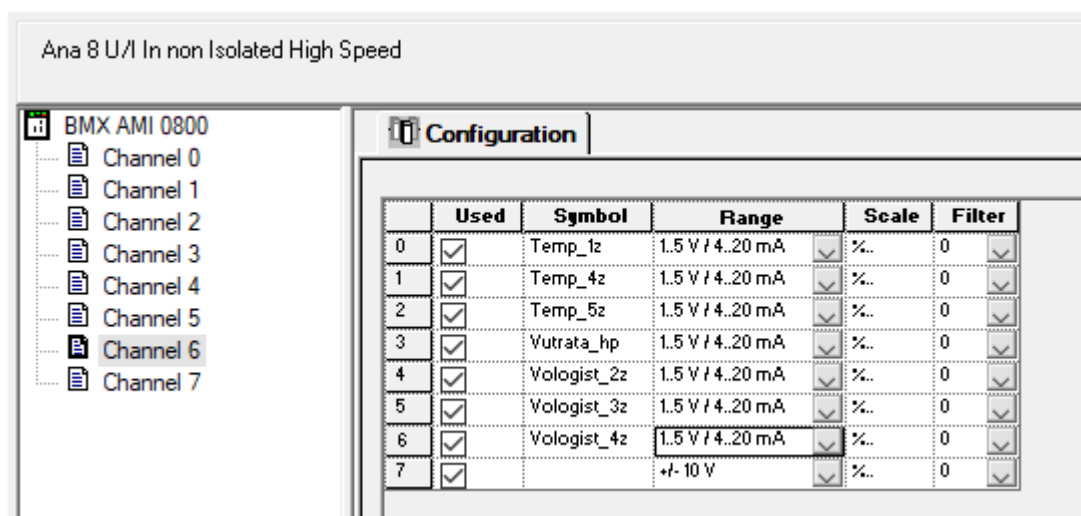


Рис. 5.2. Конфігурація аналогового вхідного модуля BMX AMI 0800

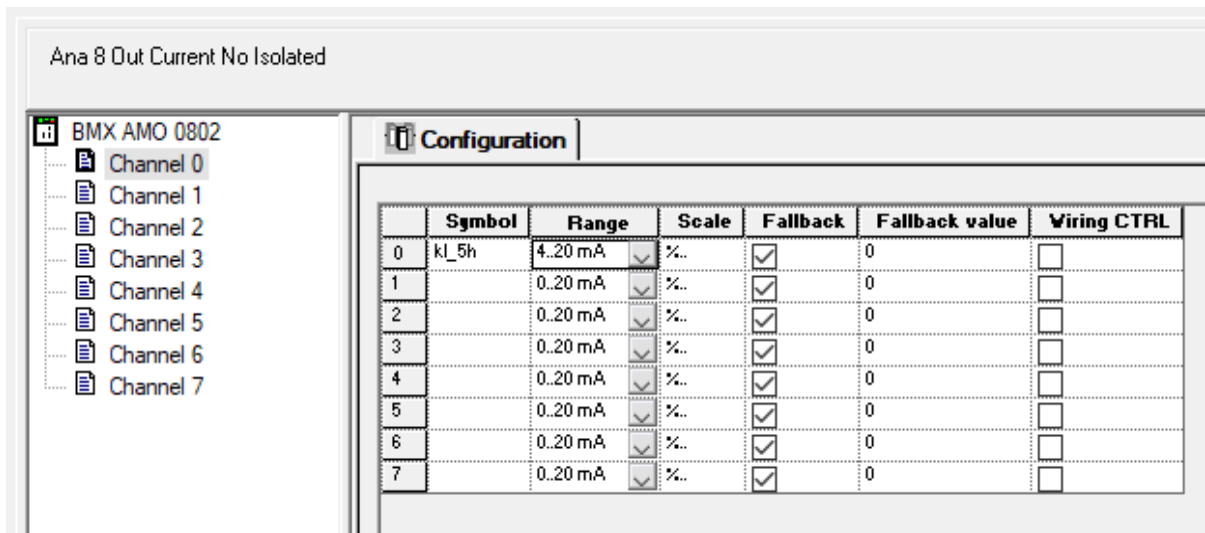


Рис. 5.3. Конфігурація аналогового вихідного модуля BMX AMO 0802

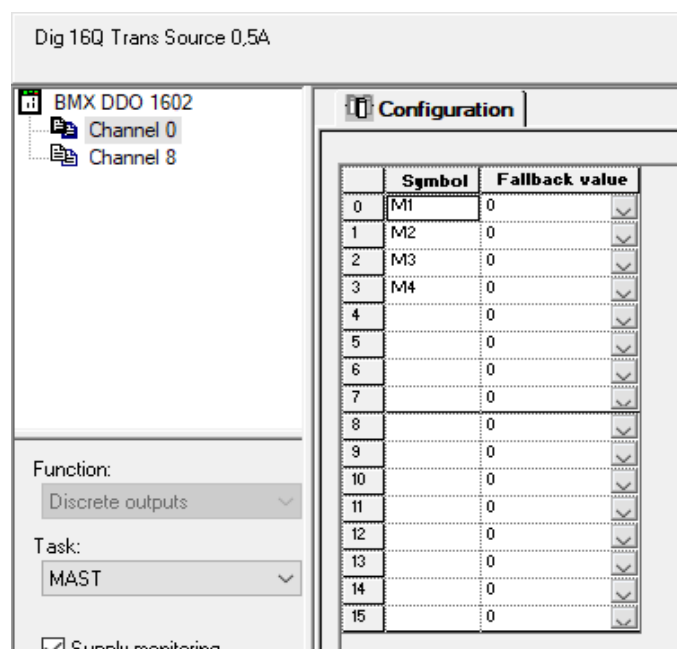


Рис. 5.4. Конфігурація дискретного вихідного модуля BMX DDO 1602

Для опису змінних проекту використовується вкладка Variables, де зазначаються всі необхідні змінні проекту, які показані на рис. 5.5. Також на рис. 5.6 показані всі функціональні блоки, які використовуються при створенні програми.

Variables						
DDT Types		Function Blocks		DFB Types		
Filter						
Name = *		<input checked="" type="checkbox"/> EDT <input checked="" type="checkbox"/> DDT <input checked="" type="checkbox"/> IODDT <input checked="" type="checkbox"/> Device DDT				
Name	Type	Address	Value	Comment	Time stamping	
kl_5h	REAL	%QW0.2.0		клапан подачі гарячого повітря		
M1	BOOL	%Q0.3.0		двигун M1	None	
M2	BOOL	%Q0.3.1		двигун M2	None	
M3	BOOL	%Q0.3.2		двигун M3	None	
M4	BOOL	%Q0.3.3		двигун M4	None	
Temp_1z	REAL	%IWO.1.0		температура 1 зона		
Temp_4z	REAL	%IWO.1.1		температура 4 зона		
Temp_5z	REAL	%IWO.1.2		температура 5 зона		
Vologist_2z	REAL	%IWO.1.4		вологість 2 зона		
Vologist_2z_PARA	Para_PI_B			параметри задання вологості		
Vologist_2z_SP	REAL	%MW200		задане значення вологості		
Vologist_3z	REAL	%IWO.1.5		вологість 3 зона		
Vologist_4z	REAL	%IWO.1.6		вологість 4 зона		
Vutrata_hp	REAL	%IWO.1.3		витрата гарячого повітря		

Рис. 5.5. Вікно переліку змінних проекту шафи вистоювання

Variables				
DDT Types		Function Blocks		DFB Types
Filter				
Name = *				
Name	no.	Type	Value	
CTU_1		CTU		
CTU_2		CTU		
CTU_3		CTU		
Vologist		PI_B		
RS_1		RS		
RS_2		RS		
RS_3		RS		
SAMPLETM_1		SAMPLETM		
SAMPLETM_2		SAMPLETM		
TOF_1		TOF		
TOF_2		TOF		
TOF_3		TOF		
TON_1		TON		
TON_2		TON		
TON_3		TON		
TON_4		TON		
TP_1		TP		
TP_2		TP		
TP_3		TP		
TP_4		TP		
TP_5		TP		
TP_6		TP		

Рис. 5.6. Перелік функціональних блоків проекту

Для написання програми відповідно до алгоритму використовується мова функціональних блоків FBD, що показана на рис. 5.7.

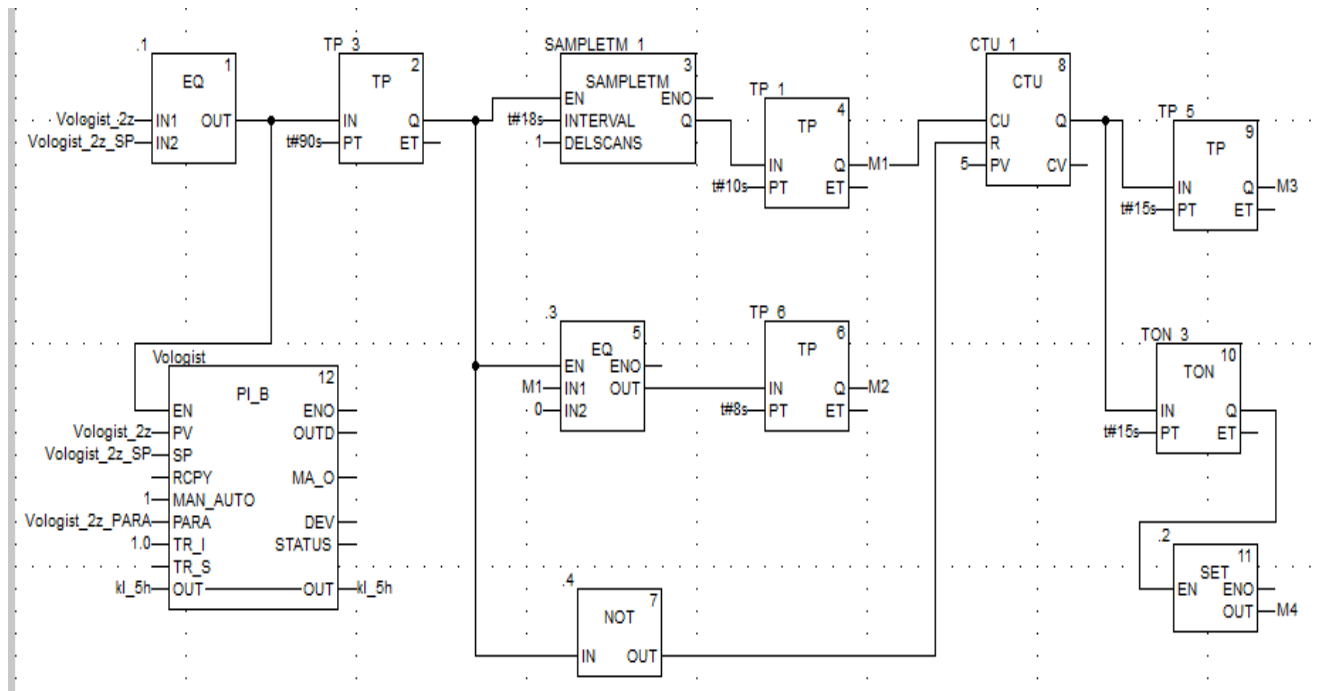


Рис. 5.7. Програма процесу вистоювання тістових заготовок

Так, для регулювання вологості повітря у шафі вистоювання використовується блок регулятора PI_B(Vologist), на вхід якого EN подається сигнал від блоку EQ про рівність значень поточної вологи Vologist_2z та значення уставки Vologist_2z_SP. Для роботи регулятора в автоматичному режимі застосовується функція MAN_AUTO=1. Всі команди, завдання та вихідні значення доступні у вигляді функціонального блоку. Налаштування даного блоку відбувається через структурний параметр Vologist_2z_PARA, в якому зазначаються обмеження за мінімумом та максимумом вхідної та вихідної величин по значенню вологості (рис. 5.8.).

Vologist_2z_PARA		Para_PI_B		pi
id	UINT			
pv_inf	REAL		0.0	
pv_sup	REAL		100.0	
out_inf	REAL		0.0	
out_sup	REAL		100.0	
rev_dir	BOOL		false	
en_rcpy	BOOL		false	
kp	REAL		1.0	
ti	TIME		t#10s	
dband	REAL			
outbias	REAL			

Рис. 5.8. Вікно налаштування параметрів регулятора вологості

Також, при рівних значеннях поточної вологи Vologist_2z та значення

уставки Vologist_2z_SP вмикається таймер TP_3, який формує сигнал заданої тривалості задля завантаження певної кількості колісок тістовими заготовками. Значення часу вказується на вході PT. Вихід Q формує імпульс заданої тривалості, що подається на вхід EN блоку SAMPLETM_1. Функціональний блок SAMPLETM з періодичністю, яка визнається вхідним параметром INTERVAL, на один цикл задачі виставляє в значення TRUE вихід Q. Вхідний параметр DELSCANS визначає зміщення в циклах запуску внутрішнього таймеру блоку відносно першого циклу контролеру після холодного старту.

Для регулювання періодичністю вмикання двигунів M1 та M2 використовуються таймери TP. Для підрахунку кількості заповнених колісок використовується лічильник STU, який збільшує плинне значення CV, по передньому фронту сигналу на вході CU. На вході PV задається уставка. При досягненні плинного значення $CV \geq PV$, вихід Q:=TRUE. При подачі на вхід R:=TRUE від TP_3.Q, скидає плинне значення в нуль.

Після цього розпочинається процес вистоювання, який регулюється таймером TP_5 із зазначеним часом вистоювання, вихід якого Q вмикає двигун M3. Після закінчення часу вистоювання, двигун M3 вимикається і вмикається двигун M4 вивантаження тістових заготовок до печі за допомогою таймера на затримку на ввімкнення TON_3 та блоку SET.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						65
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Розділ 6

РОЗРОБКА ЛЮДИНО-МАШИННОГО ІНТЕРФЕЙСУ ОПЕРАТОРА ТЕХНОЛОГА

Для вирішення нагальних виробничих завдань сьогоденного дня необхідна система управління, яка не тільки проста в розробці і в обслуговуванні, але і дає чітке уявлення того, що відбувається в ході процесу.

Це повинна бути система управління, яку можна легко зв'язати з пристроями інших виробників і яка дає додаткові переваги у вигляді системи зберігання інформації і інтеграції з іншими бізнес-системами.

Програмне забезпечення Citect SCADA - це функціональна система моніторингу, управління та збору даних (Supervisory Control And Data Acquisition).

Головним завданням при розробці Citect SCADA було створити єдину інтегровану систему, яка дозволяла б управляти технологічним процесом підприємства.

Програмне забезпечення Citect SCADA включає п'ять функціональних блоків: сервер вводу / виводу, клієнт візуалізації (операторський інтерфейс), сервер алармів (тривоги), модуль звітів, блок трендів. Система легко масштабується, за допомогою SCADA легко побудувати як просту структуру - в якій всі блоки будуть працювати на одному РС - так і більш складну, де кожна функціональність буде окремою ланкою локальної мережі.

Графічні можливості SCADA системи є вирішальним фактором, що визначає зручність користування. Графіка Citect SCADA дозволяє швидко розробляти повнокольорові, реалістичні і зручні в роботі екрани, надаючи оператору інтуїтивно зрозумілий і несуперечливий призначений для користувача інтерфейс.

Графіка CitectSCADA базується на наборі простих об'єктів:

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Демченко В.О.			Розробка системи автоматизації процесу виробництва дубликів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Смітюх Я.В.					66	5
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ, ЗАК-3-1ск		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

прямокутників, еліпсів, растрових зображеннях, прямих і ламаних лініях, тексті, символах і інших об'єктах. З усіма об'єктами пов'язаний єдиний набір властивостей. Ці властивості дозволяють прямо пов'язувати поведінку об'єкта зі змінними, що описують процес.

Переміщення, обертання, розмір, колір, заливка і видимість будь-якого об'єкта використовуються для реалістичного відображення умов заводського цеху чи відділення.

Команди та сенсорні властивості кнопок настроюються для різних дій оператора. Цей підхід швидко дає вражаючі результати - навіть для найбільш вимогливих додатків. Всі об'єкти є інтерактивними, що робить інтерфейс оператора простим, зрозумілим і гнучким.

Вся графіка Citect SCADA розроблена таким чином, щоб забезпечити найкращу продуктивність у часі виконання.

Дисплейна мнемосхема процесу вистоювання тістових заготовок показана на рис. 6.1. На мнемосхемі зображено конвеєрну шафу вистою марки T1-XP3, наведені всі технологічні параметри процесу вистоювання, передбачена можливість ручного вкл./викл. двигунів оператором, керування подачею клапана гарячого повітря тощо.

Process Analyst - це інструмент нового покоління для візуалізації та аналізу історичних даних. Дозволяє операторам і інженерам-технологам аналізувати причину порушення ходу процесу, об'єднуючи поточні технологічні параметри і аварійні сигнали, які традиційно зберігаються окремо.

Користувач володіє широкими можливостями по налаштуванню робочого інтерфейсу Process Analyst. Наприклад, графіки можуть бути накладені один на один або рознесені, будь-який графік може бути перенесений на іншу панель, щоб не захаращувати екран даними і підвищити читаність.

Process Analyst містить багато корисних функцій, включаючи мілісекундну точність розширення, окрему вісь часу на кожен графік, настроюються панелі інструментів, різноманітні опції для друку і збереження всіх налаштувань для швидкого повторного використання.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

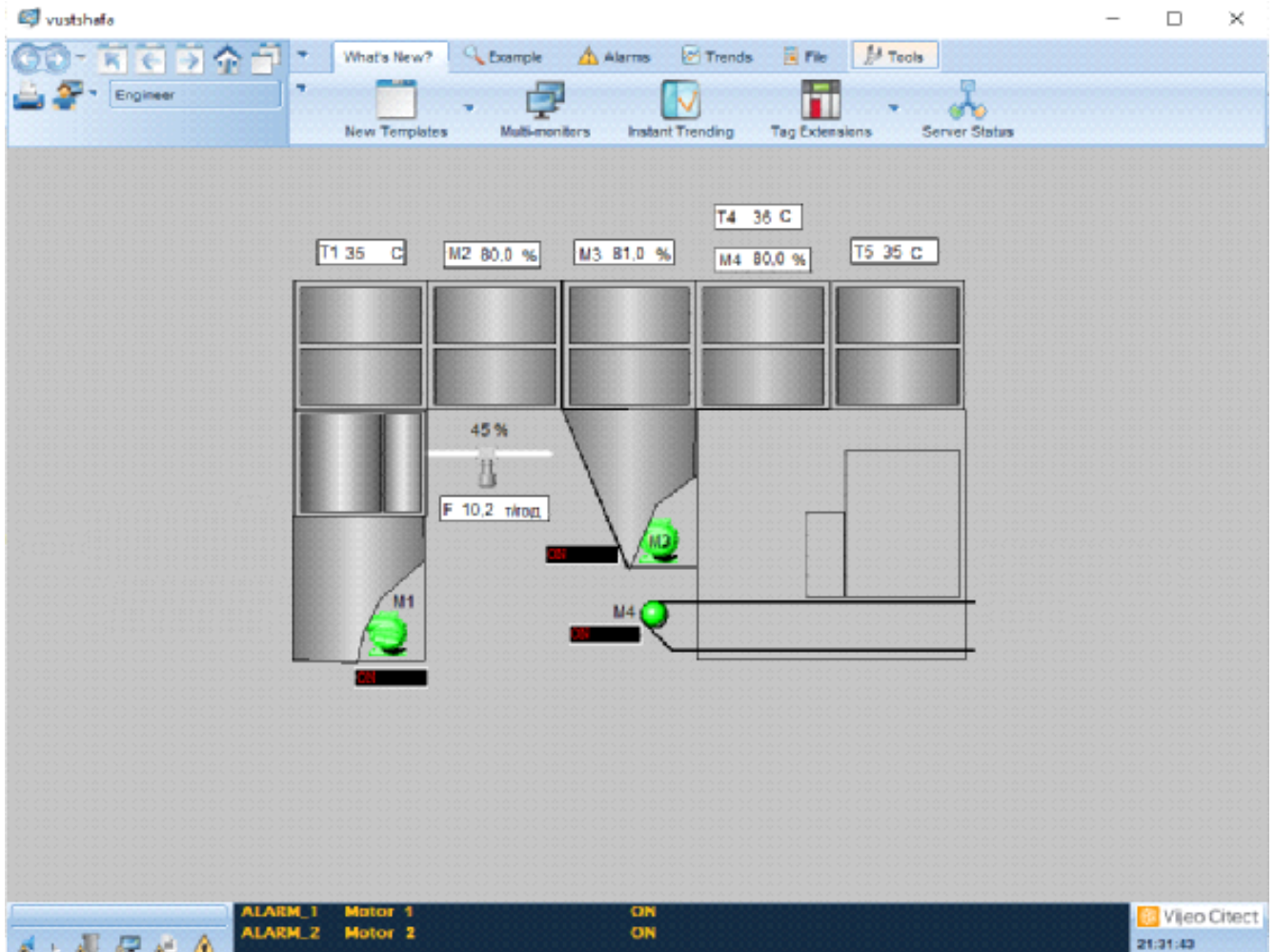


Рис. 6.1. Головна мнемосхеми процесу

Для процесу вистоювання тістових заготовок вікно трендів розроблялося для аналізу температури та вологості вистоювання і наведено на рис. 6.2.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

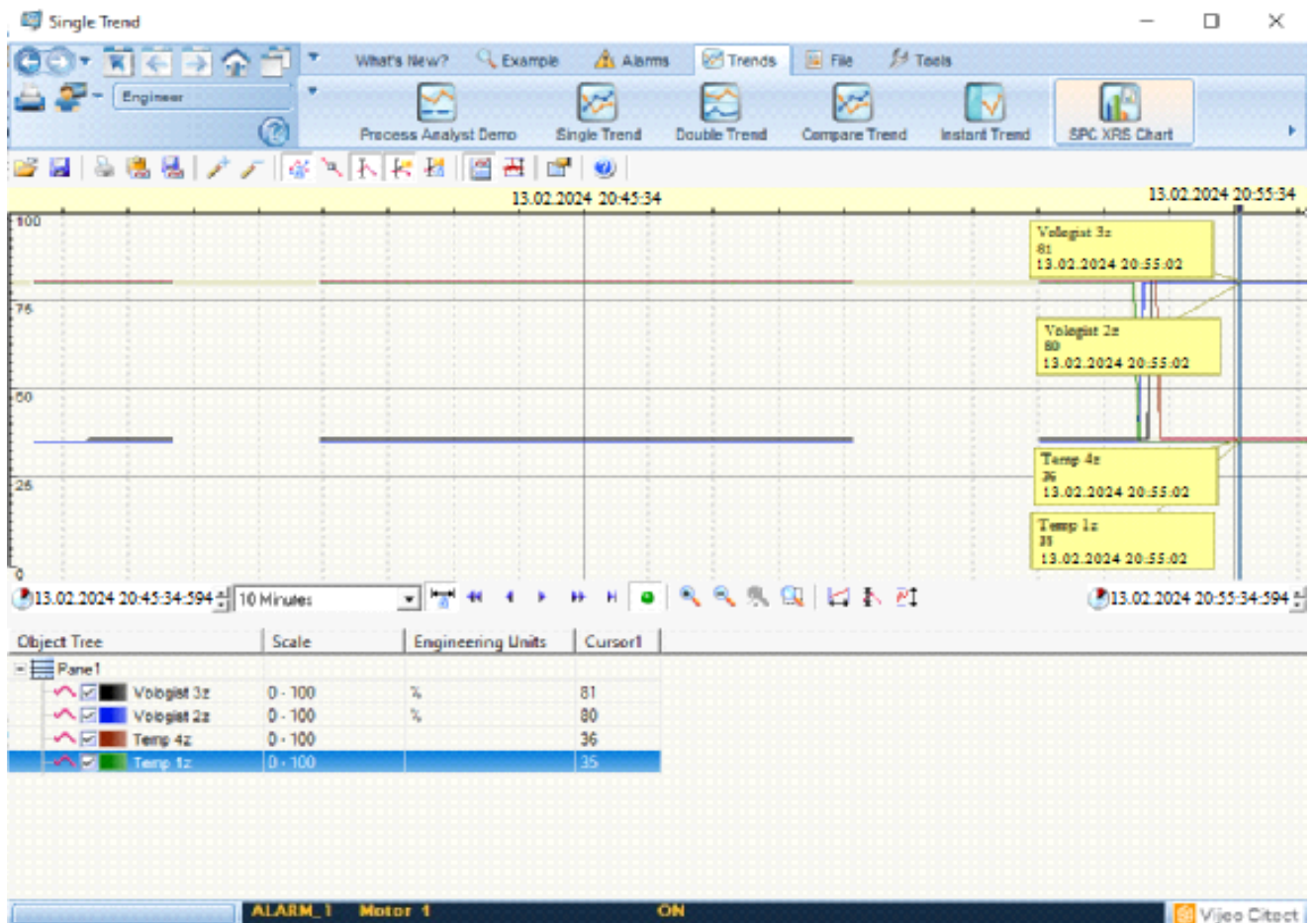


Рис. 6.2. Вікно трендів

Ефективна система сигналізації дозволяє швидко виділити і розпізнати відмови, зменшуючи час простою.

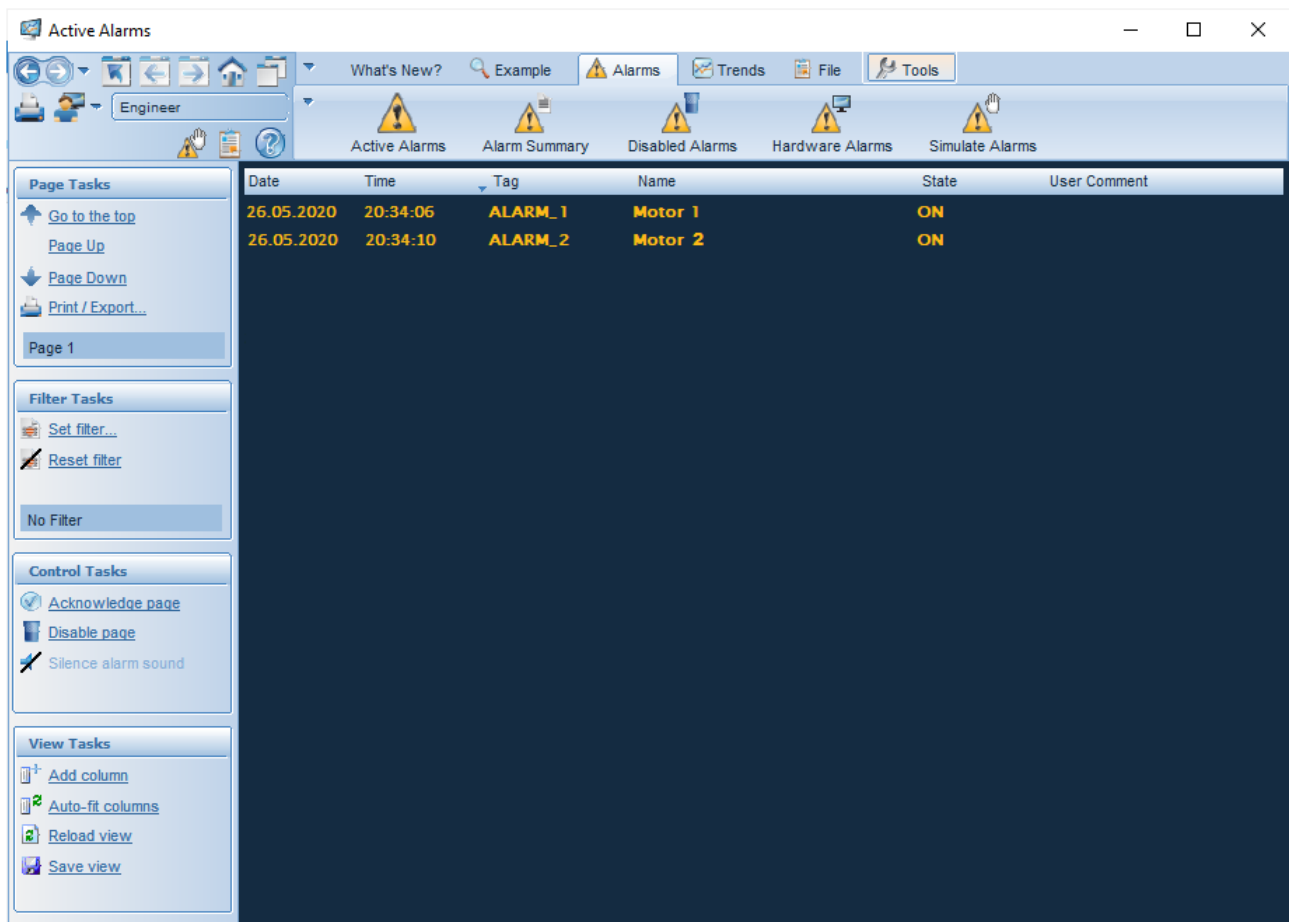
Система аварійної сигналізації Citect SCADA працює швидко і надійно, забезпечуючи користувачам докладну інформацію про аварію в ясному і зрозумілому форматі, може контролювати всі змінні, групи змінних, вираження, результати обчислення і т.д. Аварійні сигнали конфігуруються для більш точного відображення аварійної ситуації. При роботі з пристроями введення-виведення аварійні сигнали Citect SCADA позначаються міткою часу з точністю до однієї мілісекунди. Це особливо важливо для диференціації аварійних сигналів, які відбуваються у швидкій послідовності. Мілісекунди точності допомагають виявити причинно-наслідкові зв'язки між аварійними сигналами.

Швидко розпізнавання та ідентифікація аварійних сигналів життєво важливі. Всі аварійні сигнали Citect SCADA виводяться на спеціальних сторінках аварійних сигналів, але активні аварійні сигнали завжди видно на

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кожній сторінці. Аварійні сигнали можуть бути виділені кольором, шрифтом і сортуються за пріоритетом, категорії або часу виникнення. Зведена сторінка аварійних сигналів показує деталі для кожного виниклого аварійного сигналу в одному рядку так, щоб у користувачів не було необхідності користуватися прокруткою, для визначення часу виникнення, зняття і тривалості дії аварійного сигналу.

Вікно аварійних ситуацій та повідомлень процесу вистоювання показано на рис. 6.3. В даному випадку виведено два повідомлення ALARM_1 про ввімкнення двигуна Motor 1, а повідомлення ALARM_2 про ввімкнення двигуна Motor 2.



**Рис. 6.3. Вікно аварійних повідомлень (алармів)
аметрів регулятора вологості**

Розділ 7

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

7.1. Постановка задачі дослідження

Комп'ютерне моделювання – це інструмент математичного моделювання, який використовується для вивчення складних систем. Комп'ютерні моделі використовуються для отримання нових знань про об'єкт або для наближення поведінки систем, які є занадто складними для аналітичних або польових досліджень.

У кваліфікаційній роботі виконано комп'ютерне моделювання для підсистеми контролю технологічної змінної для наступних завдань:

- визначення оптимальної структури та/або параметрів САР;
- вивчення властивостей САР (стабільність, якість, енергоємність);
- дослідження САР технологічними об'єктами, що працюють в умовах нестационарності / нелінійності / невизначеності тощо.

Комп'ютерне моделювання виконується в програмному середовищі Matlab із використанням зовнішніх функцій Toolbox та Simulink.

Постановка задачі: Для системи автоматизації управління процесом виробництва бубликів визначити оптимальні налаштування ПД-регулятора.

7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі

У цій кваліфікаційній роботі за систему регулювання було взято САР процесу виробництва бубликів. На показники яості системи впливають витрата води та борошна, швидкість обертання тістомісильної машини, температура в тістомісильній машині. Порухення в цій системі вологість тіста.

Визначимо передаточні функції для різних ємностей:

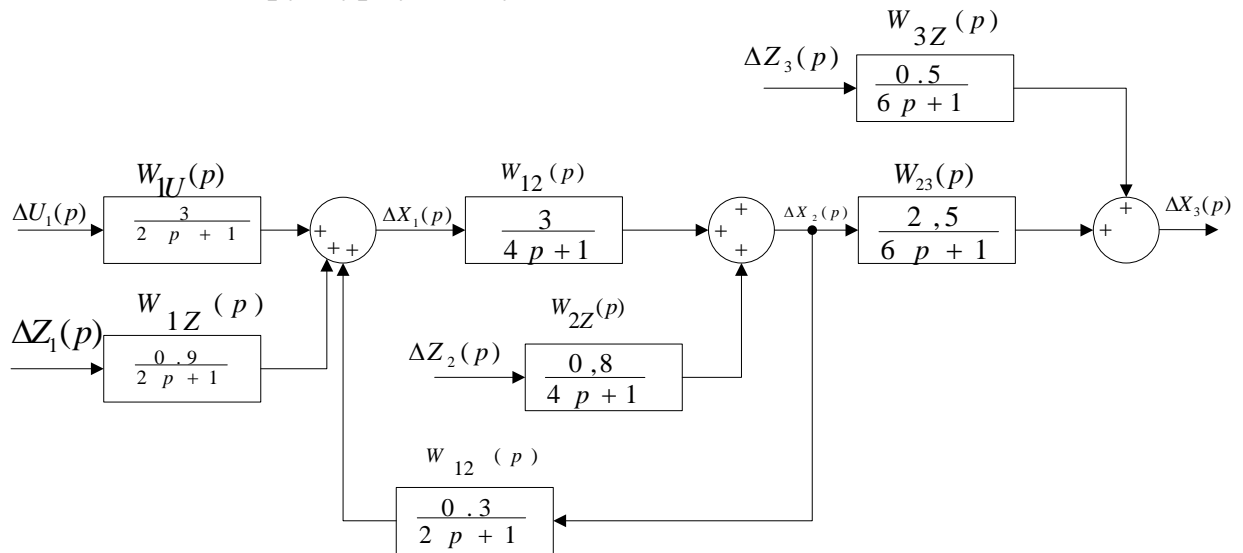
					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Демченко В.О.			Розробка системи автоматизації процесу виробництва дубликів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Смітюх Я.В.					71	5
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			НУХТ, ЗАК-3-1ск			
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

$$W_{1U}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta U_1(p)} = \frac{3}{2p+1}; W_{1Z}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta Z_1(p)} = \frac{0,9}{2p+1}; W_{21}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta X_2(p)} = \frac{0,3}{2p+1};$$

$$W_{2Z}(p) = \frac{\Delta X_2(p)}{\Delta Z_2(p)} = \frac{0,8}{4p+1}; W_{12}(p) = \frac{\Delta X_2(p)}{\Delta X_1(p)} = \frac{3}{4p+1};$$

$$W_{23}(p) = \frac{\Delta X_3(p)}{\Delta X_2(p)} = \frac{2,5}{6p+1}, W_{3Z}(p) = \frac{\Delta X_3(p)}{\Delta Z_3(p)} = \frac{0,5}{6p+1},$$

Складемо структурну схему об'єкта:



7.1. Структурна схема САР

Настройка ПД- регулятора

Налаштування ПД-регулятора визначаються за допомогою методу Циглера-Ніколса або як його ще називають методом незатухаючих коливань. Для цього знаходимо критичне значення K_p , при якому система перебуває на межі стійкості. Замкнену систему автоматичного регулювання з П-регулятором переводять в режим автоколивань за допомогою збільшення K_p . В нашому випадку отримали $K_p^{\text{крит}} = 0,5447$; $T_i^{\text{крит}} = 12,5$. Далі за формулами знаходимо настройки регулятора

	k_n	k_i	k_d
ПД - регулятор	$0,60k_n^*$	$1,2k_n^*/T^*$	$0,075k_n^*T^*$

$$K_p = K_p^{\text{крит}} * 0,6$$

$$K_i = (1,2 * K_p^{\text{крит}}) / T_i$$

$$K_d = 0,075 * K_p^{\text{крит}} * T_i$$

Зменшення коефіцієнта передачі регулятора дозволяє забезпечити необхідний запас міцності, хоча в цілому отримані налаштування не гарантують досягнення екстремуму показника якості, наприклад, інтегрального критерію.

$$K_p = K_p^{\text{крит}} * 0,6 = 0,6 * 0,5447 = 0,32682$$

$$K_i = (1,2 * K_p^{\text{крит}}) / T_i = (1,2 * 0,5447) / 12,5 = 0,0522912$$

$$K_d = 0,075 * K_p^{\text{крит}} * T_i = 0,075 * 0,5447 * 12,5 = 0,511$$

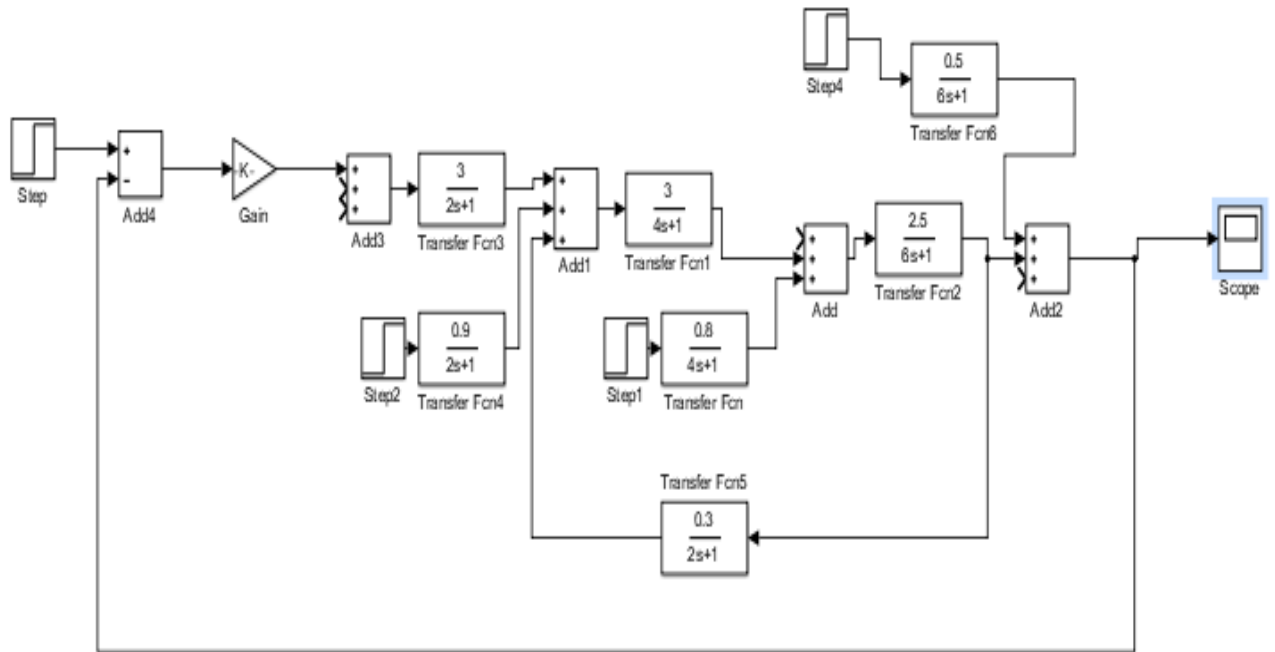


Рис.7.2. Структурна схема САР з П-регулятором

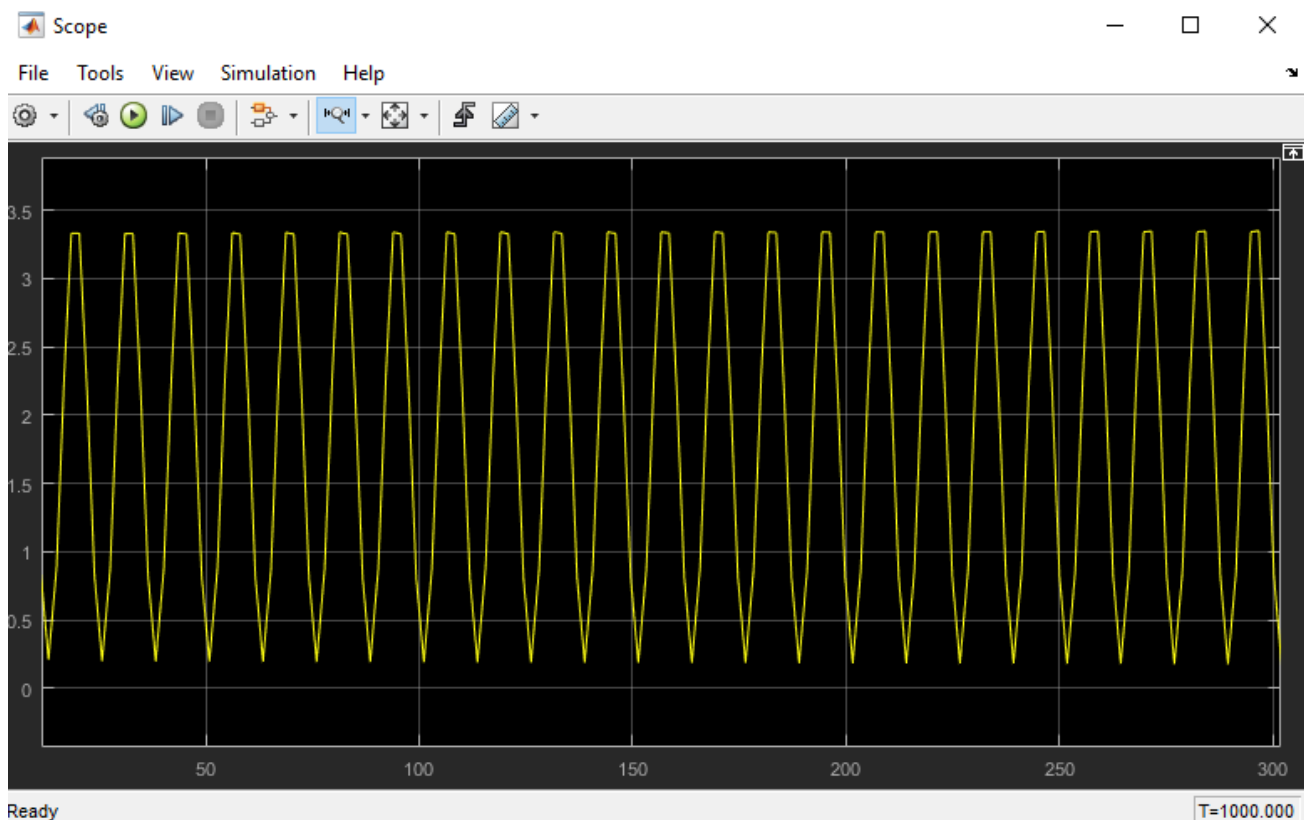


Рис.7.3. САР на межі стійкості ($Kp^{крит} = 0,5447$)

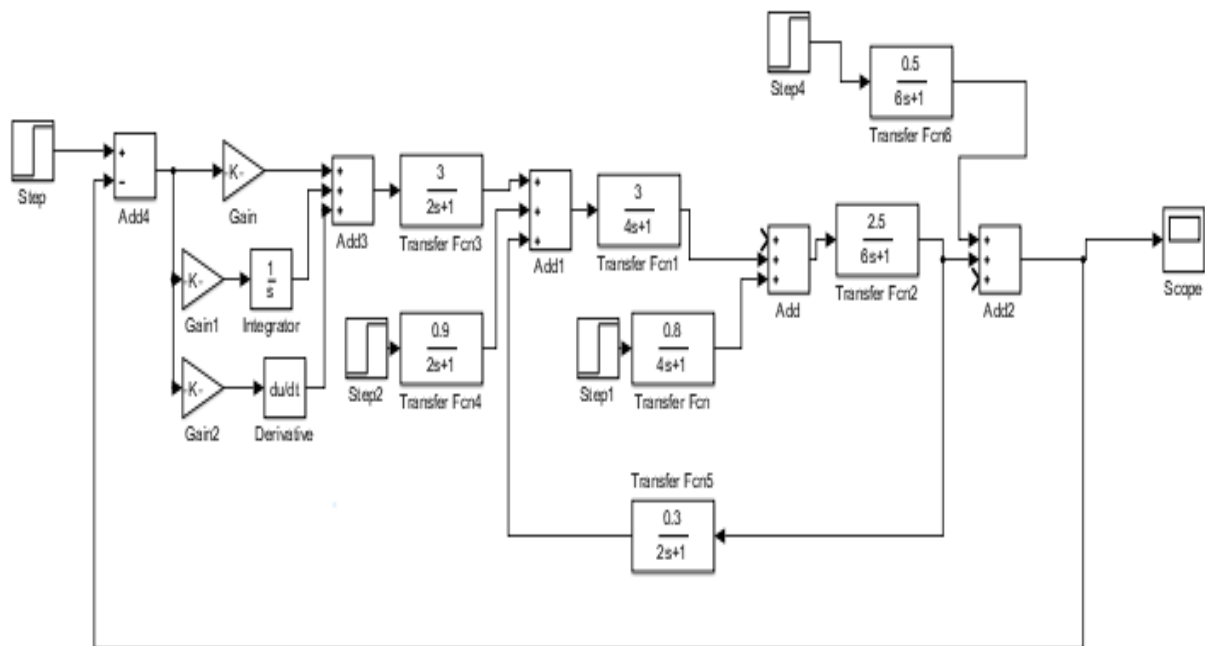


Рис.7.4. Структурна схема САР з ПІД-регулятором

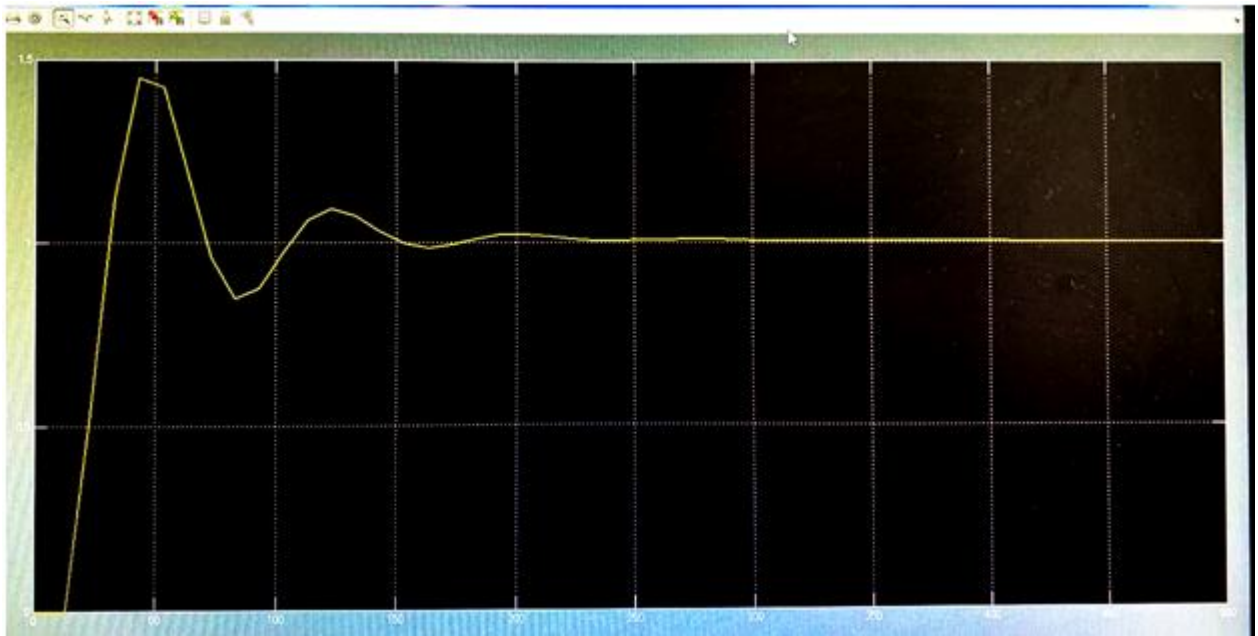


Рис.7.5. Перехідний процес

$$\psi = (A1 - A3) / A1 = 0,82$$

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

ВИСНОВОК

Внаслідок впровадження системи автоматизації процесом виготовлення бубликів на підприємстві підвищилась надійність системи, значно покращилась якість готової продукції, відповідно зменшився відсоток браку, зменшилися втрати енергоресурсів за рахунок ефективної роботи діючого обладнання та зменшення часу їх простоїв. Завдяки комп'ютерному моделюванню та виконаній заміні морально застарілих приладів на мікропроцесорні промислові датчики можемо передбачити якість тістових заготовок при зміні технологічного режиму по температурі та вологості в тістомісильній установці.

Розроблена система автоматизації відповідає вимогам якості, надійності, сучасності, а також базується на використанні закордонної техніки передових компаній. Завдяки використанню в кваліфікаційній роботі сучасних технічних засобів автоматизації було забезпечено високу точність регулювання і стабілізацію роботи процесу, що значно підвищує рівень надійності спроектованої системи і забезпечує якісне його регулювання.

Використання промислового контролера Modicon M340, дає змогу в автоматичному режимі програмно керувати технологічним процесом – отримати систему, яка забезпечує: контроль та реєстрацію регульованих величин, відображення ходу технологічного процесу на мнемосхемі, ручне керування виконавчими механізмами, покращення якості кінцевого продукту, яка досягається шляхом введення точних настройок регуляторів.

Розроблено програмне забезпечення та алгоритм для керування технологічним процесом. Це дає можливість застосовувати для оперативного керування SCADA – програму реалізовану в Vijeo Citect, що відкриває можливість отримувати дані про перебіг процесу як в реальному часі так і переглядати архівні тренди та аларми в базі даних. Дане ПЗ дає змогу оператору керувати технологічним процесом з локальної станції, швидко і без зайвих зусиль з єдиного операторського пункту керувати роботою всього відділення, не марнуючи час на керування з місцевих пунктів, а також завжди мати оперативну та достовірну інформацію на мнемосхемі про роботу всіх підсистем відділення в зручному для сприйняття вигляді.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

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 “Комп'ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.
11. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.
13. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.
14. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.
15. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO [Текст]: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.
16. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.
17. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.
18. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
19. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, 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. - K.: Tsentr Uchbovooi Literatury, 2014.- 240 p.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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: 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.
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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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" напряму 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" напряму 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.
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.
37. Документація на контролери фірми Schneider Electric.
38. Документація на датчики витрати та температури фірми Siemens.
39. Документація на датчик вологості Jumo.
40. Документація на Citect SCADA.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80