

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри КСУ
_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ
_____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
освітньо-професійної програми
«Комп'ютеризовані системи управління та робототехніка»
на тему: «Автоматизація процесу виготовлення тіста для випікання хлібу»

Здобувача групи СУ-91

Шелест Єгор Олексійович

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис)

Єгор ШЕЛЕСТ

Керівник Доцент кафедри КСУ, доцент, к.ф.-м.н. В'ячеслав ЖУРБА

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Ном.поз	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1	A4		Завдання кафедри	1		
			<u>Новорозроблена</u>			
2	A4	ТЗ	Технічне завдання	2		
3	A4		Реферат	1		
4	A4	СУ-91 6.151.01.27 ПЗ	Пояснювальна записка	56		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A4	СУ-91 6.151.01.27 А1	Функціональна схема автоматизації	1		
6	A3	СУ-91 6.151.01.27 Е1	Принципова електрична схема автоматизації	18		

					СУ-91.6.151.01.27.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
					Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Єгор Шелест					
Реценз.					СумДУ, СУ-91		
Н. Контр.		В'ячеслав Журба					
Затверд.		Петро ЛЕОНТЬЄВ					
					Автоматизація процесу виготовлення тіста для випікання хлібу. Відомість проекту		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри КСУ

_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ
_____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра здобувачу вищої освіти

Шелест Єгор Олексійович

(Прізвище, Ім'я, По-батькові повністю)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Автоматизація процесу виготовлення тіста для випікання хлібу

затверджена наказом ректора СумДУ № 0236-VI від " 14 " березня 2023 р.

2. Термін здачі студентом закінченої роботи " 31 " травня 2023 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

звіт з переддипломної практики, наукові публікації, статті, технічна документація.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (питання, що підлягають розробленню):

Опис технологічного процесу виготовлення тіста, автоматична система виготовлення тіста як об'єкт керування, контури контролю та SCADA-система, опис контурів керування, обґрунтування і вибір засобів автоматизації, висновок

5. Перелік графічних матеріалів:

17 рисунків, 9 таблиць, 2 додатка

6. Календарний план виконання роботи

Номер етапу	Зміст етапу виконання роботи	Термін виконання
1	Опис технологічного процесу виготовлення тіста	26.05.23–27.05.23
2	Автоматична система виготовлення тіста як об'єкт керування	27.05.23–28.05.23
3	Контури контролю та SCADA-система, опис контурів керування	28.05.23-31.05.23
4	Обґрунтування і вибір засобів автоматизації	31.05.23–01.06.23
5	Висновок	01.06.23–03.06.23

7. Дата видачі завдання " 17 " лютого 2023 р.

Керівник проекту:

Доцент кафедри КСУ, доцент, к.ф.-м.н

(науковий ступінь, вчене звання, посада)

(підпис)

В'ячеслав ЖУРБА

(ім'я та прізвище)

Здобувач: СУ-91.6.151.01.

студент гр. _____

(шифр групи)

(підпис)

Єгор ШЕЛЕСТ

(ім'я та прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи керування установки виготовлення тіста

Розробник:
студент групи СУ-91

Єгор ШЕЛЕСТ

Погоджено:
Доцент кафедри комп'ютеризованих
систем управління, доцент, к.ф.-м.н.

В'ячеслав ЖУРБА

1. **Назва і галузь застосування:** наводяться найменування підприємств розробника і замовника системи, наприклад: автоматизація виготовлення тіста; харчова промисловість,.
2. **Підстави для проектування:** Наказ ректора Сумського державного університету № 0236-VI від «14» березня 2023 р., інші договори або замовлення.
3. **Загальний опис об'єкта автоматизації:**
 - а) лаконічні відомості про функції та призначення установки, можуть бути перелічені основні частин та режими роботи.
4. **Основні частини системи та структурна схема:**
 - а) описує основні частини системи, дає опис про їх функції та взаємозв'язки, повинен мати графічне зображення структури системи;
 - б) повинна містити не лише блоки пов'язані із технологічним процесом а ще й блоки електрошафи та пультів керування;
 - в) показує читачеві загальний план вашої системи з віддаленого ракурсу, як наприклад карта земної кулі на якій ми бачимо розміщення частин світу;
5. **Опис блоків системи керування :**
 - а) розділ повинен мати підрозділи, у кожному підрозділі описується окремий блок;
 - б) опис блока повинен містити список функцій які повинен виконувати блок, після списку потрібно описати як саме буде реалізована кожна функція;
 - в) підрозділ детально описує елементи блока до найменших деталей включаючи моделі виконавчих механізмів та давачів, при необхідності повинен мати графічні зображення для кращого розуміння;
 - г) кожен підрозділ показує читачеві конкретну частину системи великим планом, наче знімок військової бази з супутника.

Також наводяться стандарти, які регулюють правила створення та експлуатації систем, наприклад, ДСТУ Б А.2.4-16:2008 Автоматизація технологічних процесів. Умовні графічні зображення приладів і засобів автоматизації в схемах; ДСТУ 7239:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація; тощо.

6. Стадії та етапи проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	1.05.23 - 05.05.23
2	Аналіз предметної області. Область застосування.	05.05.23 - 15.05.23
3	Вдосконалення системи автоматизованого керування станції рекуперації етилацетату	15.05.23 - 20.05.23
4	Розробка основних схем автоматизації.	20.05.23 - 25.05.23
5	Розробка SCADA системи	25.05.23 - 01.06.23
6	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації	1.06.23 - 03.06.23

7. Додатки:

Додаток А. Функціональна схема автоматизації.

Додаток Б. Принципова електрична схема.

АНОТАЦІЯ

Тема роботи: Автоматизація процесу виготовлення тіста для випікання хлібу.

Автор: Шелест Єгор Олексійович; Сумський державний університет; 4 курс; Суми.

Керівник: Журба В'ячеслав Олегович; доцент кафедри КСУ; кандидат фізико-математичних наук; доцент.

Робота містить вступ, три розділи та висновки в основному тексті, загальним обсягом 60 сторінок, 17 рисунків, 9 таблиць, 20 джерел інформації.

В першому розділі розглядається та описується технологічний процес виготовлення тіста та особливості дозування, замішування, в другому розділі як об'єкт керування розглянуто автоматичну систему виготовлення тіста, сформульованні завдання для дозаторів. Третій розділ про контури контролю параметрами системи та про використані регулятори, четвертий розділ присвячений вибору та обґрунтуванню апаратної частини та засобів автоматизації.

Була розроблені структурна, функціональна та принципова схеми системи, описані контури контролю, впроваджені програмні регулятори на базі мікроконтролерів та обрано апаратну частину.

Ключові слова: мікроконтролер, ваговий дозатор, електропривод, регулятор, система автоматично регулювання.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КСУ

_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ

_____ 2023 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему:

«Автоматизація процесу виготовлення тіста для випікання хлібу»

Керівник проекту:

к. ф.-м. н., доцент

В'ячеслав ЖУРБА

Здобувач:

Студент групи СУ-91

Єгор ШЕЛЕСТ

Суми – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ТІСТА	7
1.1 Підготовка інгредієнтів	8
1.2 Замішування тіста.....	11
1.3 Ферментація та формування тіста.....	12
2. АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА ВИГОТОВЛЕННЯ ТІСТА ЯК ОБ'ЄКТ КЕРУВАННЯ	14
2.1 Регуляція витрат під час дозування	15
2.2 Задачі керування	17
2.3 Конструктивні особливості	18
3. КОНТУРИ КОНТРОЛЮ ТА SCADA-СИСТЕМА	22
3.1 Контур регулювання нагріву води.....	22
3.2 Впровадження SCADA-системи	24
3.3 Завдання оператора	26
4. ОБГРУНТУВАННЯ І ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ	28
4.1 Вибір індуктивних датчиків	29
4.2 Вибір датчиків ваги	31
4.3 Вибір датчика рівня води.....	37
4.4 Вибір датчиків температури	39
4.5 Вибір електродвигунів для шнеку, вібросита та дробарки	43
4.6 Вибір ТЕНів	44
4.7 Вибір частотного перетворювача.....	47
4.8 Вибір пневмоклапанів для бункерів	50
4.9 Вибір ПЛК контролера.....	51
ВИСНОВОК.....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	55
ДОДАТОК А.....	Ошибка! Закладка не определена.
ДОДАТОК Б	Ошибка! Закладка не определена.

					<i>СУ-91.6.151.01.27.ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Егор Шелест</i>				<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>В'ячеслав Журба</i>					2	56
<i>Реценз.</i>					<i>СумДУ, СУ-91</i>		
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затвердив</i>	<i>Петро ЛЕОНТЬЄВ</i>						
					<i>Автоматизація процесу виготовлення тіста для випікання хлібу</i>		
					<i>Пояснювальна записка</i>		

ВСТУП

Хліб, як один з основних продуктів харчування, є необхідним елементом раціону мільйонів людей по всьому світу. Він забезпечує нас енергією, необхідною для повноцінного функціонування організму. Хлібопекарська промисловість, яка займається виробництвом хліба, має величезне значення не тільки з погляду задоволення гастрономічних потреб людей, але й економічного розвитку країн.

Хлібопекарство має довгу історію, що сягає тисячоліть. Від початкового замішування тіста руками до сучасних технологій виготовлення, процес хлібопекарства постійно еволюціонував. За останні десятиліття, зростання населення та зміни у способі життя призвели до збільшення попиту на хліб, що ставило перед хлібопекарською промисловістю виклик - задовольнити потреби споживачів в ефективний та якісний спосіб.

Проте, традиційні методи виготовлення хліба, які включають ручне замішування тіста та випікання, обмежували можливості виробників у масовому виробництві та задоволенні рстучого попиту. Також, вони вимагали значних фізичних зусиль та затрат часу. І саме тут автоматизація виявляється надзвичайно важливою.

Автоматизація процесу виготовлення тіста для випікання хлібу дозволяє виробникам підвищити продуктивність, ефективність та якість своєї продукції. Застосування сучасних технологій та автоматизованих систем у хлібопекарській промисловості дозволяє знизити витрати сировини, енергії та ручного трудового зусилля, що призводить до економії ресурсів та підвищення прибутковості підприємств.

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
						3
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метою даної дипломної роботи є розробка та аналіз автоматизованої системи для виготовлення тіста для хлібу, яка відповідає би сучасним вимогам та стандартам якості. Дослідження передбачає аналіз сучасних методів, матеріалів та технологій, які використовуються в хлібопекарстві, розробку програмного забезпечення для управління процесом та проведення експериментальних досліджень для оцінки результатів автоматизованої системи.

Очікується, що впровадження автоматизованої системи виробництва тіста для хлібу принесе наступні користі:

- Значне зниження часу, необхідного для виготовлення тіста, та підвищення ефективності процесу виробництва.
- Забезпечення стабільності та однотипності якості хлібу, що вплине на задоволення потреб споживачів та підвищення рівня конкурентоспроможності підприємств.
- Мінімізація втрат сировини та енергії завдяки точному дозуванню та оптимізації процесу виробництва.
- Підвищення безпеки праці та гігієни виробництва шляхом зменшення контакту операторів з харчовими матеріалами.

Це дослідження має велике значення як практично, так і науково. Результати цієї роботи можуть бути використані хлібопекарськими підприємствами для покращення процесів виробництва та підвищення якості продукції. Крім того, вони стануть підґрунтям для подальших досліджень та розвитку автоматизованих систем у хлібопекарській галузі.

Розуміння та впровадження автоматизації в хлібопекарську промисловість може мати значний вплив на виробництво хлібу та його споживачів. За допомогою автоматизованих систем можна забезпечити стабільність якості хлібу, дотримання

					<i>СУ-91.6.151.01.27.ПЗ</i>	Арк
						4
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рецептур та забезпечення високого стандарту гігієни. Це особливо важливо в контексті масового виробництва, де кожен партія хлібу має бути однаково високої якості.

Одним з ключових викликів у хлібопекарстві є нестача кваліфікованого персоналу та високі витрати на робочу силу. Автоматизація допомагає знизити ці витрати шляхом заміщення рутинних та фізично вимогливих процесів роботою автоматичних машин та систем. Це також зменшує ймовірність помилок, пов'язаних з людським фактором, та сприяє більш точному дотриманню технологічних параметрів.

Застосування автоматизації також дозволяє підвищити продуктивність та ефективність виробництва. Автоматичні системи можуть працювати 24/7 без необхідності відпочинку чи перерви, що дозволяє значно збільшити обсяги виробництва та задовольнити зростаючий попит. Крім того, автоматизація дозволяє забезпечити більш точне контролювання процесів виробництва, що сприяє досягненню стабільності якості та уніфікації продукції.

Окрім прямих економічних вигод, автоматизація також має потенційні переваги з екологічного погляду. Можливість ефективного управління витратами сировини та енергії дозволяє знизити екологічне навантаження виробництва. Крім того, автоматичні системи можуть бути розроблені з урахуванням принципів сталого розвитку, що дозволяє зменшити споживання ресурсів та впливати на ефективне використання води, енергії та виробничих матеріалів.

Зважаючи на все вищезазначене, дослідження та розвиток автоматизованих систем виготовлення тіста для випікання хлібу є актуальною темою, яка має потенціал покращити якість продукції, збільшити продуктивність та знизити

					<i>СУ-91.6.151.01.27.ПЗ</i>	Арк
						5
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

витрати в хлібопекарській промисловості. Результати цього дослідження можуть бути корисними для виробників хлібу, споживачів та галузевих дослідників, що прагнуть до подальшого розвитку та удосконалення процесів виробництва хлібобулочних виробів.

Крім того, хлібопекарська промисловість є важливою галуззю економіки багатьох країн. Хліб є необхідним продуктом, який споживається на щоденній основі, і попит на нього є стійким і стабільним. За даними Всесвітньої організації здоров'я, близько половини енергії, необхідної людині щодня, має надходити від продуктів з вуглеводами, до яких належить і хліб.

Проте, для забезпечення постійного постачання хліба на ринок, хлібопекарські підприємства повинні працювати ефективно, швидко та з дотриманням високих стандартів якості. Традиційні методи виробництва, які передбачають ручну працю та ручне замішування тіста, можуть бути обмежені з точки зору продуктивності та якості.

В сучасному світі, де швидкість та ефективність виробництва мають велике значення, автоматизація процесу виготовлення тіста для випікання хлібу стає необхідністю. Застосування автоматизованих машин та систем дозволяє підприємствам збільшити обсяги виробництва, скоротити час виготовлення та

					<i>СУ-91.6.151.01.27.ПЗ</i>	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ТІСТА

Технологічний процес виготовлення тіста для випікання хлібу складається з кількох етапів, кожен з яких важливий для досягнення якісного результату. Опишемо детально кожен з цих етапів:

1. Підготовка інгредієнтів: На цьому етапі важливо забезпечити належну якість та точність вимірювання інгредієнтів. Основним компонентом є пшеничне борошно, яке може бути обробленим або незерновим. Інші інгредієнти включають рідину (зазвичай воду), дріжджі для ферментації, сіль для покращення смаку та регулювання ферментації, а також можуть бути додані цукор, масло, яйця або спеції для покращення смаку і текстури.

2. Замішування: Замішування є процесом, під час якого інгредієнти змішуються разом для формування тіста. Це можна зробити вручну або за допомогою замісного пристрою, такого як міксер або замісний станок. Замісний пристрій міцно перемішує інгредієнти, допомагаючи розподілити вологу рівномірно і створити однорідну структуру тіста. Час замішування залежить від типу хлібу та використуваних інгредієнтів.

3. Ферментація: Ферментація є важливим етапом, під час якого тісто стоїть для підвищення. Під час цього процесу дріжджі активуються, що сприяє випуску газу і спирту. Це призводить до підвищення тіста. Тривалість ферментації залежить від рецептури та виду хлібу, і може варіюватися від кількох годин до кількох десятків годин. Під час ферментації тісто розширюється, стає повітряним і отримує характерний смак і аромат хлібу.

4. Формування хлібних виробів: Після ферментації тісто готове для формування хлібних виробів. Цей етап включає розділення тіста на окремі частини відповідно до розміру і форми хлібу, який потрібно приготувати. Кожна частина тіста формується в бажану форму, таку як кругла, овальна або прямокутна, за допомогою вмінь і технік складання та формування.

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
						7
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Фінальна ферментація (виноградування): Після формування хлібних виробів вони розміщуються на просочених формах або деках для фінальної ферментації. Тісто залишають на підвищення ще на деякий час, щоб забезпечити остаточну ферментацію перед випіканням. Під час цього етапу тісто продовжує розширюватися, збільшуючи свій об'єм та покращуючи структуру.

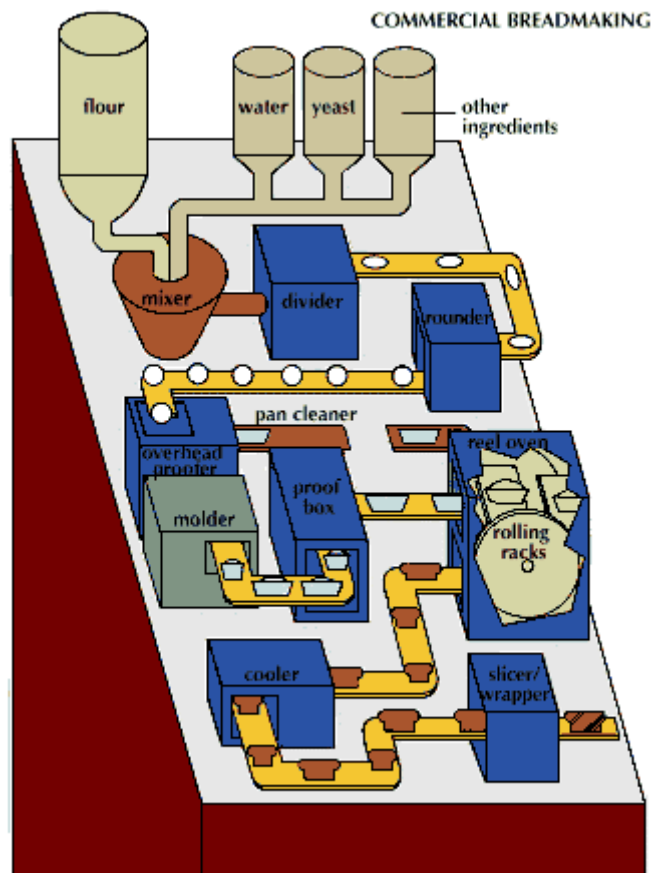


Рисунок 1.1 – Процес виготовлення тіста та приготування хлібу

Це загальний опис технологічного процесу виготовлення тіста для випікання хлібу. Кожен з цих етапів вимагає уваги до деталей та дотримання відповідних параметрів для досягнення якісного хлібу з бажаною структурою, смаком і ароматом.

1.1 Підготовка інгредієнтів

Технологічний процес виготовлення тіста для випікання хлібу розпочинається з підготовки кожного з інгредієнтів, таких як вода, борошно, цукор,

										Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						8

сіль та дріжджі. Нижче наведено детальний опис процедури підготовки кожного з цих складових:

1. Підготовка води

Вода на підприємстві використовується для виробничих і технологічних потреб. Якість питної води повинно відповідати вимогам ДСТУ. Вода зберігається у витратних ємностях на самих верхніх поверхах. Бак з холодною водою розрахований на 8 годин, а з гарячою 5-6 годин і t повинна бути 70⁰С.

Алгоритм роботи: насос з баку перекачує очищену холодну воду в резервуар та відключається поплавковим реле, як тільки резервуар наповнюється до необхідного рівня вмикається нагрівач, вимірюється температура за допомогою давача температури. Наступним кроком двигун відкриває шаровий кран і вода потрапляє в дозатор, в якому регулюється кількість води тензодатчиком. Як тільки кількість води в дозаторі досягає необхідної кількості, закривається шаровий кран, через який вода потрапляла в дозатор та відкривається шаровий кран для подачі води в тістомісильну машину.

2. Підготовка дріжджів

У хлібопекарському виробництві використовують хлібопекарські дріжджі сухі. Хороші дріжджі повинні мати високу бродильну активність, швидко зброджувати цукри тіста, мати низьку осмочутливість, добре переносити високі концентрації солі та цукру в тісті, мати високу стійкість при зберіганні. Комплексним показником їх якості є підйомна сила. Вона обумовлюється активністю комплексу ферментів, що викликають спиртове бродіння.

Алгоритм роботи: привод відкриває засувку ємності з дріжджами, для регулювання положенням засувки також використовуються індуктивні давачі та . На наступному етапі дріжджі потрапляють на вібросито, де просіюються і потрапляють в дозатор. в якому регулюється кількість дріжджів тензодатчиком. В тістомісильну машину дріжджі потрапляють через електромагнітний клапан.

3. Підготовка борошна

Якість борошна оцінюють такими показниками: колір, запах, смак, крупність помелу, вологість, зольність (білість), масова частка домішок, зараженість

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
						9
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шкідниками хлібних злаків, масова частка клейковини та її якість, число падіння. Колір, крупність помелу, зольність (білість), масова частка клейковини нормуються по кожному сорту борошна.

Алгоритм роботи: привод відкриває засувку ємності з борошном, для регулювання положенням засувки також використовуються індуктивні давачі та . На наступному етапі борошно потрапляє на вібросито, де просіюється і потрапляє в дозатор, в якому регулюється кількість борошна тензодатчиком. В тістомісильну машину борошно потрапляє через електромагнітний клапан.

4. Підготовка солі

Сіль входить до рецептури хлібобулочних виробів у кількості 1,0-2,5% до маси борошна. Залежно від походження, розпізнають сіль кам'яну (добувають шахтним способом із надр землі), самосадну (залягає на дні солених озер), садочну (добувають із природних або штучних солених озер випаровуванням або виморожуванням), виварну.

Алгоритм роботи: привод відкриває засувку ємності з сіллю, для регулювання положенням засувки також використовуються індуктивні давачі та . На наступному етапі сіль потрапляє на дробарку, де подрібнюється і потрапляє на вібросито, а з нього в дозатор, в якому регулюється кількість солі тензодатчиком. В тістомісильну машину сіль потрапляє через електромагнітний клапан.

5. Підготовка цукру

Мальтозний цукор має важливу роль у випіканні хліба. Він служить джерелом їжі для дріжджів і допомагає стимулювати їх розмноження та активність. Під час ферментації, дріжджі розкладають мальтозний цукор на глюкозу, яка служить їм паливом для вироблення вуглекислого газу і сприяє підйому тіста.

Мальтозний цукор також додає хлібу характерний смак, аромат і колір. Він може покращити карамельний відтінок корочки хліба і надати йому більш насичений смак.

Алгоритм роботи: привод відкриває засувку ємності з цукром, для регулювання положенням засувки також використовуються індуктивні давачі та .

					<i>СУ-91.6.151.01.27.ПЗ</i>	Арк
						10
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На наступному етапі цукор потрапляє на дробарку, де подрібнюється і потрапляє на вібросито, а з нього в дозатор, в якому регулюється кількість цукру тензодатчиком. В тістомісильну машину цукор потрапляє через електромагнітний клапан.

1.2 Замішування тіста

Процес замішування тіста в тістомісильній машині включає наступні кроки:

Запуск тістомісильної машини: Після завантаження інгредієнтів машина запускається. Вона оснащена змішувальними приладами, такими як лопаті або міксери, які забезпечують рівномірне змішування інгредієнтів.

Регулювання швидкості і часу замішування: Під час замішування важливо налаштувати швидкість роботи тістомісильної машини та встановити оптимальний час замішування для досягнення бажаної консистенції тіста.

Контроль температури: Деякі тістомісильні машини оснащені нагрівальними елементами, які допомагають підтримувати потрібну температуру під час замішування. Контроль температури може забезпечуватися за допомогою датчиків та систем автоматичного регулювання.

Контроль консистенції: Під час замішування важливо відстежувати консистенцію тіста. Це може виконуватися візуально або за допомогою датчиків, що вимірюють в'язкість або інші фізичні властивості тіста.

Завершення процесу замішування: Після досягнення необхідної консистенції тісто відпускається замішувальними приладами. У деяких випадках можуть використовуватися автоматичні механізми, такі як засувки, для контролю положення тіста та його вивантаження.

Технологічний процес замішування тіста в тістомісильній машині дозволяє досягти однорідної консистенції тіста, розподілу інгредієнтів та оптимального замішування для досягнення якісного та стабільного результату при випіканні хлібу.

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.3 Ферментація та формування тіста

Процес ферментації тіста є важливим етапом виготовлення хлібу і сприяє його підвищенню, покращенню смаку та текстури. Після замішування тіста і до початку ферментації, його перекладають у велику посудину або контейнер. Тісто може бути покрите клаптиком тіста або кришкою для запобігання висиханню та забезпечення оптимальних умов ферментації.

Тісто поміщають у тепле приміщення зі стабільною температурою. Це може бути спеціальна кімната з контрольованою температурою або тепле місце в кухні. Оптимальна температура для ферментації залежить від рецептури та типу хлібу, але зазвичай рухається в діапазоні 25-30°C. Процес ферментації базується на дії дріжджів, які при взаємодії з цукром у тісті виділяють вуглекислий газ (CO₂) і сприяють підйому тіста. Під час ферментації тіста дріжджі, основні мікроорганізми, виконують ряд біохімічних процесів. Основним процесом є ферментація цукрів, яка відбувається внаслідок дії ферментів, що продукуються дріжджами. Головний фермент, що бере участь у цьому процесі, називається сахарозомітричний фермент (инвертаза). Він розкладає складні цукри (наприклад, сахарозу) на прості цукри (глюкозу та фруктозу), які дріжджі використовують як джерело енергії. Дріжджі розкладають цукри на алкоголь та CO₂ шляхом процесу бродіння.

Протягом ферментації, дріжджі продовжують виділяти CO₂, який утворює бульбашки в тісті, збільшуючи його об'єм. Цей процес залежить від гнучкості глютенної мережі в тісті, яка утворюється під час замісу та розвивається під час ферментації. Гнучкий глютен допомагає утримувати вуглекислий газ у внутрішній структурі тіста, створюючи пухкість та легкість хлібного виробу. Це може зайняти від кількох годин до кількох десятків годин, залежно від типу хлібу та рецептури.

Під час ферментації також відбувається розвиток аромату хлібу. Дріжджі та інші мікроорганізми, які природно присутні в тісті, розкладають складні сполуки у простіше форми, що надає хлібу характеристичний смак та аромат.

Тривалість ферментації залежить від рецептури, типу хлібу та бажаного результату. Досвідчені пекарі контролюють ферментацію, спостерігаючи

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
						12
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розширення тіста, його консистенцію та аромат. Оптимальний час ферментації дозволяє досягти найкращих результатів у підйомі тіста та розвитку смакових якостей хлібу.

Інші види тіста можуть проходити холодну ферментацію, коли їх розміщують у холодильнику або спеціальних камерах при низькій температурі. Цей процес триває тривалий час (зазвичай кілька годин або навіть декілька днів), що дозволяє дріжджам повільно розкладати цукри та створювати багато смакових сполук, що сприяє формуванню багат шарового смаку в хлібі.

Після завершення процесу ферментації, тісто готове для формування. Автоматизована система може використовувати різні механізми для формування хлібних виробів. Наприклад, це може бути пресування, розтягування або скручування тіста, щоб надати йому бажану форму та структуру. Обладнання може мати змінні формувальні насадки або пристрої, що дозволяють виробляти різноманітні типи хлібу залежно від потреб.

Сформовані хлібні вироби можуть автоматично передаватись до наступного етапу виробничого процесу, такого як ферментація або випікання. Це може включати автоматичний транспортер або конвеєрну систему, що переміщує хлібні вироби до наступних станцій оброблення.

					<i>СУ-91.6.151.01.27.ПЗ</i>	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

2. АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА ВИГОТОВЛЕННЯ ТІСТА ЯК ОБ'ЄКТ КЕРУВАННЯ

Автоматична система виготовлення тіста є складним об'єктом керування, що включає в себе різні компоненти та процеси.

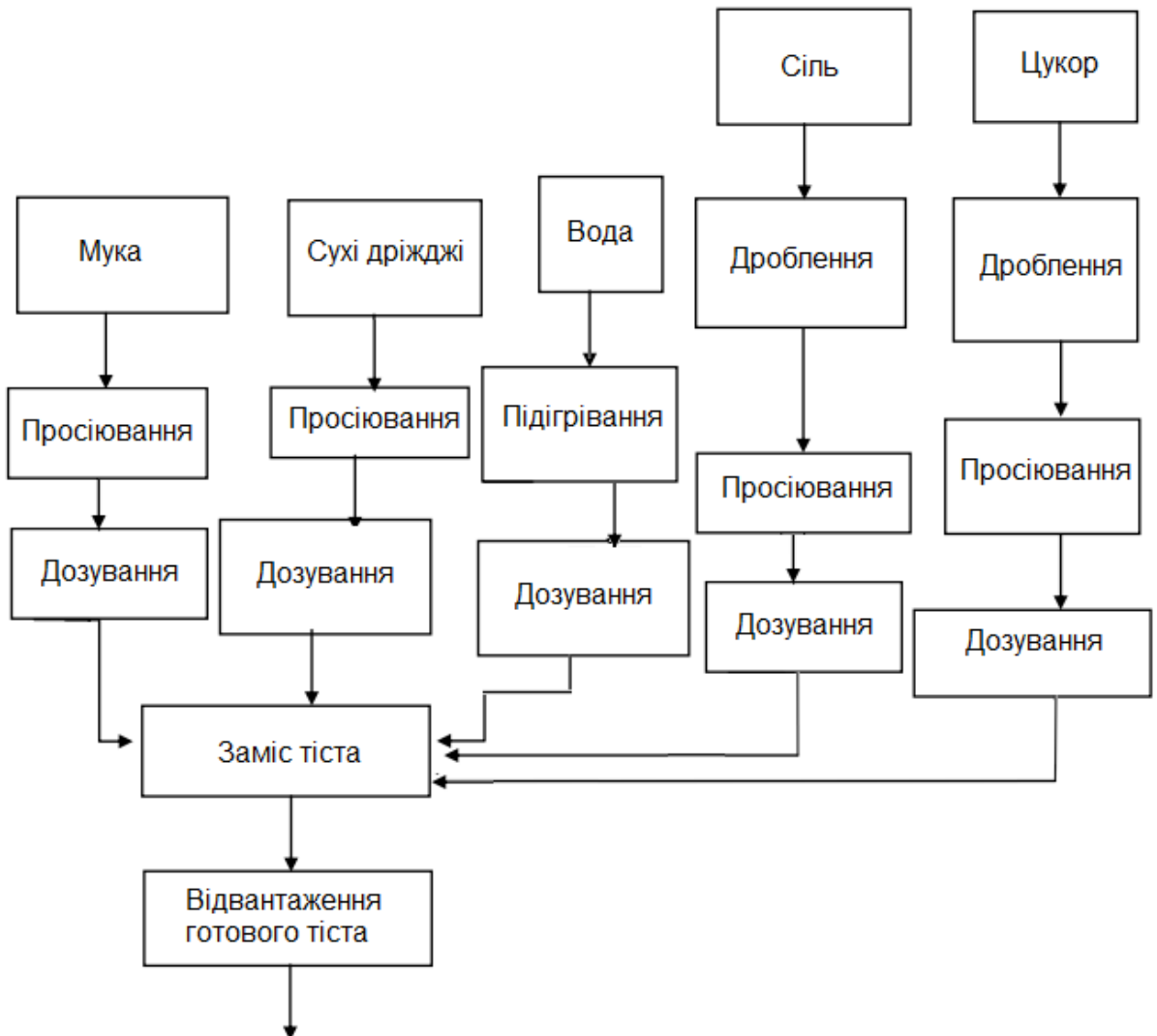


Рисунок 2.1 – Структура і послідовність процесу виготовлення тіста

Давачі, які збирають інформацію про стан системи та процес виготовлення тіста. Наприклад, датчики можуть вимірювати температуру, вологість, рівень інгредієнтів або рівень тиску в системі. Ці дані передаються до системи керування для подальшого аналізу та прийняття рішень.

Система керування відповідає за координацію роботи всіх компонентів автоматичної системи. Вона приймає дані від давачів, обробляє їх та приймає

рішення щодо необхідних дій. Наприклад, система керування може регулювати швидкість змішування, температуру, тривалість ферментації та інші параметри, щоб забезпечити оптимальні умови для виготовлення тіста.

Приводи виконують фізичні дії в системі виготовлення тіста на основі рішень, прийнятих системою керування. Наприклад, приводи можуть керувати рухом змішувача, відкривати та закривати клапани для регулювання потоку інгредієнтів, контролювати температуру нагрівальних елементів та інші дії, щоб забезпечити потрібні умови для виготовлення тіста.

Алгоритми керування визначають логіку роботи системи, враховуючи отримані дані та поставлені завдання. Вони можуть включати регулятори, логічні умови, обчислювальні моделі та інші алгоритми, що дозволяють системі керувати процесом виготовлення тіста з максимальною точністю та ефективністю.

2.1 Регуляція витрат під час дозування

Регулювання дозування води за допомогою регулятора включає в себе процес контролю та налаштування потоку або об'єму води, що надходить до певної системи або пристрою. Регулятори використовуються в різних галузях, включаючи промисловість, сільське господарство, медицину та побутове використання.

Основна функція регулятора дозування води полягає в забезпеченні точного та стабільного контролю над водним потоком. Це досягається шляхом використання різних механізмів, таких як клапани, насоси, датчики та автоматичні контролери.

У залежності від конкретних вимог і потреб системи, регулятори можуть мати різні методи дозування води. Основні типи регуляторів включають:

Клапанові регулятори: Вони використовуються для контролю потоку води шляхом відкриття та закриття клапана. Клапан може бути механічним або електронним і контролюється за допомогою датчиків або програмного керування.

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Насосні регулятори: Ці регулятори регулюють об'єм води, що постачається до системи, за допомогою насоса. Насос може мати різні налаштування швидкості або тиску, які забезпечують регулювання об'єму води.

Програмні регулятори: Ці регулятори використовують комп'ютерні програми та алгоритми для контролю потоку або об'єму води. Вони зазвичай використовуються у великих системах з автоматичним керуванням, де необхідна висока точність і складні налаштування.

Регулятори дозування води зазвичай мають різні параметри, які можуть бути налаштовані, наприклад, швидкість потоку, тиск, час подачі води. Ці параметри можуть бути контрольовані оператором системи або налаштовані автоматично за допомогою датчиків і зворотного зв'язку.

Сам процес дозування поділяється на дві стадії :

1. Дозування (Швидкий потік). Під час цієї стадії дозується 80% рідини або сипучого матеріалу. Сам процес контролюється тензодатчиком дозатору.
2. Доливання (Повільний потік). Під час цієї стадії дозується 20% рідини або сипучого матеріалу. Це відбувається повільніше для більшої точності рецептури.

В дозуванні частіше використовують клапанові регулятори через їх простоту. Клапановий регулятор є одним із найпоширеніших типів регуляторів, використовуваних для контролю потоку рідини, газу або інших робочих середовищ. Він працює на основі механічного принципу руху клапана для регулювання пропускної здатності трубопроводу та, отже, кількості речовини, яка пропускається через нього. Основні компоненти клапанового регулятора включають сам клапан, привід.

Ось принцип роботи клапанового регулятора:

					<i>СУ-91.6.151.01.27.ПЗ</i>	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

1. Клапан: Клапан - це перемикач, який може бути відкритим, закритим або на різних проміжних позиціях для регулювання пропускної здатності трубопроводу. Він зазвичай має круглий або прямокутний отвір, через який протікає речовина. Рух клапана може бути механічним, гідравлічним або електричним, залежно від типу регулятора.

2. Привід: Привід відповідає за рух клапана. В залежності від механізму приводу, регулятор може мати механічний, пневматичний, гідравлічний або електричний привід. Механізм приводу перетворює зовнішню силу, таку як рукоятку, повітряний тиск або електричний сигнал, в механічний рух, який впливає на позицію клапана.

Також в регулюванні витрат сипучих матеріалів використовують електромагнітний молоток, щоб збивати залишки борошна, дріжджів, солі, цукру, або інших інгредієнтів з стінок бункеру для сипучих матеріалів. Конструкція: Електромагнітний молоток складається з двох основних компонентів - котушки та ударного механізму. Котушка створює магнітне поле при проходженні електричного струму через неї. Ударний механізм, зазвичай представлений у вигляді важеля або молоточка, знаходиться в зоні впливу магнітного поля. Коли ударний механізм притягується до котушки, він набуває руху. Це може бути рух вниз або вперед, залежно від конструкції молотка. Вібрація від удару механізму сприяє зрушенню сипучих матеріалів зі стінок бункеру.

2.2 Задачі керування

Автоматизована система виготовлення тіста для випікання хлібу має на меті забезпечити ефективну та якісну виробництво хлібних виробів. Завдання керування цією системою включають:

1. Регулювання витрат інгредієнтів: Система керування повинна забезпечувати точну та стабільну витрату різних інгредієнтів, таких як борошно, вода, дріжджі, цукор, сіль тощо. Завдання полягає у встановленні оптимальних значень витрати кожного компонента згідно з рецептом тіста.

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
						17
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Регулювання параметрів процесу: Система повинна контролювати та регулювати параметри процесу виготовлення тіста, такі як швидкість замішування, тривалість ферментації, температура, вологість та інші. Завдання полягає в підтриманні оптимальних умов для формування якісного тіста з потрібними характеристиками.

3. Автоматична корекція: Система керування має здатність автоматично виявляти відхилення в параметрах процесу та забезпечувати корекцію для відновлення оптимальних умов. Наприклад, вона може регулювати швидкість замішування або температуру, щоб скоригувати відхилення і забезпечити постійну якість тіста.

4. Моніторинг та діагностика: Збір та аналіз даних про роботу системи виготовлення тіста для виявлення можливих несправностей, забезпечення запобігання відмовам та планового обслуговування.

5. Безпека: Система повинна включати заходи безпеки, які забезпечують безпечну роботу обладнання та захист персоналу. Це може включати автоматичні системи виявлення аварій, контроль за рухом обладнання та дотримання встановлених норм безпеки.

6. Енергоефективність: Оптимізація роботи системи виготовлення тіста з метою зниження споживання енергії та оптимального використання ресурсів.

Загалом, система керування автоматизованою системою виготовлення тіста має на меті забезпечити ефективне, якісне та безпечне виробництво хлібних виробів, а завдання керування полягають в регулюванні витрат інгредієнтів, параметрів процесу, контролі якості та забезпеченні безпеки.

2.3 Конструктивні особливості

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Конструктивні особливості системи виготовлення тіста для випікання хлібу, яка складається з дозаторів води, борошна, цукру, солі, дріжджів та тістомісильної машини, включають наступні елементи:

1. Дозатори: Система має окремі дозатори для кожного інгредієнта, які точно вимірюють та дозують потрібну кількість речовини. Кожен дозатор може мати свій механізм подачі, який контролює потік інгредієнту у тістомісильну машину. Це дозволяє забезпечити точність та регулювання витрати кожного інгредієнта для отримання необхідного складу тіста.

2. Тістомісильна машина: Центральним елементом системи є тістомісильна машина, яка виконує замішування тіста. Вона має металевий корпус з вбудованими механізмами, які забезпечують рух і змішування тіста. У середині машини розташовані змішувальні лопаті або барабан, які забезпечують ефективне перемішування інгредієнтів. Машина також може мати систему контролю температури, що дозволяє підтримувати оптимальну температуру для процесу замішування.

3. Додаткове обладнання: В системі можуть бути інтегровані додаткові пристрої, які полегшують процес виготовлення тіста та саму якість тіста. Такі пристрої як молоткові дробарки, вібросита та нагрівальні елементи, котрі полегшують процес замішування тіста та якість кінцевого продукту – хліба.

4. Система регулювання: Система може включати механізм регулювання, який дозволяє контролювати швидкість замішування та інтенсивність руху тіста. Це може бути здійснено за допомогою електронних контролерів або програмних рішень, які дозволяють точно встановлювати та підтримувати потрібні параметри замішування.

5. Контроль параметрів: Система має бути оснащена датчиками та давачами, які контролюють різні параметри процесу. Наприклад, датчики можуть вимірювати температуру тіста, вологість, розмір тістяного шматочка тощо. Ці дані можуть використовуватись для автоматичного регулювання процесу замішування та забезпечення постійної якості тіста.

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
						19
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Конструкція та матеріали: Конструкція системи повинна бути такою, щоб забезпечувати зручний доступ до всіх компонентів для обслуговування та очищення. Важливо використовувати матеріали, що відповідають стандартам безпеки харчової промисловості і легко чистяться. Наприклад, корпус машини може бути виготовлений з нержавіючої сталі, яка є стійкою до корозії та забезпечує гігієнічність.

7. Автоматизація та інтеграція: Система виготовлення тіста може бути повністю автоматизованою та інтегрованою з іншими системами виробництва хлібних виробів, такими як система формування або підготовки форм для випікання. Це дозволяє забезпечити безперервність та ефективність виробничого процесу.

Забезпечення всіх стандартів безпеки харчової промисловості для системи виготовлення тіста для випікання хлібу вимагає впровадження певних заходів та конструктивних особливостей. Досягнути цих стандартів можна використавши матеріали безпечні для харчової промисловості та завдяки очищенню механізмів.

Використання відповідних матеріалів: Важливо використовувати матеріали, які відповідають стандартам безпеки харчової промисловості. Корпус машини, контактні поверхні та інші компоненти, що мають контакт з харчовими інгредієнтами, повинні бути виготовлені зі стійких до корозії матеріалів, які не реагують з харчовими продуктами і не впливають на їх якість. В харчовій промисловості використовують найчастіше використовують харчову або нержавіючу сталь. За рахунок вмісту у складі хрому (його масова частка може досягати 27%), нержавіюча сталь харчова має високу стійкість до корозії. Так як завдяки наявності такого хімічного елемента на поверхні металу утворюється захисна оксидна плівка, стійка до зовнішніх хімічних впливів та іржавіння. Усі марки сталі для харчової промисловості леговані.

Гігієна та легкість очищення: Система повинна мати конструкцію, яка полегшує очищення та дезінфекцію. Заокруглені кути, гладкі поверхні та відсутність зон, де може накопичуватися бруд або мікроорганізми, допомагають підтримувати високі гігієнічні стандарти. Крім того, машину повинно бути легко

					<i>СУ-91.6.151.01.27.ПЗ</i>	Арк
						20
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розбирати для очищення та збирати знову без зайвих зусиль. У харчовій промисловості обладнання та інші предмети постійно взаємодіють з агресивним середовищем, наприклад, миються розчинами, де є сульфамінова кислота або каустична сода, а також стикаються з оцтовою кислотою та продуктами бродіння і саме для цього сталь повинна бути корозостійка.

Заходи безпеки: Система повинна бути оснащена необхідними заходами безпеки, які запобігають можливим аварійним ситуаціям. Це можуть бути системи автоматичного відключення у разі перевантаження або несправності, системи аварійного зупинення, а також захисні кришки та бар'єри, які запобігають доступу до небезпечних зон.

Сертифікація та відповідність стандартам: Важливо перевірити, що система відповідає необхідним стандартам безпеки харчової промисловості. Це може включати отримання сертифікатів якості та безпеки, які підтверджують відповідність системи встановленим стандартам.

Загалом, конструктивні особливості системи виготовлення тіста для випікання хлібу з дозаторами і тістомісильною машиною спрямовані на забезпечення точного дозування і перемішування інгредієнтів, контроль параметрів процесу та забезпечення гігієнічності та ефективності виробництва хлібних виробів.

					<i>СУ-91.6.151.01.27.ПЗ</i>	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

3. КОНТУРИ КОНТРОЛЮ ТА SCADA-СИСТЕМА

Автоматичний регулятор — це технологічний інструмент, який змінює дії управління залежно від стану об'єкта та навколишнього середовища:

Регулятор є $f(x,z,t)$. Програми також можуть реалізувати автоматичний регулятор у мікропроцесорних контролерах або електронних обчислювальних машинах (ЕОМ). Різні контролери або спеціальні пристрої виконують завдання управління складними системами.

Автоматичні системи виготовлення тіста мають кілька регуляторів. Основні типи контролерів включають:

Підключення/відключення (On/Off): Цей тип регулятора просто увімкняє або вимкнено пристрій. Використовуйте його для керування різними функціями, які вимагають простого керування.

Пропорційний (пропорційний) регулятор: вихідний сигнал коригується пропорційно до розходу або іншої змінної. Це дозволяє підтримувати бажане значення та більш точне керування системою.

Інтегральний (Інтегральний): Регулятор інтегрального типу використовує інтегральну дію, щоб зменшити розбіжності між потребами системи та її реальним станом. Це дозволяє системам працювати стабільно і забезпечує більш точне регулювання.

Регулятор диференційного типу реагує на швидкі зміни в системі. Він використовується, щоб компенсувати реакцію системи на зміни або збурення ззовні.

Пропорційно-інтегрально-диференційний (PID) — це поєднання пропорційних, інтегральних і диференційних контролерів. Він забезпечує широке регулювання системи, враховуючи значення та зміни.

3.1 Контур регулювання нагріву води

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Регулятор нагріву води працює за принципом «Вкл./Викл.». Він керує нагрівом води, включаючи та вимикаючи нагрівальний елемент, коли він досягає певної температури.

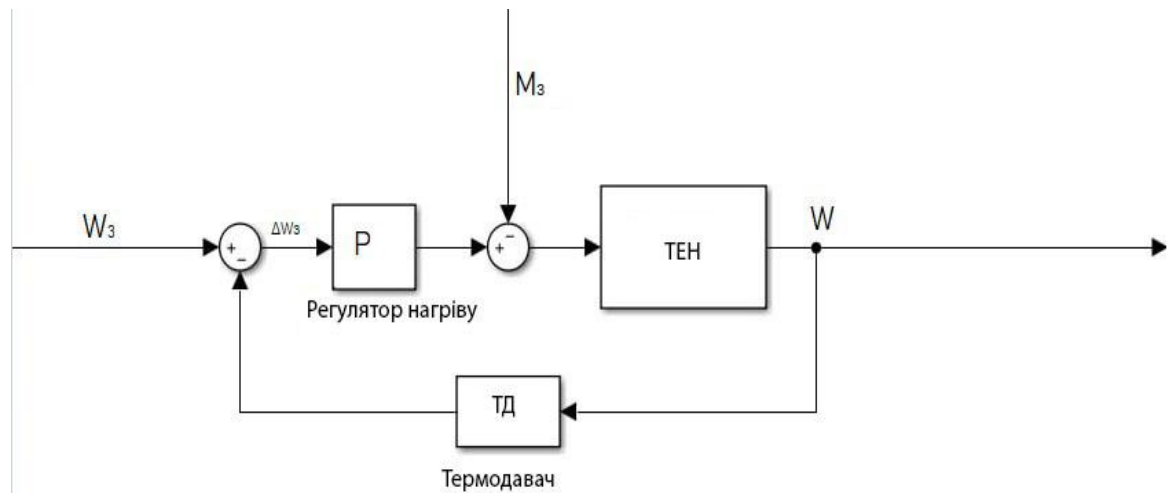


Рисунок 3.1 – Контур регулювання нагріву води

Коли температура води опускається нижче встановленого порогу, регулятор увімкне нагрівальний елемент і розпочне нагрівання води. Як тільки температура досягає визначеного верхнього порогу, регулятор зупиняє нагрівальний елемент.

Нагрівальний елемент увімкнений, поки температура не досягне верхнього порогу, а потім вимикається, поки температура не опуститься нижче нижнього порогу. Ця процедура повторюється циклічно. Таким чином, термостат регулює температуру в певному діапазоні шляхом частого включення та вимикання термостата.

Незважаючи на те, що регулятор On/Off простий у використанні, він може мати деякі похибки в регулюванні. Це означає, що нагрівальний елемент вмикає та вимикає лише, коли досягає порогового значення, що дозволяє температурі води коливатися в межах цього порогового значення. On/Off регулятори використовуються у багатьох системах нагріву води, де вимоги до точності регулювання не такі високі, оскільки вони прості та надійні.

Для системи підійде on/off регулятор, бо нам не потрібна дуже висока точність нагріву води.

3.2 Впровадження SCADA-системи

Впровадження SCADA у системи автоматизації промислових процесів має кілька ключових переваг. По-перше, SCADA збирає дані з різних джерел, таких як сенсори та контролери, що дозволяє спостерігати за ситуацією в реальному часі. Це дозволяє операторам та інженерам відстежувати стан процесу та аналізувати параметри, щоб знайти будь-які аномалії.

По-друге, SCADA надає можливість керувати системами автоматизації дистанційно. Оператори мають можливість змінювати налаштування, параметри та режими роботи пристрою. Це гарантує гнучкість управління та швидку реакцію на зміни, які відбуваються у виробничих процесах. По-третє, SCADA надає можливість зберігати та аналізувати записи. З використанням історичних даних можна оптимізувати виробничі процеси та проводити тренд-аналіз. Аналіз даних допомагає знайти проблеми та підвищити ефективність системи.

Впровадження SCADA підвищує продуктивність системи та надійність. Точне керування та автоматизація багатьох рутинних процесів зменшують витрати на робочу силу та мінімізують ймовірність помилок. Це гарантує стабільну продуктивність і сприяє оптимальному функціонуванню систем. SCADA є важливою частиною захисту систем автоматизації. У ньому є можливості для контролю доступу та виявлення підозрілої активності. Це захищає систему від несанкціонованого доступу та зловживань, що гарантує надійність даних. Коли SCADA включено до системи автоматизації, це дозволяє спостерігати, керувати, зберігати та аналізувати дані, що підвищує ефективність і надійність процесів, а також гарантувати безпеку та захист системи.

Це важливий інструмент, який може підвищити ефективність і продуктивність промислових систем. На (рис 3.2) зображено мнемосхему системи виготовлення тіста

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
						24
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

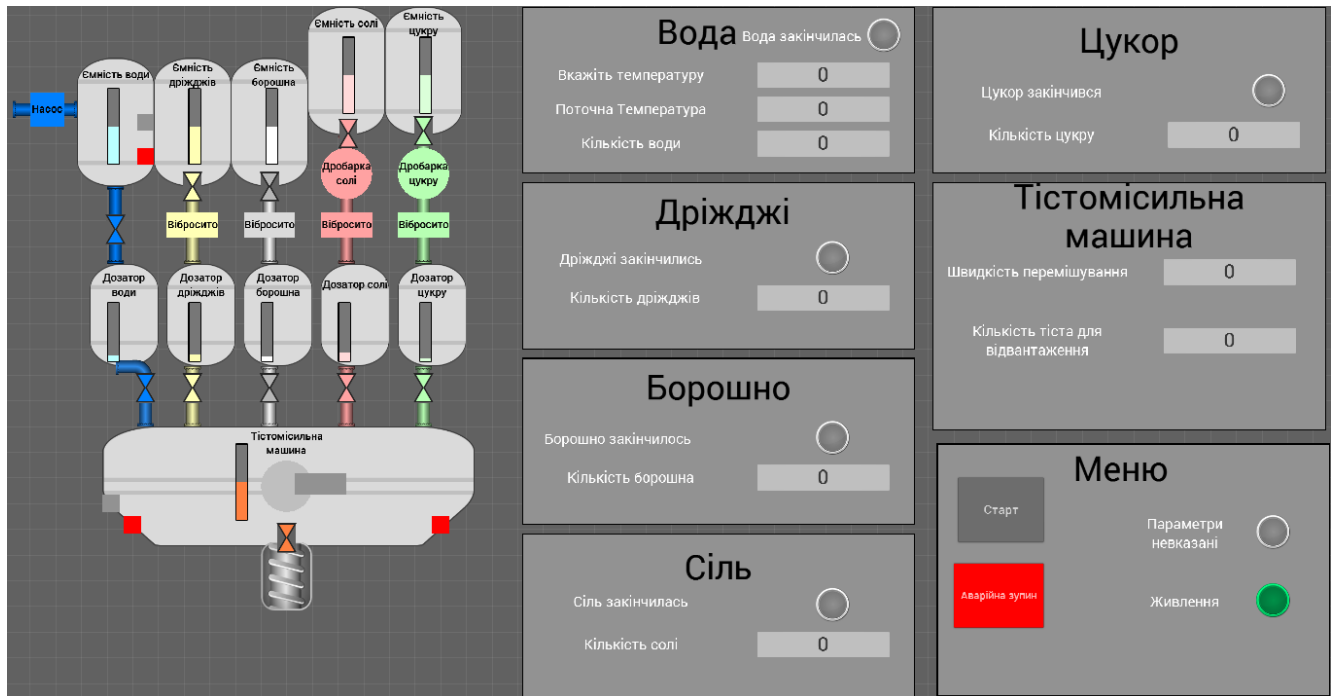


Рисунок 3.2 – Інтерфейс SCADA- системи

Сучасні SCADA-системи не обмежують вибір контролерів або апаратури нижнього рівня за допомогою драйверів або різноманітності пристроїв введення/виводу. Зараз ці пристрої підключаються до SCADA-системи за допомогою наступних механізмів. Динамічний обмін даними (DDE) є першим механізмом. Ранні інтерфейси людина-машина використовували цей протокол для обміну даними з ПЛК-пристроями. Однак через недоліки DDE розробники створювали власні рішення та протоколи, що призвело до проблем. Оскільки кожен контролер підтримує обмін даними лише зі своєю системою, кожна SCADA-система має свій власний драйвер для обміну даними з контролером. В результаті два контролера не можуть мати доступ до системи разом. OPC-сервер є додатковим компонентом. Основною метою стандарту OPC є забезпечення доступу до даних з будь-якого пристрою. Використання програмного забезпечення, яке відповідає специфікаціям OPC, гарантує, що споживачі залишаються незалежними від того, чи є у них драйвери або протоколи. Це дозволяє вибрати програмне забезпечення та обладнання, які найкраще відповідають реальним потребам. OPC-сервер отримує дані нижнього рівня за допомогою вбудованого драйвера, аналізує їх, встановлює ознаку якості та мітку часу, а потім передає ці дані через SCADA-систему, інтерфейс OPC клієнта.

Стандарт обміну даними OPC використовує схему клієнт-сервер, що дозволяє кільком клієнтам підключатися до одного сервера. Відповідно до цього

						Арк
					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

стандарту один клієнт може використовувати кілька OPC-серверів. Це полегшує підключення та використання різних пристроїв введення/виводу до SCADA-систем, незалежно від драйверів і протоколів, які використовуються. Схема обміну даними між OPC сервером і клієнтом показана на рис. 3.3.

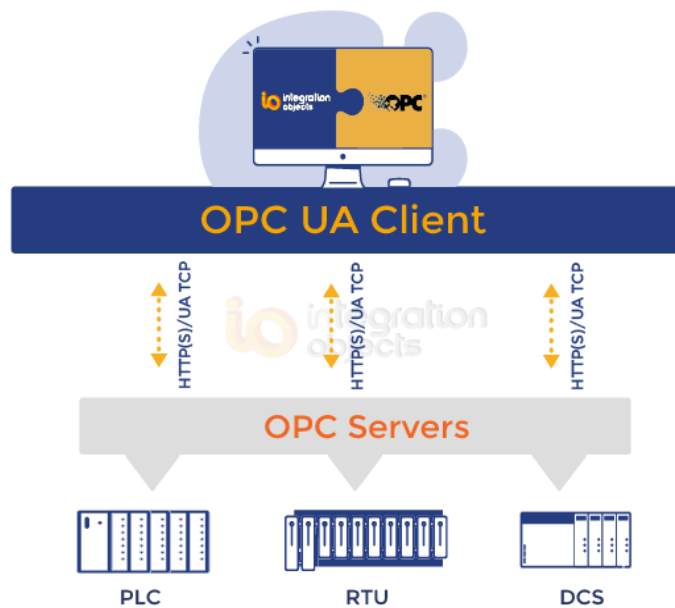


Рисунок 3.3 - Обмін даними OPC сервера та клієнтів

3.3 Завдання оператора

Завдання для оператора системи виготовлення тіста включає наступні етапи:

Перевірити наявність необхідних компонентів(інгредієнтів) тіста, таких як вода, борошно, дріжджі, цукор тощо. Переконатися, що дозатори та пов'язане обладнання належним чином підключені та готові до роботи.

Налаштування дозатора:

За допомогою керуючих панелей або інтерфейсу оператора налаштувати необхідні параметри системи, такі як кількість кожного компоненту, температура води, швидкість замішування тощо. Перевірити, що система працює вірно та готова

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

до прийому сигналу для початку дозування.

Моніторинг та контроль:

Спостерігати за роботою дозатора та тістомісильної машини, переконуючись, що інгредієнти тіста належним чином подаються та дозуються. Записувати та візуалізувати дані про будь-які аномалії чи проблеми, що виникають під час роботи.

Обслуговування та підтримка:

В разі виявлення проблем в роботі дозатора чи конвеєра, вжити відповідних заходів для їх вирішення, включаючи перевірку та ремонт обладнання.

Забезпечити регулярне обслуговування та очищення дозатора та конвеєра для забезпечення надійної та безперебійної роботи.

					<i>СУ-91.6.151.01.27.ПЗ</i>	Арк
						27
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ОБГРУНТУВАННЯ І ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

При проектуванні системи для правильного та оптимального вибору апаратної частини та засобів автоматизації потрібно слідкувати виданому технічному завданні, особливу увагу треба звернути на вимоги до датчиків, та умови експлуатації.

Система передбачає наступний перелік датчиків та ВМ:

№	Назва	Input / Output
1	Насос подачі води в ємність	DO
2	Поплавкове реле	DI
3	Датчик температури води всередині ємності	AI
4	ТЕН нагрівальний в ємності	DO
5	Привод клапану води	DI
6	Тензодатчик під дозатором води	AI
7	Привод після дозатора води	DO
8	Індуктивний датчик засувки ємності з дріжджами (min)	DI
9	Індуктивний датчик засувки ємності з дріжджами (max)	DI
10	Привод засувки ємності з дріжджами	DO
11	Привод вібросита для дріжджів	DO
12	Тензодатчик під дозатором дріжджів	AI
13	Привод після дозатора дріжджів	DO
14	Індуктивний датчик засувки ємності з мукою (min)	DI
15	Індуктивний датчик засувки ємності з мукою (max)	DI
16	Привод засувки ємності з мукою	DO
17	Привод вібросита для муки	DO
18	Тензодатчик під дозатором муки	AI
19	Привод після дозатора муки	DO
20	Індуктивний датчик засувки ємності з сіллю (min)	DI
21	Індуктивний датчик засувки ємності з сіллю (max)	DI
22	Привод засувки ємності з сіллю	DO
23	Привод дробарки для солі	DO
24	Привод вібросита для солі	DO
25	Тензодатчик під дозатором солі	AI

№	Назва	Input / Output
26	Привод після дозатора солі	DO
27	Індуктивний давач засувки ємності з цукром (min)	DI
28	Індуктивний давач засувки ємності з цукром (max)	DI
29	Привод засувки ємності з цукром	DO
30	Привод дробарки для цукру	DO
31	Привод вібросита для цукру	DO
32	Тензодатчик під дозатором цукру	DI
33	Привод після дозатора цукру	DO
34	Привод з ЧП тістомісильної машини	AO
35	Індуктивний давач засувки тістомісильної машини (max)	DI
36	Привод засувки тістомісильної машини	DO
37	Привод шнека для відвантаження готової тістової продукції	DO
38	Тензодатчик під тістомісильною машиною для визначення ваги готового тіста	DI
39	Індуктивний давач засувки тістомісильної машини (min)	DI

4.1 Вибір індуктивних давачів

При виборі індуктивного давача присутності для системи автоматизованого виготовлення тіста важливо враховувати конкретні вимоги та умови вашої системи. Визначити необхідну відстань, на якій давач повинен виявляти присутність об'єктів. Звернути увагу на оптимальний діапазон відстаней виявлення для системи. Визначити, який тип металу буде використовуватися у системі виготовлення тіста. Переконайтеся, що індуктивний давач може виявляти цей тип металу з достатньою надійністю. Врахувати фактори, такі як температура, вологість та наявність потенційно агресивних середовищ, які можуть впливати на роботу давача. Визначити необхідний тип вихідного сигналу (NPN або PNP) для взаємодії з системою керування.

Через кількість давачів котра використовується у системі треба обрати відносно дешевий давач та з гарною якістю. По усім параметрам системи підходить Індуктивний давач HURON LJ12A3-4-Z/AX NPN NC закритий.

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
						29
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд HURON LJ12A3-4-Z/AX NPN NC

Відповідно документації виробника датчик має спрацьовувати на відстані 4 мм від сталі, алюмінію, міді, бронзи, свинцю і т. д.. Нижче приведена технічна специфікація датчика.

Індуктивний датчик NPN NC LJ12A3-4-Z/AX

Активний кінцевий датчик, індуктивного типу, герметичний.

NPN (нормальний стан: закритий)

NC (нормально закритий)

Спрацьовує на відстані 4 мм від сталі, алюмінію, міді, бронзи, свинцю тощо.

Довжина з'єднувального дроту 1 м.

Харчування $V_{cc}=6V-36V$ (коричневий)

Загальний, земля (синій)

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
						30
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихід: 300mA (чорний)
Частота 150 Гц

Трьохпровідний NPN, NO (LA••-••N2.U1.K)

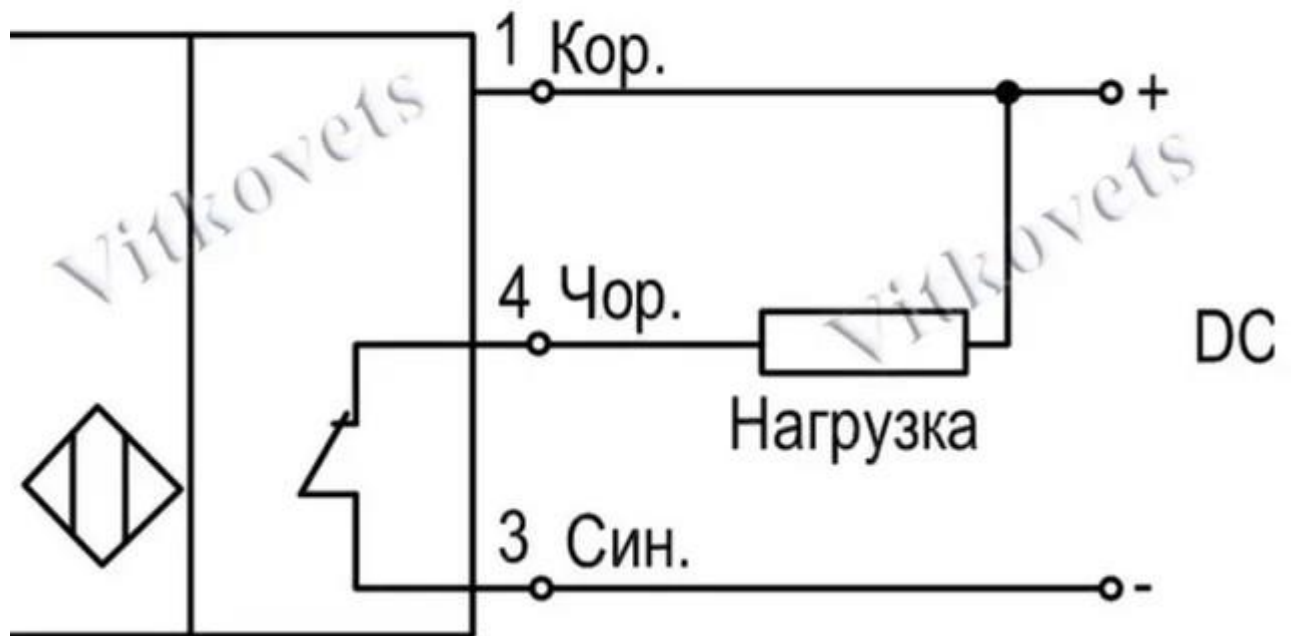


Рисунок 4.2 – Підключення датчика HURON LJ12A3-4-Z/AX NPN NC

4.2 Вибір датчиків ваги

З огляду на тенденції розвитку елементної бази електроніки, можна з упевненістю стверджувати, що вагові пристрої з програмним керуванням, побудовані на основі мікропроцесорних систем, є найбільш перспективними. Згодом ваги, пов'язані з апаратним забезпеченням, що базується на інтегральних мікросхемах середнього ступеня інтеграції, можуть бути повністю відповідними сучасним стандартам.

З усіх загальновідомих принципів, які можуть керувати роботою бункерних ваг, найбільш очевидними є:

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Для ваг з програмним управлінням використовуються принципи підсумовування та обидва принципи інтегрального сумування (другий принцип є більш ефективним), а для ваг з апаратною реалізацією використовуються принципи інтегрування продуктивності, підсумовування та інтегрального сумування (з інтеграцією погонної маси протягом постійного часу τ).

Тензорезистивні та вібраційно-частотні силові датчики є двома відомими типами силових датчиків, які використовуються в бункерних вагах. Таблиця 4.2 містить параметри, які характеризують силові датчики з тензорезистивними перетворювачами, які зараз розробляються та випускаються.

Таблиця 4.2 – загальні характеристики сучасних тензометричних давачів

Найменування параметру	Од. вимірювання	Значення параметра для	
		Датчики освоєних у серійному виробництві	Кращих зразків
Клас точності	%	0,25; 0,1	0,05; 0,04
Нелінійність та гістерезис	%	0,05;0,03	0,02
Тимчасова нестабільність коефіцієнта перетворення	% протягом місяця		0,005
Температурний коефіцієнт дрейфу нуля	$\frac{1}{^\circ\text{C}}$	$(2\dots4)10^{-5}$	10^{-5}
Температурна нестабільність коефіцієнта перетворення	$\frac{1}{^\circ\text{C}}$	$(2\dots5)10^{-5}$	10^{-5}
Рівень вихідного сигналу	мВ	20...50, 300	300

Деформація під впливом номінального навантаження	мм	0,2...0,5	0,05...0,2
--	----	-----------	------------

Тензодатчики не дуже чутливі до бокових навантажень і, іноді, до сили прикладання. Крім того, вони не чутливі до зовнішніх електричних і магнітних полів, стійкі до вібрацій і перевантажень і можуть бути виготовлені з пиломатеріалу. Тим не менш, основним недоліком тензодатчиків є низький рівень сигналу, який зазвичай становить 20...50 мВ при чутливості приблизно 2 мВ/В. Незважаючи на це, є датчики, які мають вихідний сигнал, який досягає 300 мВ. Різні перешкоди, такі як термо-ЕДС, падіння напруги на перехідних опорах і лініях зв'язку, можуть впливати на інформаційний сигнал через низький рівень сигналу. Упоратися з цими помилками важко і не завжди працює.

Частотні силовимірювальні перетворювачі можуть служити датчиками ваги. Вони мають багато переваг, включаючи просте перетворення частоти в код, високу точність інтегрування частотного сигналу та високу завадостійкість при передачі сигналу на великі відстані. Однак основними недоліками вібраційно-частотних датчиків є нелінійність характеристики та складність конструкції порівняно з тензорезистивними датчиками. У мікропроцесорних вагах можна досягти лінеаризації характеристики за допомогою конструктивних заходів, апаратних засобів або обчислювальних перетворень.

Основні параметри частотних датчиків, які випускаються, можна знайти в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Загальні характеристики сучасних частотних давачів

Найменування параметру	Од. вимірювання	Значення параметра
Клас точності	%	0,4; 0,1; 0,04

Нелінійність	%	0,1; 2
Гістерезис	%	0,1; 0,04
Максимальна частота	кГц	1; 12
Девіація частоти	%	70...90; 10...20
Температурна нестабільність коефіцієнта перетворення	$\frac{1}{^\circ\text{C}}$	$(6...2) 10^{-5}$

Складність конструкції та нелінійність частотних давачів є великим недоліком на відміну від тензорезистивних давачів. Тому я обрав саме тензометричний давач KELI SQB-A SS-2 .



Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд KELI SQB-A SS-2

Згідно з документацією виробника, давач має точність 3мВ/В і належить до класу точності С3. Він має комбіновану похибку 0,02%, що означає, що він може змінюватися залежно від умов. Термін «комбінований» можна розглядати як синонім середньої арифметики. Тензодатчик стає більш точним після більшої кількості перевірок.

Нижче наведена технічна специфікація постачальника. Таблиця 4.3 – Специфікація давача KELI SQB-A SS-2

					<i>СУ-91.6.151.01.27.ПЗ</i>	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Технічні характеристики

Тип тензодатчика	Балочний	Діапазон термокомпенсації	-10 - +40 °С
Робоче навантаження	2.0 т	Робочий діапазон температур	-30 °С.. +70 °С
Клас точності	С3	Діапазон напруги живлення	5 - 12(DC)
Номінальна чутливість	3.0±0.003 мВ/В	Максимально допустима напруга живлення	15В
Вхідний опір	400±2 Ом	Граничне навантаження	150% FS
Вихідний опір	352±3 ом	Руйнівне навантаження	180% FS
Опір ізоляції	≥5000(50DVC) M2	Ступінь пилі та вологозахисту	1968
Баланс нуля	±1.0% FS	Довжина кабеля	3 м
Температи. відхилення чутливості	±0.02% FI/10°C	Специфікація кабелю	4-х житловий екранований Ø 5мм
Температи. відхилення нуля	±0.02% FI/10°C	Матеріал тензодатчика	Нержавіюча сталь

Дані датчики мостового типу містять резистори, які об'єднані в міст. Він підключений безпосередньо до АЦП, який записує зміни значень резисторів. Давач з алюмінію має форму бруска з чотирьох отворів на одній стороні та спеціального здвоєного отвору на іншій стороні. У процесі встановлення давача в робоче положення його одну сторону потрібно жорстко закріпити, а на іншій стороні можна встановити платформу для завішування вантажів, якщо це необхідно. У них чотири дроти на виході з давача. Максимальне навантаження 180% від стандартного, діапазон вимірювання до 2т.

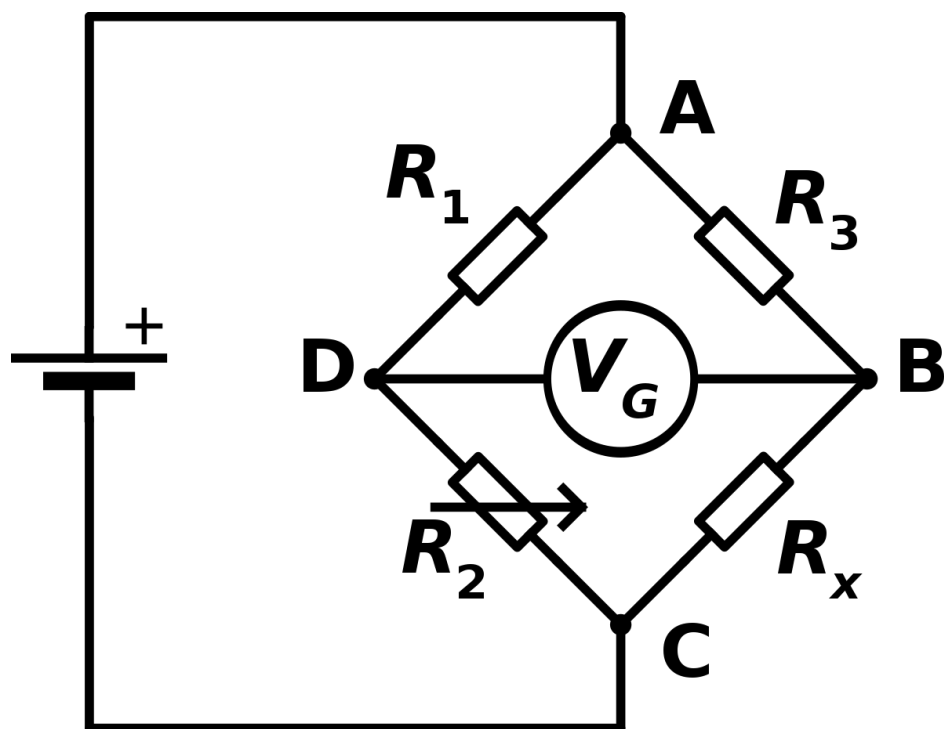


Рисунок 4.2 – Мостова схема

Щоб отримати точні показники давача, слід використовувати спеціальні узгоджуючі плати, також відомі як драйвери. Їх не потрібно використовувати, якщо в мікроконтролері вбудовано високорозрядний АЦП. Ці давачі пристосовані для бункерних ваг.

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

4.3 Вибір давача рівня води

При виборі поплавкового реле для дозатора води в системі автоматизованого виготовлення тіста, слід враховувати деякі фактори. Основні критерії для вибору поплавкового реле включають:

Тип контактів: Поплавкові реле можуть мати різні типи контактів, такі як нормально відкритий (NO), нормально закритий (NC) або перемикаючий (SPDT). Залежно від потреб вашої системи, оберіть відповідний тип контактів.

Матеріал корпусу: Важливо обрати поплавкове реле з корпусом, що відповідає вимогам умов експлуатації, зокрема стійкості до вологи та хімічних речовин. Найпоширеніші матеріали корпусу - пластик, нержавіюча сталь або латунь.

Монтажний тип: Вибір монтажного типу поплавкового реле залежить від конструкції дозатора води. Поплавкові реле можуть бути монтовані вертикально, горизонтально або бічно.

Однорівневі поплавкові датчики ПДУ – це пристрої, що призначені для контролю граничного (мінімального або максимального) рівня рідини у резервуарі. Принцип їх дії ґрунтується на механічному переміщенні поплавка з постійним магнітом уздовж штоку, у якому розміщено геркон. Після досягнення магнітом встановленого рівня відбувається замикання герконового контакту, і на виході пристрою формується відповідний сигнал.

Загальнопромислові виконання датчиків ПДУ виготовляються із нержавіючої сталі 12X18Н10Т (арматура) AISI316L (поплавок) та можуть застосовуватись для роботи з різними рідинами, які не проявляють корозійної активності щодо матеріалу датчика та не утворюють летких вибухонебезпечних сполук.

Поплавкові датчики рівня підходять для роботи в агресивних, в'язких середовищах, які містять різні домішки. Наявність у робочому середовищі окремих бульбашок та піни не впливає на якість роботи.

					<i>СУ-91.6.151.01.27.ПЗ</i>	Арк
						37
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для контролю рівня нев'язких рідин доцільним є застосування датчиків ПДУ з циліндричним поплавком ПДУ-1, ПДУ-2.



Рисунок 4.5 – Зовнішній вигляд ОВЕН ПДУ-1.1.L1

Таблиця 4.4 – Специфікація давача ОВЕН ПДУ-1.1.L1

Найменування параметра	Значення		
	ПДУ-1.1	ПДУ-2.1	ПДУ-3.1
Електричні параметри			
Кількість сигналізованих рівнів	1		
Максимальна комутована потужність, Вт	10		30
Максимальний комутований струм, А	0,5		2

Максимальна комутована напруга, В	180	230
Кількість спрацьовувань при нарузі комутації постійного струму 24 В і струмі 0,25 А	1x10 ⁶	
для ПДУ-Х. Х. К	Нормально-замкнутий	
Щільність вимірюваного середовища, г / см ³	0,8	0,65
Температура контрольованого середовища, °С	-40...+105	
Тиск контрольованого середовища, МПа	не більше 1 МПа (для виконань ПДУ-1.Х, ПДУ- 2.Х), не більше 2 МПа (для виконань ПДУ-3.Х)	

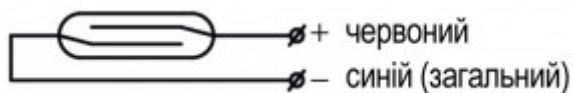


Рисунок 4.5 – Схема підключення ОВЕН ПДУ-1.1.L/1

4.4 Вибір датчиків температури

При виборі датчика температури для системи виготовлення тіста, слід враховувати кілька факторів. Визначити діапазон температур, в межах якого буде працювати датчик. Врахувати, які максимальні і мінімальні температури вимірюватимуться в процесі виготовлення тіста. Розглянути необхідну точність вимірювання температури для вашої системи. Вибирайте датчик з відповідною точністю, що відповідає вашим потребам. Існує кілька типів датчиків температури, таких як термопари, терморезистори (наприклад, РТ100), термістори та інфрачервоні датчики. Вибір залежить від вимог до точності, швидкості вимірювання та характеристик середовища. Розглянути спосіб монтажу датчика. Переконайтеся, що обраний датчик температури сумісний з вашою системою керування. Перевірити, чи підтримує система необхідні входні сигнали та інтерфейси, щоб зчитувати дані з датчика.

По параметрам підходить датчик – Овен ДТСХХ5



Рисунок 4.6 – Зовнішній вигляд ОВЕН ДТСХХ5

Таблиця 4.5 – Специфікація датчика ОВЕН ДТСХХ5

Характеристик и	ДТСХХ5
--------------------	--------

Номінальна статична характеристика (НСХ)	50М, 100М	50П, 100П	РТ100, РТ500, РТ1000
Діапазон температур, що вимірюються: <ul style="list-style-type: none"> • клас допуску А • клас допуску В та С 	– 50...+180°C	– 100...+450°C	–60...+300°C –60...+500°C
Умовний тиск	0,1...6,3 МПа (залежить від конструктивного виконання)		
Показник теплової інерції	не більше 10...30 с		
Опір ізоляції	Не менше 100 МОм		
Кількість чутливих елементів	1 або 2		
Схема внутрішніх з'єднувань провідників	2 – дводротова 3 – трьохдротова 4 – чотирьохдротова		
Виконання сенсора відносно корпусу	ізольований		

Виконання комутаційної головки		пластмасова, металева		
Тип нарізного штуцера		Метрична різь, трубна різь		
Матеріал захисної арматури		сталь 12Х18Н10Т		
Ступінь захисту		IP54 (IP65 - для датчиків з металевою комутаційною головкою)		
Тип за ДСТУ ГО СТ 665 1	Клас допуску	Діапазон вимірювань*, °С	Границі допустимих відхилень від НСХ, °С	
М	В	-50...+200	$\pm(0,30 + 0,005 \cdot t)$	
	С	-180...+200	$\pm(0,60 + 0,01 \cdot t)$	
Pt, П	А	-100 ... +450 (з дротяним ЧЕ); -60 ... +300 (з плівковим ЧЕ)	$\pm(0,15 + 0,002 \cdot t)$	
	В	-196 ... +660 (з дротяним ЧЕ); -60 ... +500 (з плівковим ЧЕ)	$\pm(0,30 + 0,005 \cdot t)$	

	С	-196 ... 660 (з дротяним ЧЕ); -60 ... +660 (з плівковим ЧЕ)	$\pm(0,60 + 0,01 \cdot t)$
--	---	--	------------------------------

4.5 Вибір електродвигунів для шнеку, вібросита та дробарки

Щоб вибрати електропривод для системи виготовлення тіста, вам потрібно враховувати кілька речей. Визначити потужність електропривода, необхідну для ефективної роботи системи виготовлення тіста. Ви повинні врахувати швидкість, обертовий момент і навантаження привода. Вибір залежить від того, що потрібно від системи щодо точності, швидкості реакції та функціональності.

АИР 100 S2 - це асинхронний електродвигун, який застосовується переважно на промислових і виробничих підприємствах, в якості приводів різного устаткування, що використовується у виробничих або будівельних цілях. Токарні, свердлильні, фрезерувальні верстати, насоси, компресори, крани, різні холодильні агрегати, підйомники, навантажувачі, ліфти і т.д. Єдине, що необхідно тут відзначити, це те, що дана модель електродвигуна застосовується в тих місцях, де потрібна середня потужність і велика частота обертання валу ротора.

Завдяки системі перемикачів схеми з'єднання обмоток статора електродвигуна дана модель може підключатися, як до трифазної напруги 220В, так і до 380В.

Дану модель трифазного асинхронного електродвигуна відрізняє універсальність, невисока ціна, надійність і простота конструкції.

Технічні характеристики електродвигуна АИР 100 S2

Напруга 380/220В, частота 50 Гц.

Висота вісі обертання - 100 мм.

Виконання станини чавунне

					<i>СУ-91.6.151.01.27.ПЗ</i>	Арк
						43
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема з'єднання обмоток «зірка-трикутник»

Маса електродвигуна, - 33 кг.

Потужність електродвигуна, - 4 кВт

Клас ізоляції - F.

Частота обертання електродвигуна - 3000 об./хв.

cos φ електродвигуна - 0,88

ККД електродвигуна - 83,7%

Граничні відхилення напруги живлення від -5 до + 10%, частоти струму ± 2,5% від номінальних значень.

Номінальний режим роботи - S1 по ГОСТ 183-74.



Рисунок 4.7 – Зовнішній вигляд АИР 100 S2

4.6 Вибір ТЕНів

Таблиця 4.6 – Специфікація давача ТЭНПРОМ ТЕН 5.0 кВт - 220/380 В

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
						44
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стан	Новий
Номинальна напруга	220/380 В
Потужність	5 кВт
Матеріал	Нержавіюча сталь
Країна виробник	Україна

Користувацькі характеристики

Діаметр Тена	6.8 мм, 7.4 мм, 8.0 мм, 10.0 мм, 13.0 мм
Нагрівається середа	Вода, слабкий розчин лугів і кислот (рН від 5 до 9), Вода, слабкий розчин кислот (рН від 5 до 7)
Форма	У-подібний
Виробник	ТЭНПРОМ
Гарантійний термін	12
Матеріал оболонки Тена	Нержавіюча сталь
Тип комплектуючого	ТЕН - трубчастий електричний нагрівач
Розгорнута довжина	1400 мм
Тип електронагрівача	ТЕН
Підключення	220/380 В

Щоб нагріти систему виготовлення тіста, слід взяти до уваги кілька факторів під час вибору електронних трубок, також відомих як ТЕНи. Визначити потужність

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

ТЕНів, яка необхідна для забезпечення достатнього нагрівання системи виготовлення тіста відповідно до вимог процесу. Обрати відповідний матеріал для ТЕНів, який сумісний з харчовими продуктами та стійкий до експлуатаційних умов. Нержавіюча сталь (наприклад, 304 або 316) є популярним вибором для ТЕНів, оскільки вона є стійкою до корозії та не впливає на якість виробу. Щоб ТЕНи вписувалися в систему виготовлення тіста, необхідно враховувати їх форму та розміри. Розміри ТЕНів повинні відповідати розмірам ємності, в якій відбувається процес нагрівання. Розгляньте можливості вбудованого управління та безпеки ТЕНів. наявність термопар або термостатів, які регулюють температуру та запобігають перегріванню системи

Для підігріву води підходить ТЭНПРОМ ТЕН 5.0 кВт - 220/380 В



Рисунок 4.8 – Зовнішній вигляд ТЭНПРОМ ТЕН 5.0 кВт - 220/380 В

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

4.7 Вибір частотного перетворювача

При виборі частотного перетворювача для системи виготовлення тіста, слід враховувати наступні фактори. Визначити необхідну потужність частотного перетворювача, яка забезпечить ефективну роботу системи. Врахуйте потужність моторів та інших електричних пристроїв, які будуть підключені до перетворювача. Розглянути можливості керування та програмування, які надає частотний перетворювач. Переконайтеся, що він підтримує необхідні функції та інтерфейси, які дозволять вам налаштувати та контролювати систему виготовлення тіста зручним способом. Врахувати сумісність частотного перетворювача з іншими пристроями в системі, такими як мотори, датчики, контролери тощо. Переконайтеся, що вони можуть співпрацювати без проблем та забезпечувати потрібний функціонал.

Частотний перетворювач знадобиться для того, щоб керувати швидкість тістомісильної машини для цього підходить Частотний перетворювач 2,2 кВт, 380В, 3ф.PI150 2R2G3Z Powtran

Векторний частотний перетворювач для керування електромоторами верстатів, сільгосп обладнання, воріт, стрічкових транспортерів, обертачів, міксерів, вентиляторів та насосів невеликої потужності(до 5,5кВт).

Компактний розмір, можливість монтажу на din-рейку та розташування стінка-в-стінку біляють його оптимальним вибором для OEM виробників.

Управління реалізовано на спеціалізованому DSP-процесорі Texas Instruments.

Режими роботи:

– векторний

Вихідна частота – 0-300 Гц у векторному режимі; 3200Гц в скалярному режимі.

Автоматичний режим компенсації ковзання;

Покращена ф-я підтримки підвищеного моменту на низьких оборотах:

– 0,5 Гц, 150% (векторний режим без зворотного зв'язку);

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
						47
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Предбачено захисту від:

- підвищеної та зниженої напруги;
- струмовий захист з перевантаження (150% – 1 хв, 180% – 3 сек);
- перегрів IGBT-транзисторів;
- перехід у режим зупинки при подачі зовнішнього логічного сигналу аварії;
- потенціометром на клавіатурі;
- зовнішніми дискретними сигналами на клемний блок приводу;
- зовнішніми аналоговими сигналами (0-10 В, 0-20 мА);
- по мережі MODBUS (RS-485);



Рисунок 4.9 – Зовнішній вигляд Частотний перетворювач 2,2 кВт, 380В, 3ф.PI150 2R2G3Z Powtran

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Таблиця 4.7 – Специфікація частотника 2R2G3Z Powtran

Бренд	Powtran
Країна	Китай
Короткий опис	Перетворювач частоти 2,2 кВт, 380В, 3ф.П1150 2R2G3Z
Потужність, кВт	2.2
Номінальний струм, А	5.1
Номінальна напруга живлення, В	380
Вихідна напруга	380 В
Перевантажувальна здатність	150%
Несуча частота	0-400 Гц
Робоча температура, ° С	-10 ... + 40 гр.цельсія
Ступінь IP	20
Розміри	163*72*134 мм
Маса	1,3 кг
Тип	векторный
Гарантійний термін, міс.	18

4.8 Вибір пневмоклапанів для бункерів

При виборі пневмоклапану для системи виготовлення тіста, враховуйте наступні фактори. Визначте необхідний робочий тиск для пневмоклапану, який буде відповідати потребам вашої системи. Переконайтеся, що пневмоклапан має достатній діапазон регулювання, щоб задовольнити вимоги процесу. Врахуйте розміри пневмоклапану та його пропускну здатність. Переконайтеся, що він здатний обробляти необхідний об'єм та кількість тіста без перевантаження.

Клапан Omal VIP — це правильний автоматичний клапан, що містить як перехоплюючий пристрій (між трубою CD), так і контрольний пристрій (AB). Працює завдяки внутрішньому руху поршня, що подається повітрям. У кінці свого ходу (клапан VIP є клапаном ON/OFF) поршень тисне на ущільнювач сідла або відсувається від нього, дозволяючи перехопленій рідині витікати або зупиняючи її потік. Оскільки сідло ідеально герметично, і тиск рідини, що перехоплюється, виходить на нього, тиск, необхідний для переміщення поршня, повністю не залежить від тиску рідини. У результаті OMAI вдалося сконструювати легкий і довговічний клапан, який заощаджує місце. Його повний отвір і покращена внутрішня динаміка також дозволяють мінімізувати втрати тиску.

Подаючи повітря в отвір «А» (отвір «В» має бути вихідним), в кінці свого ходу поршень тисне на ущільнення сідла: клапан закритий. Оскільки у версіях з пружинним поверненням NC пружина знаходиться в «А», якщо немає контролю, поршень торкнеться ущільнення сідла: тому бажане положення – закриті.

Під час перехідної фази (на малюнку показано початковий перехід у виконанні подвійної дії) подається один із двох отворів. Поршень рухається аксіально, змінюючи попередній закритий або відкритий стан. У виконанні Spring Return NC закриття спричинено пружиною (якщо немає керування). У виконанні Spring Return NO відкриття відбувається за допомогою пружини (якщо немає контролю).

Подача повітря в отвір «В» (отвір «А» має випускатися) в кінці свого ходу поршень знаходиться на максимальній відстані від ущільнення сідла: клапан відкритий. Оскільки у версіях з пружинним поверненням NO пружина знаходиться в положенні «В», якщо немає контролю, поршень буде віддалений від ущільнення сідла: тому бажане положення – відкриті.

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
						50
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 4.9 – Зовнішній вигляд Клапан Omal VIP

4.9 Вибір ПЛК контролера

При виборі ПЛК (програмованого логічного контролера) для системи виготовлення тіста, варто враховувати кілька факторів. Визначити необхідну продуктивність контролера, тобто його здатність обробляти вхідні сигнали та виконувати завдання в реальному часі. Розгляньте кількість вхідних/вихідних точок, швидкість опрацювання та максимальну кількість одночасно виконуваних операцій. Переконайтеся, що контролер має достатньо вхідних/вихідних слотів для підключення потрібних модулів розширення. Також зверніть увагу на сумісність контролера з іншими промисловими компонентами, які ви плануєте використовувати в системі виготовлення тіста. Врахувати репутацію виробника контролера щодо якості, надійності та підтримки. Переконайтеся, що виробник має достатню технічну підтримку, доступ до оновлень програмного забезпечення та сервісних послуг. Розглянути вартість контролера, включаючи не лише його придбання, але й затрати на програмування, налаштування та підтримку. Оберати контролер, який відповідає бюджету, але забезпечує необхідну функціональність.

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

На основі цих факторів Siemens S7-300 може бути вибраний як контролер для системи виготовлення тіста, оскільки він є популярним, надійним та гнучким рішенням.



Рисунок 4.10 – Зовнішній вигляд Siemens S7-300

Таблиця 4.6 – Специфікація контролера

	6ES7 317-2EK14-0AB0
Версія продукту:	CPU 317-2 PN/DP
Сумісність з програмним забезпеченням	STEP 7 > V 5.4 + SP5 or STEP 7 as of V5.4 + SP4 with HSP 189

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6ES7 317-2EK14-0AB0

Напруга живлення:	
Оцінена значення: 24 В постійного струму	Yes
Допустимий діапазон, нижня межа (постійний струм): 20.4 В	20.4 V 28.8 V
Допустимий діапазон, верхня межа (постійний струм): 28.8 В	
Рекомендований зовнішній захист для кабелів живлення	Min. 2 A
Споживана потужність:	750 mA
• Споживана потужність (у безнавантаженому режимі)	150 mA
• Пусковий струм	4 A
•	1 A ² ·s
Пам'ять	1 Mbyte
Розширювана	No

ВИСНОВОК

В проєкті розроблена система виготовлення тіста для приготування хліба. Особливістю даної системи є те, що вона без перенесення тари з тістом оператором, що дозволяє не зупиняти виробництво та уникнути затримок на виробництві, порушення логістичного процесу та економічних втрат.

Аналізуючи загальні принципи побудови систем дозаторів включаючи дозуючі систем на базі бункерних дозаторів , обрано ключові контури регулювання. Розроблено структурну, функціональну та принципову схеми автоматизації. Обрано засоби автоматизації, такі як давачі, електропривод, мікроконтролери, узгоджуючи пристрої та обґрунтовано їх вибір .

Система була реалізована на базі мікроконтролерів Siemens S7-300.

					<i>СУ-91.6.151.01.27.ПЗ</i>	Арк
						54
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Толбатов, А.В. Методологія створення автоматизованих систем керування / А.В. Толбатов, В.Д. Черв`яков, Т.Л. Щербак // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. — 2005. — №9(81). — С. 124-130.
2. Корчемний М. О. Теоретичні основи автоматики : Навч. посібн. / М. О. Корчемний, П. Б. Клендій, М. В. Потапенко – Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2011. – 304 с.
3. Мартиненко І. І. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК: Підручник / І. І. Мартиненко, В. П. Лисенко, Л. П. Тищенко, І. М. Болбот, П. В. Олійник. – К.: НМЦ Мінагропрому України, 2008 – 330 с.
4. Шуляк В. М. Автоматизація виробничих систем: підручник. Київ : Вид-во НТУ "ХП", 2015.
5. Глобин А.Н., Краснов И.Н. Г54 Дозаторы: монография / А.Н. Глобин, И.Н. Краснов. – зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2012. – 348 с.
6. Голінко І., Кубрак А. Моделювання та оптимізація систем керування. Кам'янець-Подільський, 2012. 264 с.
7. Cappelli A., Bettaccini L., Cini E. The kneading process: A systematic review of the effects on dough rheology and resulting bread characteristics, including improvement strategies. Trends in Food Science & Technology. 2020. Vol. 104. P. 91–101. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.08.008> (date of access: 08.06.2023).
8. Білик Т. ОСОБЛИВОСТІ ЗАМІШУВАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ТІСТА. АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ. Т. 3, № 2019. С. 94.
9. Сухненко Ю., Паламарчук І. Надійність обладнання харчової галузі: навчальний посібник. Київ : КОМПРИНТ, 2019. 367 с.

					СУ-91.6.151.01.27.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

10. Банга В.І., к.т.н., Крупич О.М., к.т.н. 10.36.910. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВИМІРЮВАЧА МАСИ КОМБІКОРМУ В БУНКЕРІ ДОЗАТОРА. Перспективні технології та прилади. 2019. № 14. С.
11. Datasheet AIP 100 S2 https://systemax.ua/ua/file_162-passport-air100s2.pdf
12. Datasheet Powtran PI150 2R2G3Z
<https://www.powtran.com/upload/202111/29/202111290927070371.pdf>
13. Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні / П.І. Черненко, М.В. Страшко, Л.В. Ткачук. – Київ: Наукова думка, 2015.
14. Berk Z. Food Process Engineering and Technology. Elsevier Science & Technology Books, 2018. 742 p.
15. Datasheet KELI SQB-A SS-2 https://keli-cee.pl/dokumenty/2_SQB%20SQB-A-SS-ASS%20Datasheet.pdf
16. Datasheet ОВЕН ПДУ-1.1.L/1 https://owen.ua/uploads/144/re_pdu_2-uk-108878-1.3.pdf
17. Datasheet ОВЕН ДТСХХ5
https://owen.ua/uploads/122/re_oven_dts_ukr_761.pdf
18. Datasheet Siemens S7-300 <https://www.paratrasnet.ro/pdf/automatizari-industriale/S7-300.pdf>
19. Datasheet LJ12A3-4-Z/BX <https://datasheetspdf.com/pdf-file/1096182/ETT/LJ12A3-4-Z/1>
20. Datasheet Omal VIP <https://www.airportcomponents.com/wp-content/uploads/2012/05/omal-pneumatic-axial-valves.pdf>

					<i>СУ-91.6.151.01.27.ПЗ</i>	Арк
<i>Зм..</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		57

