

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий
інститут електроенергетики
(інститут)
Факультет інформаційних технологій
(факультет)
Кафедра інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня магістра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студента Шеки Тетяни Михайлівни
(ПІБ)

академічної групи 123М-21-1
(шифр)

Спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерна інженерія»
(офіційна назва)

на тему «Обґрунтування структури та параметрів кіберфізичної системи виробничої ділянки «Клуб Чіпсів» компанії Snack Production»
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
Кваліфікаційної роботи	доц. Ткаченко С.М.			
розділів:				
теоретичний розділ	проф. Ткаченко С.М.			
синтез системи	доц. Бешта Д.О.			
Розроблення програмного забезпечення	Ас. Панферова Я.В.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Номроконтролер	проф. Цвіркун Л.І.			
----------------	--------------------	--	--	--

Дніпро
2022

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
інформаційних технологій
та комп'ютерної інженерії
(повна назва)

_____ Гнатушенко В.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)
« ___ » _____ 202__ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня магістр
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Шеці Т.М. академічної групи 123М-21-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

за освітньою-професійною програмою 123 «Комп'ютерна інженерія»
(офіційна назва)

на тему «Обґрунтування структури та параметрів кіберфізичної системи виробничої дільниці «Клуб Чіпсів» компанії Snack Production»,

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 31 жовтня 2022 р.
№1200

Розділ	Зміст	Термін виконання
Стан питання та постановка завдання	На основі матеріалів виробничих практик, інших науково-технічних джерел сформулювати наукове завдання, конкретизувати предмет та мету досліджень	10.10.2022
Теоретичний	Обґрунтувати теоретичну базу розв'язання наукового завдання, якому присвячено роботу	24.10.2022
Синтез системи	Розробка комп'ютерної системи	14.11.2022
Розроблення програмного забезпечення	Розробка програмного забезпечення	28.11.2022
Експериментальний розділ	Проведення і обробка результатів експериментів	05.12.2022
Графічна частина	Графічні результати роботи подати у вигляді рисунків схем таблиць на 10 арк. формату А4.	10.12.2022

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

доц. Ткаченко С.М.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі

10 жовтня 2022 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії

15.12.2022 р.

Прийнято до виконання

_____ (підпис студента)

Шека Т.М.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 69 с., 20 рис., 8 табл., 1 додаток, 16 джерел

Об'єкт дослідження – автоматизована система керування параметрами налаштування контурів управління розстійно-пічного агрегату виробничої ділянки «Клуб Чіпсів» компанії Snack Production.

Мета: обґрунтувати параметри підсистеми керування даними налаштування контурів управління обладнанням розстійно-пічного агрегату.

Дослідження та розробка програмного забезпечення виконано у відповідності до завдання на дипломну роботу магістра.

Розроблена функціональна структура та програмне забезпечення для управління базою рецептів налаштувань регуляторів.

В експериментальному розділі у вигляді знімків екрану досліджена адекватність моделі управління даними агрегату.

ПЕКАРНА КАМЕРА, РОЗСТІЙНА ШАФА, АГРЕГАТ, ВИПІЧКА

ЗМІСТ

1	СТАН ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ	11
1.1	Огляд сфери та умов використання системи	11
1.2	Огляд технології випікання хліба	13
1.3	Огляд та характеристика об'єкту	15
1.4	Аналіз призначення і методів управління системою розстійно-пічного агрегату	20
1.5	Обґрунтування напряму наукових досліджень	22
1.6	Постановка задачі	22
2	ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	24
2.1	Аналіз роботи агрегату	24
2.2	Аналіз роботи розстійно-пічного агрегату	27
2.3	Аналіз вимог до випічки хлібу	28
2.4	Аналіз процесу вибору температури та рівня вологості в агрегаті під час випікання	29
2.5	Аналіз процесу вибору тривалості циклу випікання	31
2.6	Синтез моделі управління даними	32
2.6.1	Обґрунтування методу моделювання	32
2.6.2	Вимоги методу до вирішення задачі	32
2.6.3	Розробка мови ситуаційного управління агрегатом	33
2.7	Розробка мови ситуаційного управління агрегатом	34
3	СИНТЕЗ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ	35
3.1	Розробка схеми функціональної структури	35
3.2	Розробка принципальної схеми системи	36
3.2.1	Вимоги до АС ППР ТА	36

	6
3.2.2 Аналіз входів та виходів кіберфізичної системи	37
3.2.3 Вибір елементної бази системи	41
3.2.4 Реалізація принципальної схеми	43
3.3 Висновок до розділу	44
4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	45
4.1 Призначення та область застосування програмного забезпечення	45
4.2 Граф керування РПА	45
4.3 Обґрунтування технічних характеристик програми	48
4.4 Опис розробленої програми	50
4.4.1 Загальні відомості	50
4.4.2 Функціональне призначення	50
4.4.3 Опис логічної структури програми	50
4.4.4 Використані технічні засоби	51
4.4.5 Виклик та завантаження	51
4.4.6 Вхідні та вихідні дані	51
4.4.7 Очікувані техніко-економічні показники	51
4.5 Висновки до розділу	52
5 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	53
5.1 Формування вимог до експерименту	53
5.2 Опис експерименту	53
5.3 Контрольний приклад для проведення	56
5.3.1 Підготовка до роботи та запуск випробовуваного стенду	56
5.3.2 Випробовування достатності опису	61
5.4 Аналіз результатів експерименту	64
ВИСНОВОК	65

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

7

66

Додаток А

68

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

CPU (central processing unit) – центральний процесор

LAD (ladder diagram) – мова релейно-контактної логіки

HMI (human-machine interface) – людино-машинний інтерфейс

АРМ – автоматизоване робоче місце;

АС – автоматизована система;

АСУ – автоматизована система управління;

АС ППР – автоматизована система управління підтримки прийняття рішень;

МСК – мова ситуаційного управління;

ПЗ – програмне забезпечення;

РПА – розстійно-пічний агрегат;

ТА – технолог агрегату;

ПЧ – перетворювач частотний

ВСТУП

Дослідження кіберфізичної системи проходить на виробничій дільниці «Клуб Чіпсів», яка є однією складовою з багатьох, компанії Snack Production. Найбільш популярна продукція, яка випускається, це – насіння «СанСанич», сухарики «Flint», фасовані горішки «Big Bob», чіпси «Chipster`s» і тд.

Виробнича дільниця «Клуб Чіпсів» складає чотири дільниці, дві з яких займаються виключно випічкою хлібу, яка в свою чергу є напівфабрикатом для двох інших, що займається саме виготовлення сухариків.

Впровадження нових машин, апаратів і механізмів дозволяє автоматизувати виробничі процеси, сприяє поліпшенню якості виробленої продукції, полегшує умови праці та підвищує культуру виробництва.

В якості кіберфізичної системи використовуємо електрообладнання для розстійки та випічки хлібу Г4-РПА-30М.

До складу розстійно-пічних агрегатів входять розстійні шафи та тупикові люлечні печі. Конструктивно вони представляють собою паливні металеві печі з циліндричними теплообмінниками у вигляді трубчастих каналів. Для управління розстійною шафою та пічною камерою потрібно враховувати параметри, що впливають на заготівлю під час цих процесів – температура, швидкість конвеєру, вологість і як сировина - борошно. Вони є основними показниками для контролю виходу готового хліба.

Тому виникає задача управління параметрами налаштувань контурів управління обладнанням розстійно-пічного агрегату для отримання високої якості випічки.

Обґрунтування параметрів системи керування даними налаштування контурів управління обладнанням агрегату направлено на скорочення збитків виробничої дільниці, пов'язаних з псуванням м'якушу хліба на етапі розстійки заготівлі або ж випічки.

Таким чином, мета даної кваліфікаційної роботи обґрунтувати параметри підсистеми керування даними налаштування контурів управління обладнанням розстійно-пічного агрегату.

Об'єкт дослідження – автоматизована система управління параметрами налаштування контурів керування розстійно-пічного агрегату.[1]

Предмет дослідження – процес вибору параметрів контурів управління обладнанням розстійно-пічного агрегату по типу і сорту борошна.

Основна задача роботи – розробка методів прийняття рішень для автоматизованої системи управління параметрами налаштування контурів управління обладнання розстійно-пічного агрегату.

Ідея роботи – налаштування контурів керування розстійно-пічним агрегатом можливе за умови використання мови ситуаційного керування

Методи дослідження: для досягнення поставленої мети використовувались методи аналізу нечітких ситуацій, методи теорії розстійки та випічки заготівок, експериментальні дослідження програмно-технічного рішення із застосуванням контролера CPU 1214C.

1 СТАН ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Огляд сфери та умов використання системи

Будь-який хлібозавод, представляє складний комплекс обладнання, що виконує різні технологічні операції. Кожен вид обладнання виконує власні спеціалізовані завдання, а всі разом складають комплекс, від прийому сировини до випічки готової продукції. Виробничі процеси починаються з прийому сировини та її обробки, і закінчуються отриманням готової продукції.

Перелік і пропорції різної сировини (борошно, вода, сіль, дріжджі, цукор, жир тощо), яка використовується для виробництва хліба, називають рецептурою. У рецептурах хліба і хлібобулочних виробів кількість різних видів інгредієнтів вказують у кілограмах на 100 кілограмів борошна.

Більш детально галузь дослідження буде розглянуто на одній з філій групи компаній Snack Production на виробничій дільниці «Клуб Чіпсів».[2]

Snack Production – лідер ринку України з виробництва снеків, який уже вийшов на міжнародний рівень, закріпивши свої позиції у країнах Східної Європи. На сьогоднішній день – це потужна, злагоджена структура, яка має довгострокові цілі, чіткі задачі та стратегію розвитку. Для виробництва снеків використовуються тільки відбірні сировина від кращих постачальників, натуральні спеції та смакові добавки від провідних світових виробників. Служба управління якістю постійно здійснює жорсткий контроль якості та дотримання відповідних норм і стандартів зберігання продукції.[4]

Компанія Snack Production – це харчове підприємство, що займається виготовленням снекової продукції з борошна, картоплі, соняшникового насіння, кукурудзи і тд. В даному випадку розглядаємо виробничу дільницю «Клуб Чіпсів», де налагоджено виробництво з виготовлення сухариків. Виробнича дільниця поділена на 4 піддільниці. Дві з яких займається виготовленням сухариків та дві інші - випічкою хліба, тобто підготовка напівфабрикатів, які в свою чергу є сировиною для подальшого приготування

сухариків.

В магістерській роботі досліджуємо електрообладнання для виготовлення хліба однієї з діляниць(на обох однакові системи), а саме розстійно-пічний агрегат Г4-РПА-30М.

Впровадження нових машин, апаратів і механізмів дозволяє механізувати виробничі процеси, сприяє поліпшенню якості виробленої продукції, полегшує умови праці та підвищує культуру виробництва.

Випічка - це процес прогріву тістових заготовок, при яких відбувається перехід їх зі стану тіста в стан хліба. Для випікання хліба і хлібних виробів зазвичай застосовуються печі, в яких теплота тестової заготовки, що випікається, передається термовипромінюванням і конвекцією при температурі тепловіддаючих поверхонь 300-400°C і пароповітряного середовища пекарної камери 200-250°C.[3]

До складу розстійно-пічних агрегатів входять розстійні шафи та тупикові люлечні печі. Конструктивно вони представляють собою паливні металеві печі з циліндричними теплообмінниками у вигляді трубчастих каналів. У порівнянні з найбільш поширеними на підприємствах печами, у яких обігрів пекарної камери забезпечується коробчатими каналами, тупикові печі з їх трубчастою системою обігріву мають суттєві переваги:

- зниження витрати палива на 20...25% за рахунок більш повного використання енергії продуктів згоряння та зменшення теплових втрат, як з теплоносієм, що відпрацював, так і через огороження системи обігріву;
- підвищення терміну служби системи обігріву внаслідок теплопередачі за нижчої температури каналів - на 80... 100°C;
- наявність ефекту мимовільної турбулізації середовища пекарної камери, який покращує рівень випічки та окрас формового хліба, включаючи його формоутримуючу здатність.

Весь технологічний процес виготовлення хлібу можна розділити на кілька етапів: заміс тіста, передача тіста на наступну обробку, оброблення, розподіл тіста на шматки, округлення, попередня розстійка, формування

виробів, остаточна розстійка, випічка. Але різноманітність хлібобулочних виробів настільки велика, що спостерігається попит на розширення асортименту орієнтуючись на вид борошна. Спираючись на цей факт виникла ідея автоматизації електрообладнання виробничої більниці

Мета магістерської роботи – дослідження автоматизованої кіберфізичної системи лінії випікання хлібу виробничої дільниці «Клуб чіпсів» та методів прийняття рішень її обслуговуванні.

Для розробки автоматизованої системи управління параметрами випічки за рецептурами відповідно до технологічного плану як об'єкт дослідження обрано кіберфізичну лінію випікання хлібу виробничої дільниці «Клуб Чіпсів» компанії Snack Production.

1.2 Огляд технології випікання хліба

Технологічний процес приготування хліба складається з наступних стадій: заміс тіста, бродіння, поділ тіста на шматки певної маси, формування та вистоювання тестових заготовок, випікання, охолодження та зберігання хлібних виробів. Процес приготування тіста становить близько 70% усієї технології виробництва хліба і від нього залежить подальший смак та якість випічки.

Якщо оцінювати процес випічки за зовнішніми змінами, які зазнають тістові заготовки у пекарній камері, то можна визначитись, що відразу після переміщення в пекарню камеру вона починає пришвидшено зростати в розмірі. Через де який час процес збільшення різко сповільнюється, а потім припиняється. При цьому об'єм і форма ТЗ залишаються незмінними до кінця випічки.[5]

Поверхня тестових заготовок після переміщення її в пекарню камеру покривається тонкою плівкою, що поступово переходить в кірку, що потовщується. Фарба кірки тестової заготовки у процесі випікання безперервно змінюється, стаючи темнішою.

Під скоринкою в міру протікання процесу випічки спостерігатиметься

утворення з тіста більш потовщує шару порівняно пружного, здатного зберігати структуру і порівняно сухого на дотик м'якішу.

У процесі випікання хліба еластичність, міцність структури та сухість його м'якуша на дотик підвищується спочатку в шарах, прилеглих до кірки, а потім поступово і в центрі хліба.

Технологія випікання хлібу заснована на ланцюжку з декількох взаємопов'язаних теплофізичних операцій, які виконуються в певному порядку.

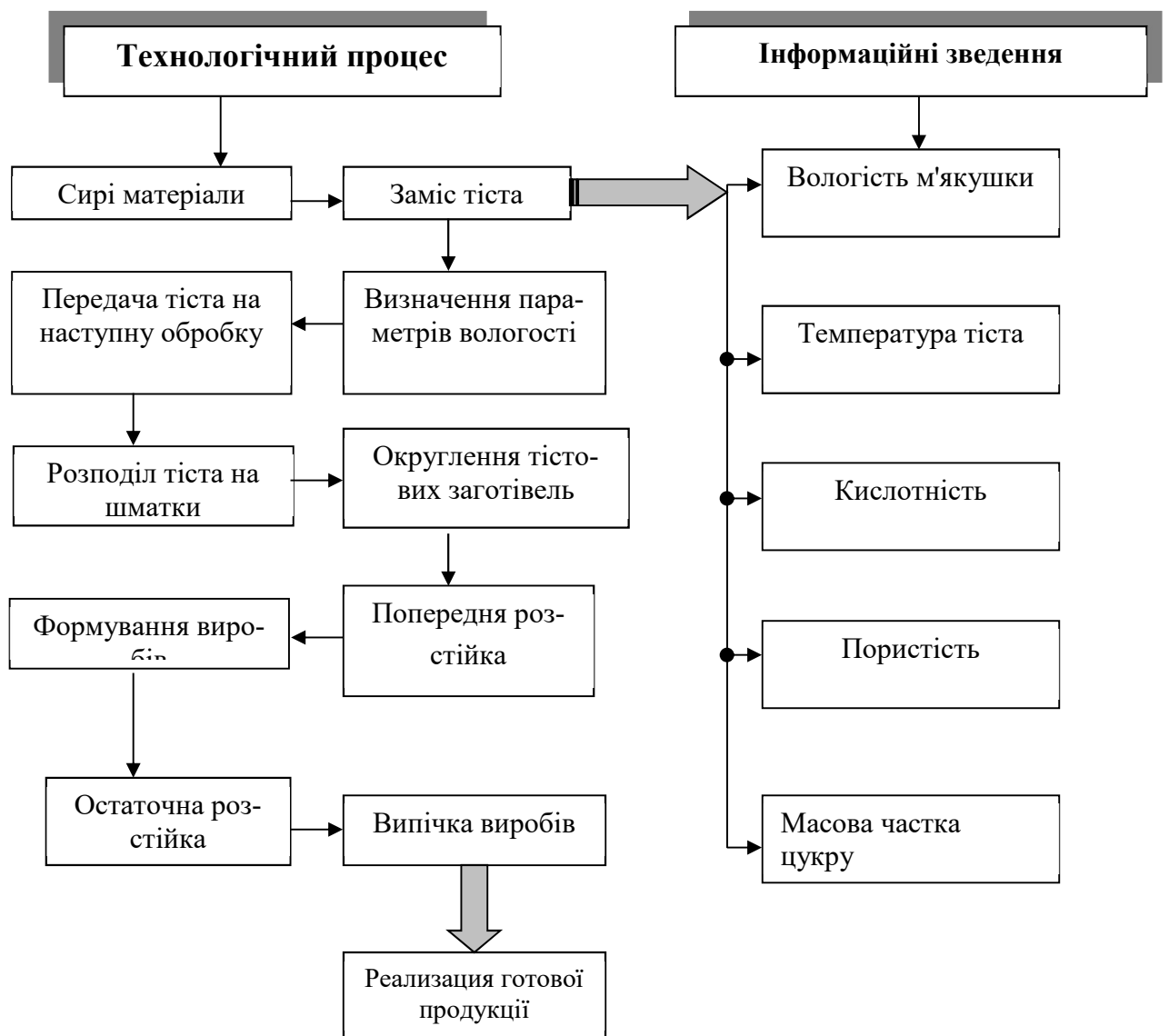


Рисунок 1.1 - Інформаційна схема якості хліба.

Для випікання хліба та хлібобулочних виробів використовуються пекарні камери, в яких теплота тістової заготовки передається термовипромінюванням та конвекцією при температурі тепловіддаючих поверхонь та пароповітряного середовища пекарної камери.

Під час запуску агрегату вирішується основна задача – правильно визначати рівень вологості, температуру та час випічки. Враховуючи, що до агрегату може надходити різний за рецептурою формовий хліб, який в подальшому реалізується як сухарики.

Розглянемо як кіберфізичний об'єкт розстійно-пічний агрегат Г4-РПА-30М.

1.3 Огляд та характеристика об'єкту

Розстійно-пічний агрегат Г4-РПА-30М призначений для остаточної розстойки тістових заготовок та випічки формових сортів хліба у складі потоково-механізованої лінії. РПА працює с роздільником-вкладальником тістових заготовок, змазувальником форм та збрискувачем готової продукції, які надходять за особливим замовленням.

Технічні дані:

- маса, кг – 35800;
- продуктивність по хлібу вагою 0,8 кг, т/доба – 27-30;
- споживання палива: природний газ, кг/год – 38-50;
- встановлена потужність, кВт – 16;
- всього люльок в агрегаті – 223;
- час випічки плавно-регульоване – 40-60 хв;
- час виходу на робочий режим – 2 год

Розстійно-пічний агрегат Г4-РПА-30М складається з:

- піч хлібопекарна Г4-ХПФ-36М, виготовлена з окремих пекарних камер повної заводської готовності, блоків, топкових секцій, деталей обшивки.

Для ізоляції використовуються теплоізоляційні мати;

- розвантажувальна секція з витяжкою парів упіка та розвантажувальним копіром;

- вставка у зборі зі стабілізаційними зірочками;
- шафа розстійки Г4-ХРВ-80М, що складається з окремих секцій в складі з проміжними валами. В шафі встановлені зволожувачі, підігрівачі. Також є вузол автоматичного натягування ланцюга. Приводна секція з двома електродвигунами(один резервний);
- драбина для обслуговування дільника-укладача;
- ланцюговий конвеєр з кроком 140мм;
- люльки з формами;
- електрообладнання

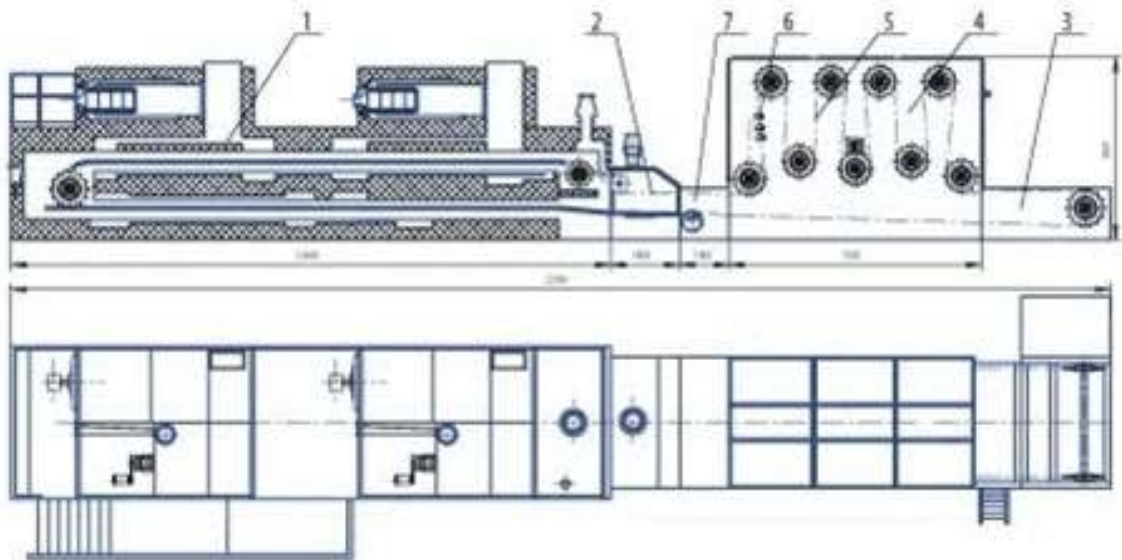


Рисунок 1.2 – Кіберфізичний об'єкт Г4-РПА-30М

Пристрій та принцип роботи

1. РПА представляє собою замкнуту конструкцію, яка включає в себе піч, секцію для розгрукки, вставку, розстійну шафу з єдиним ланцюговим конвеєром, який рухається приводом розстійної шафи

Кожна складова лінії забезпечує заданий технологічний режим, який необхідний для виробництва хлібобулочних виробів.

2. Піч призначена для випікання формового хлібу та забезпечує підтримку необхідної температури в зонах випікання в автоматичному режимі.

Являє собою тупу люлькову піч, виготовлену з цільнометалевих

конструкцій, блоків та вузлів.

Склад печі(передній блок):

- Дві пічні камери, які з'єднані між собою гвинтовими з'єднаннями;
- Дві секції топки з вентиляторними рециркуляціями;

(блок задній):

- майданчик для обслуговування пальникових пристроїв;
- обшивка.

Передній блок складається з каркасу, до якого в свою чергу встановлений проміжний вал з зіркою Z-8, теплоізоляційні панелі, зовні монтується система парозволоження тістових заготівок.

Система парозволоження складається з водороздільників, трубопроводів, вентелів, манометра парової гребінки. Є можливість рівномірної подачі пари по ширині пічної камери.

Пічні камери складаються з верхніх та нижніх камер, з'єднаних між собою перехідними газоходами та представляють єдиний корпус. Верхні камери мають вхідні коробки з шиберами для регулювання подачі нагрівальних газів в нижній та верхній газоходи, крім цього є шибер для подачі тепла на початок пекарної камери. Всі газоходи обладнані шиберами для регулювання тепла по ширині печі.

На кожній пекарній камері встановлюються датчики показань температури. На бокових стінках камер встановлюються направляючі для конвеєрного ланцюга.

Топочні секції складаються з каркасу, в якому встановлені топка та вентилятор рециркуляції. Між собою вони з'єднані патрубком, в якому є два шибери. Один з яких – шибер рециркуляції, слугує лише для продувки газовідходів топки та пічних камер. Другий встановлюється в витяжній трубці, яка виводить продукти згоряння та регулює розрідження в топці, в яку в свою чергу вставлені топічний камінь та футерувальні кільця.

На топочній секції встановлюється пальник з автоматизованою системою безпеки та блоком управління.

На витяжному патрубці є трубка для встановлення датчика температури вихідних газів.

Задній блок має направляючі тягових цепок конвеєру, натяжний вал. В задній стіні блоку встановлені два оглядових вікна з підсвіткою для проміжного визначення якості виготовлення виробів.

Обшивка складається з панелей та листів, облицювальних полос та кутів, та кріпиться на каркаси переднього та заднього блоків топочних секцій пічних камер.

Весь внутрішній простір між пічними камерами, переднім та заднім блоками, топкою та обшивкою заповнюється теплоізоляцією, яка спонукає до низького тепловиділення в навколишнє середовище.

3. Секція розгрузки призначена для перекидання люльок та витряхування хліба з форм.

На каркасі секції встановлені направляючі, обхідні зірки та копір. Передбачена витяжка пару під час пропікання.

Конструкцією секції передбачені місця для встановлення збризкувача хлібу та поперечного вигрузного конвеєру.

4. Вставка призначена для візуального контролю якості тістових заготівок, перед випіканням. На каркасі вставки встановлені зірочки, які запобігають сходу ланцюга з направляючих.

5. Розстійна шафа призначена для кінцевої розстійки тістових заготівок.

Складається з окремих секцій повної заводської готовності. До її складу входять блоки з проміжними валами, блок натяжний, вставка з площадкою обслуговування тістороздільника, секція посадки та привід, який приводить в рух конвеєр РПА.

З внутрішньої сторони шафи встановлені два зволожувача та радіатор опалення, також встановлюється датчик температури та вологості.

Обшивка шафи із теплоізоляційних панелей та дверей.

Привід плавного регулювання в своєму складі має два електродвигуна та

два циліндричних редуктора. Один електродвигун є резервним.

Обертання на приводний вал передається за допомогою кулачкової плаваючої муфти. Для запобігання аварії руху конвеєру є запобіжний зрізний палець.

6. Електрообладнання пічі забезпечує електропостачання до всіх агрегатів РПА та підтримує його роботу в автоматичному та ручному режимах. Шафи управління піччю та конвеєром встановлюються в зручному для споживача місці.

7. На приводну секцію розстійної шафи встановлюється розкладач-дільник.

Люльковий конвеєр з формами рухається безперервно. Тісто, яке надходить в роздільник розділяється в форми необхідної ваги, та відходить в шафу для його розстійки.

Вологість та температура повітряного внутрішнього простору шафи забезпечується шляхом подачі пари через зволожувач та радіатор. Конструкцією електрообладнання лінії передбачена автоматичне регулювання параметрів тепла та вологості. (Виконавчі механізми та обв'язування трубопроводів для цього виготовлюється та поставляється за окремим замовленням)

По мірі руху конвеєру тістові заготовки надходять в піч в зону парозволоження. Регулювання кількості пару при цьому проводиться вручну.

Принцип роботи пічі заснований на подачі тепла палива, що спалюється в топках печі в газоходи, через які подається тепло в пекарну камеру, де на конвеєрі підвішені люльки з тістовими заготовками.

Викид відпрацьованих газів проводиться в кількості рівній паливо, що подається на спалювання та необхідній кількості повітря. Інші гази йдуть на рециркуляцію, що сприяє раціонально використати тепло.

Гострі гази, які отримали від згорання паливо, з топки попадають в жарову трубу, де змішуються з відпрацьованими газами, що прийшли від вентилятора рециркуляції та через повітряний хід попадають в розподільчий

короб. Далі, за допомогою шибера газу, що гріють, розподіляються між верхніми та нижніми газоходами печі. В верхньому газоході першої пекарної камери за допомогою шибера газу можна направити в передню частину печі. В кінці газоходів кожної пекарної камери є короби через які газу подаються по вертикальних патрубках в газоходи нижнього ярусу.

В газоходах пекарних камер знаходяться шибери з обох сторін печі для регулювання рівномірності випікання хлібу по ширині.

Необхідна постійність температури випікання тістових заготовок підтримується в пекарній камері за рахунок переходу роботи пального пристрою з режиму «велике горіння» на режим «мале горіння» та назад.

8. В розгрузочній секції встановлюється обприскувач хлібу перед перекиданням та встряхуванням люльок.

Після обприскування хліб розвантажується на поперечний транспортер.

1.4 Аналіз призначення і методів управління системою розстійно-пічного агрегату

Агрегат призначений для вироблення формового хліба з житнього та пшеничного борошна. Перелік та співвідношення окремих видів сировини, споживаного в процесі виготовлення певного сорту хліба називають рецептурою. Рецептуру, в якій вказують сорт борошна та кількість додаткової сировини, затверджують вищими організаціями підприємства(виробничої дільниці). В рецептурах прийнято висловлювати в кілограмах на 100 кг борошна.

Разом з рецептурою затверджується технологічна інструкція, в якій вказується спосіб приготування тіста та технологічний режим(тривалість бродіння, кислотність напівфабрикатів, умови випічки виробів та ін).

З урахуванням цих та інших виробничих умов лабораторія виробничої дільниці складає конкретні виробничі рецептури.

Як вище було вказано, для забезпечення безперервної випічки незалежно

від типу борошна потребує постійний нагляд та корегування блоку управління, який збирає конкретну інформацію з датчиків, що зосереджені та розміщені в самому агрегаті. Інформація з отриманих даних зберігається в електронних журналах комп'ютерної системи.

Всі зміни і процеси, які перетворюють тісто в готовий хліб, відбуваються в результаті його прогрівання. РПА поєднує в собі 2 процеси, де заготівки проходять 3 стадії розстійки та заключний етап – випічка. Ціль розстійки - відновити порушену при формуванні структуру тіста за забезпечити розпушування тістової заготівки. Оптимальна температура розстійки - 35-55°C, відносна вологість повітря – 40-85%, час розстійки 55±хв.

Остаточна розстійка тіста проводиться в розстійній шафі Г4-ХРВ-80МЗ. Для створення оптимальних умов розстійки, конструкція шафи обладнана двома зволожувачами та радіатором. Конструкцією електрообладнання лінії передбачено автоматичне регулювання температурних параметрів та вологості повітря. Для контролю параметрів шафи встановлені датчики температури та відносної вологості повітря. Необхідні параметри для розстійки задає технолог.

Випічка хлібу проводиться в печі Г4-ХПФ-36М. В таблиці 1.1 наведені режими випікання в залежності від рецептури, яка використовується.

Налаштування системи управління електрообладнанням розстійно-пічного агрегату з створення рецептур незалежно від типу борошна, яке може бути використане на лінії випічки хліба – достатньо складна задача, яка потребує володіння не тільки питанням випічки та рекомендованими інструкціями, але й питаннями налаштування всієї лінії виробництва хлібу. Від технолога вимагається вирішення задач, відповідно високої кваліфікації. Знизити вимоги до кваліфікації технолога можливо шляхом налагодження комп'ютерної системи відслідковування роботи датчиків та збирання даних з блоку управління агрегатом незалежно від рецептури виготовлення хлібу та яка б працювала в режимі монітору – візуальних підказок оператору.

Визначимо напрямок в якому необхідно провести дослідження –

розробити АСУ, яка б на основі початкових даних сировини корегувала налаштування агрегату і зосереджувала дані на одному щиті управління кіберфізичної системи на виробничій ділянці «Клуб Чіпсів», в якості модернізації є можливість використати частотні перетворювачі та електронні датчики.

1.5 Обґрунтування напряму наукових досліджень

Прийняття рішень по параметрам випічки хліба може здійснюватися на основі правил, описаних в паспорті по експлуатації розстійно-пічного агрегату Г4-РПА- 30М. Це дійсний нормативний документ і на даний момент немає причин чи передумов шукати інші правила. Таким чином, потрібно провести аналіз та описати критерії прийняття рішень по налаштуванню розстійно-пічного агрегату відповідно до зміни рецептури, пояснити структуру та склад бази знань, яка включає налаштування терморегуляторів та прийняття рішень після отримання даних з датчиків парозволоження.

Розроблена система передбачається до експлуатації під час роботи агрегату та по оперативним даним зміни ключових показників, які мають найбільший вплив на процес розстійки та випічки.

1.6 Постановка задачі

Задача виробництв з випікання хліба – забезпечення якісної випічки хлібобулочних виробів, яке пов'язане з контролем стану, так і з своєчасним виконанням плану виготовлення. На виріб першочергово впливає його вологість та тип і сорт борошна, що при цьому використовується, тому виробничі ділянки обладнуються розстійно-пічними агрегатами.

Для випічки відповідно до рецептур необхідно дотримуватись часу розстійки, відповідних температур та рівня вологості. Всі дії відслідковуються за допомогою комп'ютерної системи та контролюються технологом зміни.

Мета магістерської роботи – дослідження кіберфізичної системи розстійно-пічного агрегату виробничої дільниці «Клуб чіпсів» та налагодження її АСУ і методів прийняття рішень в подальшому її обслуговуванні.

Для досягнення поставленої задачі необхідно вирішити наступні підзадачі:

- провести аналіз обладнання лінії випікання хліба, технологічної інструкції по випічці для розстійно-пічного агрегату, а також використовуваних методів підтримки прийняття рішень технологом при управлінні параметрами блоку управління агрегатом;
- розробити програмне забезпечення для випічки хлібу за рецептурами;
- провести експериментальне дослідження методів підтримки прийняття рішень технологом випічки агрегатом та підтвердити їх працездатність.

2 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз роботи агрегату

Проведемо аналіз режимів роботи розстійно-пічного агрегату.

РПА - це закрита конструкція, що включає корпус печі, розвантажувальну секцію, вставку, розстійну шафу, з єдиним ланцюговим конвеєром, що приводиться приводом від розширювальної шафи. Кожна складова потокової лінії забезпечує заданий технологічний режим, необхідний для виробництва хлібобулочних виробів[13].

Піч розроблена спеціально для випікання хліба і підтримує потрібну температуру в зоні підсмажування в автоматичному режимі. Це тупа піч з люльками, виготовлена з металевих конструкцій, блоків і компонентів.

Склад пічі(блок передній):

- дві пекарні камери, які з'єднуються гвинтовим з'єднанням;
- дві топочні секції з вентиляторами рециркуляції;

(блок задній):

- майданчик для обслуговування пальникових пристроїв;
- обшивка.

Зрозуміло, що РПА складається з двох відносно автономних технологічних одиниць – розстійної шафи Г4-ХРВ-80М3 та пічі Г4-ХПФ-36М2. На рисунку 2.1 зображено принципову схему розстійної шафи.

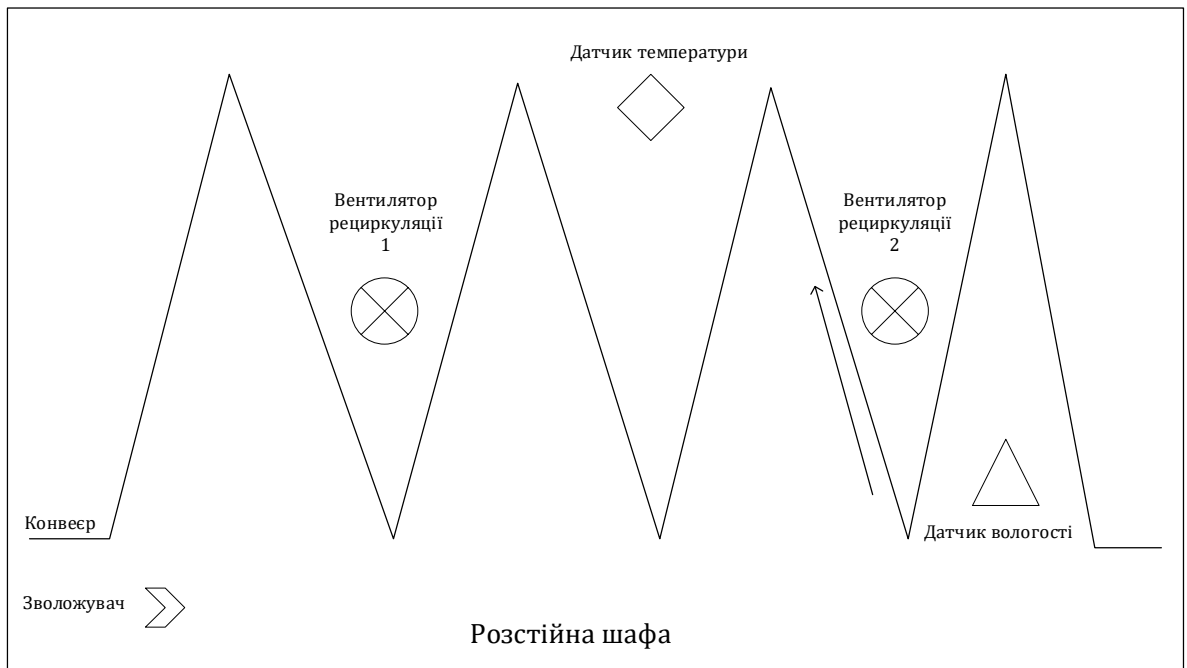


Рисунок 2.1 – Принципова схема розстійної шафи Г4-ХРВ-80МЗ

Шафа має ланцюговий конвеєр, на якому закріплені спеціальні люльки. Завдяки правильній подачі тепла вентиляторами з печі підтримується оптимальна температура для розстійки тіста. В рух конвеєр приводить вал, який зосереджений в конструкції шафи. Швидкість руху люльок відслідковуємо датчиком. Для того, щоб не пересушувалось повітря, а заготівки добре формувались в формах, необхідно підтримувати рівень вологості за допомогою зволожувача. Також відслідковуємо рівень за допомогою електронного датчика вологості(60-75%) та температуру (не більше 55°C).

Далі люльки рухаються конвеєром до пічі агрегату. На рисунку 2.2 зображено принципову схему пічі агрегату.

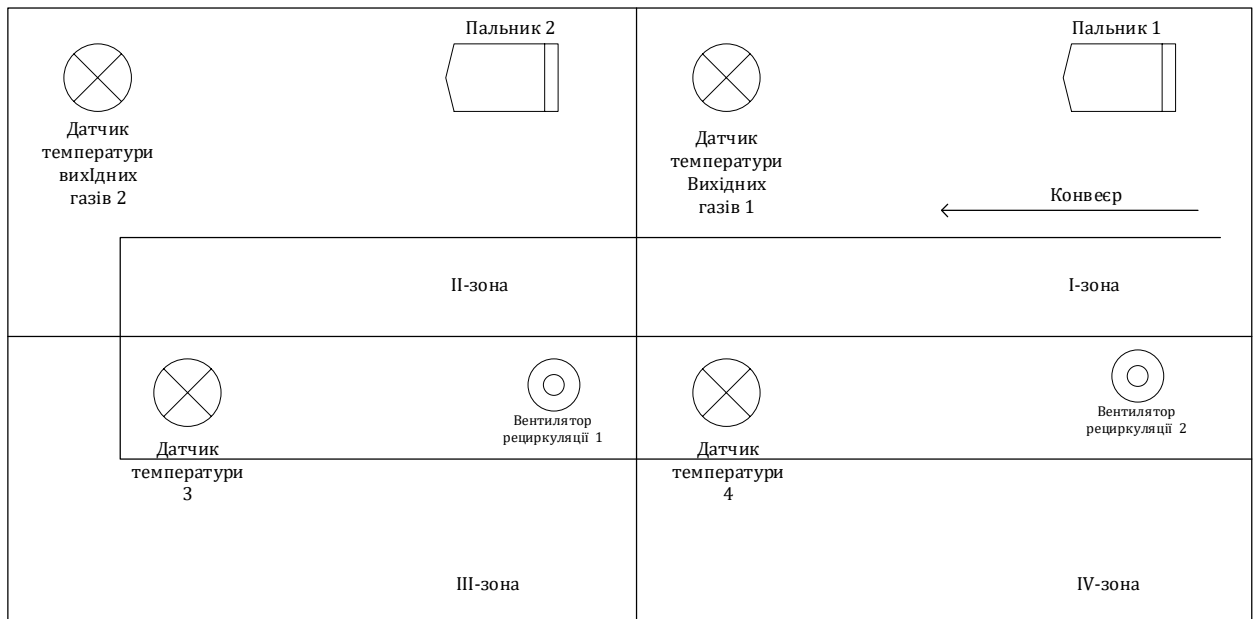


Рисунок 2.2 – Принципова схема пічі Г4-ХПФ-36М2

Пічна камера розділена на чотири зони, де в кожній регулюється температура випічки. Перша зону формує хліб, друга зона випікає, третя – допікає, а четверта вже зона виходу хліба. Максимальна температура яка може бути - це 230°C. На кожній зоні знаходиться датчик, з яких ми відслідковуємо температуру для пропікання заготовок. Піч обладнана два пальниками, встановлені в першій та другій зоні. Подача тепла до третьої та четвертої відбувається за допомогою вентиляторів рециркуляції.

Із аналізу роботи розстійно-пічного агрегату видно, що є необхідність в автоматизації управління таких складових:

- модернізації датчиків температури, вологості на електронні;
- встановлення частотних перетворювачів для безперервної роботи системи;
- зосередження всіх даних на контролері, який в свою чергу є складовою ланкою комп'ютерної системи лінії випікання хліба.

Для виявлення всіх цільових функцій управління та регулювання необхідно провести аналіз режимів роботи електрообладнання.

2.2 Аналіз роботи розстійно-пічного агрегату

Порядок визначається у відповідності з електричною схемою всієї лінії РПА. Робота печі повинна забезпечувати підтримку заданої температури в пекарних камерах. Контроль температури здійснюється датчиками розстійки та кожної зони випічки. Автоматика роботи газових пальників забезпечує безпеку відповідно до вимог в газовому господарстві.

Перед початком роботи РПА необхідно ввімкнути автоматичні вимикачі на щиті управління та подати напругу на силові ланцюги та ланцюги управління.

На регуляторах температури задають необхідні цифрові значення відповідні до режимних параметрів на виріб, що випускається.

Пальник працює в режимах «великого» та «малого» вогню, а при необхідності виключають та включають пальникові пристрої на саморозпал. Ці режими забезпечують агрегат від перегріву. Підготувати агрегат до запуску – включити кнопками вентилятори рециркуляції пічі на продувку, після закінчення заданого часу відбудеться включання ланцюгів управління пальникових пристроїв. Дану технологічну операції необхідно проводити перед кожним розпалом та будь-якої відмови в системі газопостачання. Одночасно із запуском вентиляторів рециркуляції ввімкнути конвеєр кнопкою та обертанням рукоятки регулятора частоти виставити необхідний час випічки. Час випічки хлібу напряму регулюється швидкістю конвеєра.

По завершенню роботи провести відключення пальникового пристрою. Відключення вентиляторів рециркуляції печі та приводу конвеєра провести кнопками «Стоп» при зниженні температури в пекарних камерах до 125°C.

Із аналізу роботи обладнання, можна зробити висновок про необхідність автоматизації процесів регулювання температури та вологості в ході розстійки та випікання заготівок. Без вирішення цієї задачі управління агрегатом не можна вважати системою автоматизованою, оскільки головний фактор – борошно змінює ситуацію випічки, а саме переналаштуванню регуляторів відповідно заданій рецептурі. Для виявлення факторів, що впливають на процеси

прийняття рішень по переналаштуванню частотних перетворювачів, розглянемо вимоги до розстійки та випічки хлібу відносно температури, вологості та типу борошна.

2.3 Аналіз вимог до випічки хлібу

Ступінь нагрівання заготовок в пекарній камері та температура в розстійці агрегату мають безпосередній вплив на якісні показники добре пропеченого хлібу. Випаровування під час розстійки та випікання заготовок відбувається інтенсивніше при високих температурах агрегату. Але черезмір високий рівень температури та низького рівня вологи знижують показники якості хлібу: знижується рівень підходу заготовки в розтійній шафі, заготовка погано пропікається, і як результат дуже вологий або сухий м'якуш всередині виробу.

Технологія та рецептура випікання хліба залежить напряду від типу борошна. Борошно – сировина, яку отримують в результаті помолу зерен хлібних злаків. В залежності від виду зернової культури муку розділяють на пшеничну, житню, ячмінну та інші. Найбільш поширеним видом є пшеничне. На другому місці стоїть житнє. Споживчі елементи борошна залежать від хімічного складу та його енергетичної цінності використання. В залежності від технології виробництва розділяють на сорти: вищий, 1-ий, 2-й та шпалерний.

Вологість є важливим показником якості хлібобулочних виробів. Підвищена вологість знижує калорійність та погіршує якість виробів. Вони стають важчими, легко деформуються, швидше піддаються пліснявінню та іншим захворюванням. Низька вологість призводить до того, що вироби стають сухими, швидко черствіють, погіршується смак. Для хлібобулочних виробів з пшеничного борошна вищого, першого та другого сорту вологість м'якушу повинна становити 19-48%, а для виробів з пшеничного шпалерного борошна – 19-52%. Для хлібу житнього з шпалерного борошна та житньо-пшеничного, вологість м'якушу повинна становити – 19-53%. Для хліба пшенично-житнього (з переважанням у рецептурі понад 50% пшеничного борошна) – 19-50%.

В таблиці 2.1 наведені показники температури по зонах пекарної камери та час випікання продукції.

Таблиця 2.1 - Задані режими випікання пічі Г4-ХПФ-36М

Найменування продукції	Температурний режим, °C		Час випікання, хв
	I-II зона	III-IV зона	
Хліб формовий пшеничний для виробництва сухарів	220 – 240	200 – 230	55±5
Хліб формовий пшенично-житній для виробництва сухарів	220 – 240	200 – 230	55±5
Хліб формовий житньо-пшеничний для виробництва сухарів	220 – 240	220 – 240	55±5
Хліб формовий житній для виробництва сухарів	220 – 240	220 – 240	55±5

Безпосередній вплив на якість хлібу має швидкість конвеєру, температура та вологість при розстійці і випічці. Розглянемо процеси вибору температури, вологості та тривалості вистоювання тіста.

2.4 Аналіз процесу вибору температури та рівня вологості в агрегаті під час випікання

Якість хлібобулочного виробу багато в чому залежить від остаточного вистоювання тіста. Під час його поділу, формування та округлення пориста структура речовини руйнується, а вуглекислий газ практично повністю видаляється. Щоб заготівля отримала бажаний об'єм і форму, після її розпушення виконується остаточне вистоювання тіста, тільки тепер його можна поміщати в піч. [6]

Тривалість вистоювання тіста визначає діюча система зволоження повітря і його температура в камері розстоювання: якщо перший показник високий, швидкість процесу збільшується. Варто підвищити температуру від 30 до 40°C та забезпечити вологість на рівні 80% і вище, час вистоювання скоротиться на 25%. З іншого боку. Вологість повітря не повинна перевищувати 85%, адже в цьому випадку тісто почне прилипати до кишень колісок. Оптимальні умови до цього процесу – вологість 75-85%. Тривалість вистоювання знаходиться в діапазоні 20-120 хв.

Системи зволоження повітря відіграють важливу роль у процесі вистоювання тіста. Щоб під час випікання тістова заготівка перетворилась на хліб, повинні пройти складні мікробіологічні, біохімічна фізичні процеси. В їх основі лежить внутрішній обмін в тісті та його прогрівання, що призводить до вологообміну між ним та середовищем пекарної камери.

На самому початку процесу випікання, у пекарній камері утворюється водний конденсат, який згодом поглинається заготівкою. Коли цей процес завершено, волога з поверхні починає випаровуватись. Під час утворення кірки, її частина перетворюється на пару, а те, що залишилось, на м'якуш.

На режим випічки може впливати температура в різних частинах пекарної камери, тривалість процесу і безпосередньо системи зволоження повітря, ступінь зволоження середовища. Крім цього, на режим випічки впливає безліч факторів: конструкція хлібопекарного обладнання, якість борошна, сорт хліба, його маса, вид.

Режим випічки хлібобулочних виробів включає три етапи:

1. Висока відносна вологість повітря і відносна невелика температура всередині пекарної камери.

2. Температура підвищується, а вологість знижується. На цьому етапі відбувається утворення кірки, а також закріплення форми та обсягу виробу.

3. Підведення тепла стає менш інтенсивним, упік знижується (маса тіста під час випічки втрачається). Приблизно 95% таких втрат перетворюються на вологу. Сучасна система зволоження повітря забезпечує повне дотримання технологічного процесу випікання хлібобулочних виробів.

2.5 Аналіз процесу вибору тривалості циклу випікання

Випічка – це процес, при якому тістова заготівка, що відстояла, в пічі піддаючись тепловій обробці, перетворюється на готовий виріб – хліб.[7]

Що відбувається: починається швидке та сильне нагрівання пекарної камери. Під час нагрівання всередині системи, можливе ще додаткове піднесення тіста, і при цьому дуже різке. Цей процес припиниться при досягненні температури всередині заготівлі до 55-60°C. Цей момент слід враховувати при закладанні продукту до люльки, щоб готовий хліб не випирає.

Хлібні вироби випікають у пекарній камері хлібопекарських печей за температури пароповітряного середовища 200-280°C. Для випікання 1 кг хліба потрібно близько 293-544 кДж. Ця теплота витрачається в основному на випаровування води з тестової заготовки і на її прогрівання до температури (96-97 ° C в центрі), при якій тісто перетворюється на хліб. Більша частка теплоти (80-85%) передається тісту випромінюванням від розпечених стін і склепінь пекарної камери.

На якість випікання хліба істотно впливає маса тістової заготівлі, чим більша маса (кількість борошна та інших продуктів при закладці тіста), тим більше часу потрібно для випікання хліба.

Отримані в результаті аналізу фактори вибору частотного перетворювача дозволяють перейти до синтезу моделі управління даними налаштування управління електрообладнанням розстійно-пічного агрегату, для побудови АСУ підтримки прийняття рішень змінним технологом.

2.6 Синтез моделі управління даними

2.6.1 Обґрунтування методу моделювання

Аналіз критеріїв, які викладені в Інструкції по виготовленню хліба є основами для прийняття рішень технологом.

Наведені ознаки свідчать про те, що поставлена задача не дозволяє використовувати класичні методи і може бути вирішена за допомогою методів ситуаційного управління.

2.6.2 Вимоги методу до вирішення задачі

Розв'язання поставленого завдання вимагає врахування низки особливостей методу:

1) ситуаційне управління вимагає створення попередньої бази знань про об'єкт управління та способи управління ним. Враховуючи, що є інструкція з випічки та розстійки та відомі методи управління процесом, це завдання вважатимуться вирішеним;

2) необхідно описати ситуації мовою, що дозволяє відображати всі основні надлишкові параметри та зв'язки для класифікації ситуації та пропозиції рішення з управління;

3) мова опису ситуації повинна дозволяти відобразити якісні знання, які не формалізуються математично;

4) класифікація ситуацій має бути побудована так, щоб бути придатною для ситуацій, коли система не має повної інформації;

5) система має дозволяти коригувати логіко-трансформаційні правила (ЛТП) у процесі експлуатації;

6) робота системи повинна дати результати, не гірші за кращі результати, отримані оператором у нестресових ситуаціях.

Наведені вимоги є підставою для побудови семіотичної моделі управління даними розстійно-пічного агрегату для випічки хлібу, яку можна представити у вигляді мережі з вершинами, що являють собою деяку формальну

систему параметрів перетворювачів, а зв'язки між вершинами - переходи до нових систем під впливом характеристик якості хлібу.

2.6.3 Розробка мови ситуаційного управління агрегатом

Для розробки МСК необхідно ввести визначення, імена та відношення, що описують стан заготівки.

Виходячи з наведених вище факторів, введемо значимі поняття, наведених в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Поняття, що описують стан РПА

Позначення	Опис
A	Склад борошна
B	Сорт борошна
R	Рецепт з налаштуваннями ЧП

Таблиця 2.3 – Імена, що належать поняттю A

Позначення	Опис
A1	Пшеничне борошно
A2	Пшенично-житнє борошно
A3	Житньо-пшеничне борошно
A4	Житнє борошно

Таблиця 2.4 – Імена, що належать поняттю B

Позначення	Опис
B1	Вищий сорт
B2	Перший сорт
B3	Другий сорт
B4	Третій сорт

Сформулюємо в якості дії в математичній моделі рецептури на основі перетину заданих понять у вигляді залежності:

$$P_i = A_j U B_k, \quad (2.1)$$

Повну кількість рецептів визначаємо за наданими іменами поняття А, а саме змішуванні борошна та використання чистого для випікання продукції.

Таким чином отримана модель для розрахунку координат сировини в базі рецептів-налаштувань перетворювачів агрегату в складу АСУ підтримки прийняття рішень технологом. В результаті проведених досліджень можна сформулювати наукове положення.

Для підтримки прийняття рішень технологом агрегату з налаштування системи розстійки та випічки достатньо та необхідно використати поняття складу борошна. А саме, тип та сорт сировини, тому як саме від нього залежить рівні зміни часу, температуру та вологості заготівки.

2.7 Розробка мови ситуаційного управління агрегатом

В результаті аналізу роботи обладнання, режимів роботи розстійно пічного агрегату, принципів вибору температур шафи та кожної зони пекарної камери, а також тривалості циклу розстійки та випічки, було обґрунтовано напрям дослідження з використанням методів ситуаційного управління.

Згідно методу ситуаційного управління були сформовані вимоги до вирішення задачі, що передбачує наявності бази знань про об'єкт управління, опис ситуацій на мові програмування, який здатний відображати не формалізовані математичні знання в умовах відсутності повної інформації, можливість корекції системи, результативність використання системи.

3 СИНТЕЗ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Розробка схеми функціональної структури

Автоматизована підсистема прийняття рішень технолога розстійно-пічного агрегату, надалі РПА, повинна виконувати наступні функції:

- отримання вихідних даних від операторів зміну про борошно для заготівок;
- розрахунок та видача інформації технологу РПА про рецептуру, яка була використана;
- по лабораторних даних вибір з бази сировини налаштувань по регулюванню подовженості і температури розстійки та випічки;
- контроль відповідності вологості та температури заготівки в розстійній шафі та м'якушу в пекарній камері;
- сигналізація технологу РПА про невідповідність вологості та температури заготівки, що не відповідає заданим параметрам;
- надання можливості технологу корекції налаштувань частотних перетворювачів.

Виходячи із переліку наведених функцій, схема функціональної структури буде виглядати наступним чином, показано на рисунку 3.1.

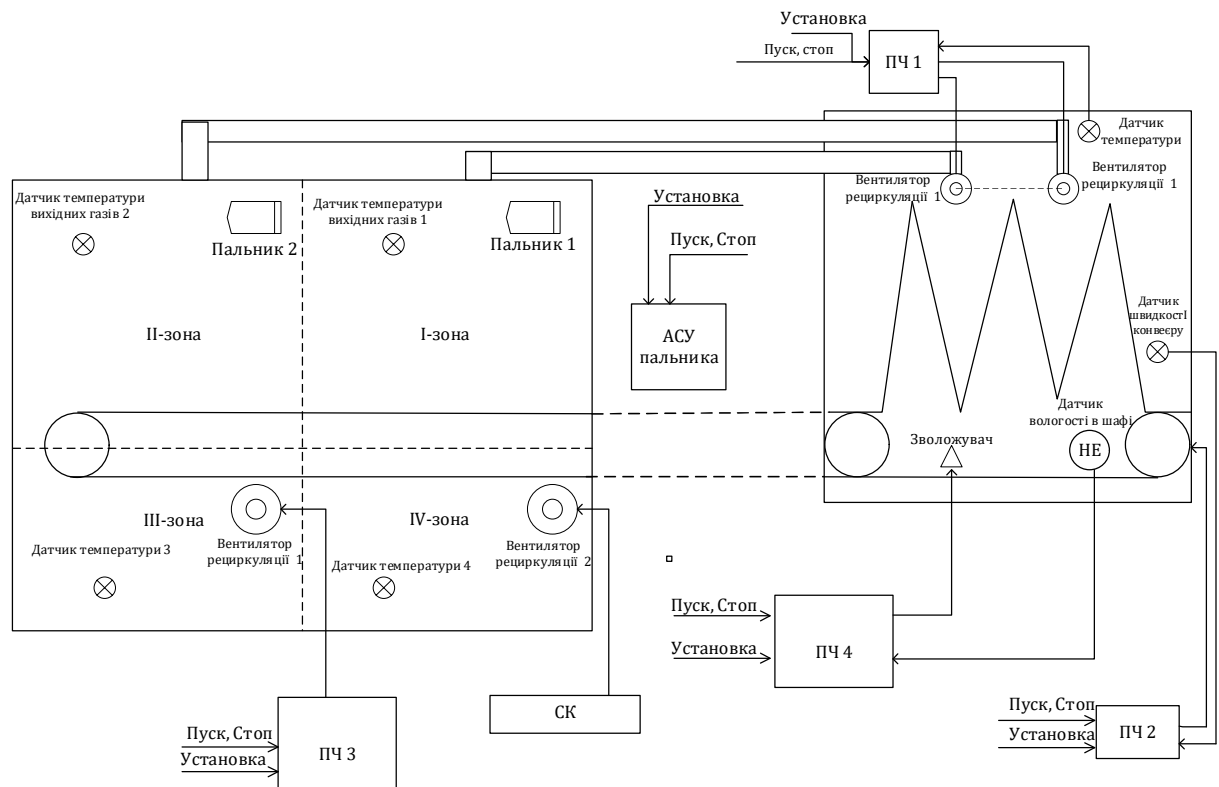


Рисунок 3.1 – Структурна схема РПА

3.2 Розробка принципіальної схеми системи

3.2.1 Вимоги до АС ППР ТА

АС ППР ТА повинна задовольняти наступні вимоги:

- застосування промислового КТЗ;
- зберігання баз даних з використанням промислового КТЗ;
- підтримка програмного забезпечення на контролери Siemens;
- підтримка програмного забезпечення на персональний комп'ютер;
- забезпечення керування наступним силовим обладнанням.

Таблиця 3.1 - Перелік силового обладнання

Найменування обладнання	Кількість, шт	Споживання, кВт
Вентилятор рециркуляції розстійної шафи	2	1,2
Вентилятор рециркуляції пекарної камери	2	3,5
Конвеєр	1	14
Зволожувач	1	1

3.2.2 Аналіз входів та виходів кіберфізичної системи

Для побудови кіберфізичної системи необхідно провести аналіз входів та виходів розстійно-пічного агрегату Г4-РПА-30М.З обраної елементної бази може бути побудована принципова схема системи управління.

Таблиця 3.2 – Перелік вхідних та вихідних сигналів кіберфізичної системи ділянки «Клуб Чіпсів»

№ п/п	Найменування інформації (сигнали, дані)	Ідентифі катор	Напр. вх./вих	Функція	Вигляд	Джерело/ Отримувач	Форма подання (розрядність, точність)		Період вв./вив. , сек.
							Зовнішня	Внутрішня	
1.	Вологість в розстойній шафі	AW96	Вхід	Вимір.	Безперерв.	Датчик Hydro-Mix НТ	0...20mA	16 біт	3
2.	Температура в розстойній шафі	AW98	Вхід.	Вимір.	Безперерв.	Датчик ТСП100	Pt-100	16 біт	3
3.	Температура в печній камері(зона1)	AW100	Вхід.	Вимір.	Безперерв.	Датчик ТСП100	Pt-100	16 біт	3
4.	Температура в печній камері(зона2)	AW102	Вхід.	Вимір.	Безперерв.	Датчик ТСП100	Pt-100	16 біт	3
5.	Температура в печній камері(зона3)	AW112	Вхід.	Вимір.	Безперерв.	Датчик ТСП100	Pt-100	16 біт	3
6.	Температура в печній камері(зона4)	AW114	Вхід.	Вимір.	Безперерв.	Датчик ТСП100	Pt-100	16 біт	3

Продовження таблиці 3.2

7.	Запуск агрегату	DI0.3	Вхід	Контроль	Норм.розімк	Кнопка D16	24 В	1 біт	0,5
8.	Зупинка агрегату	DI0.4	Вхід	Контроль	Норм.замк.	Кнопка D16	24 В	1 біт	0,5
9.	Аварію усунено	DI0.5	Вхід	Контроль	Норм.замк.	Кнопка D16	24 В	1 біт	0,5
10.	Агрегат готовий до роботи	DQ0.0	Вихід	Контроль	Норм.замк.	Сигнальний вихід	24 В	1 біт	0,5
11.	Агрегат запущено	DQ0.1	Вихід	Контроль	Норм.замк.	Сигнальний вихід	24 В	1 біт	0,5
12.	Агрегат в авар. стані	DQ0.2	Вихід	Контроль	Норм.замк.	Сигнальний вихід	24 В	1 біт	0,5
13.	Старт системи рециркуляції	DQ0.3	Вихід	Контроль	Норм.замк.	Сигнальний вихід	24 В	1 біт	0,5
14.	Стоп системи рециркуляції	DQ0.4	Вихід	Контроль	Норм.замк.	Сигнальний вихід	24 В	1 біт	0,5
15.	Старт запуску печі	DQ0.5	Вихід	Контроль	Норм.замк.	Сигнальний вихід	24 В	1 біт	0,5
16.	Стоп роботи печі	DQ0.6	Вихід	Контроль	Норм.замк.	Сигнальний вихід	24 В	1 біт	0,5
17.	Старт конвеєру	DQ0.7	Вихід	Контроль	Норм.замк.	Сигнальний вихід	24 В	1 біт	0,5
18.	Стоп конвеєру	DQ1.0	Вихід	Контроль	Норм.замк.	Сигнальний вихід	24 В	1 біт	0,5
19.	Старт зволожувача	DQ1.1	Вихід	Контроль	Норм.замк.	Сигнальний вихід	24 В	1 біт	0,5
20.	Стоп зволожувача	DQ1.2	Вихід	Контроль	Норм.замк.	Сигнальний вихід	24 В	1 біт	0,5

Продовження таблиці 3.2

21.	ПЧ 2 Конвеєра	QW132	Вихід	Керування	Безперерв	Danfoss VLT Micro Drive FC 51 18kW	±10 В	14 біт	3
22.	ПЧ 1 Рециркуляції розстійної шафи	QW130	Вихід	Керування	Безперерв	Danfoss VLT Micro Drive FC 51 3kW	±10 В	14 біт	3
23.	ПЧ 4 Випаровувача	QW134	Вихід	Керування	Безперерв	Danfoss VLT Micro Drive FC 51 1.5kW	±10 В	14 біт	3
24.	ПЧ 3 Температури печі	QW128	Вихід	Керування	Безперерв	Danfoss VLT Micro Drive FC 51 11kW	±10 В	14 біт	3

3.2.3 Вибір елементної бази системи

Враховуючи, що більшість виробничих дільниць

Для управління процесом підтримки прийняття рішень, буде обраний контролер Simatic S7-1214C AC/DC/Rly V3[16] з наступними характеристиками:

- напруга живлення ~ 220 В;
- дискретні входи на 24 В: 14 шт.;
- дискретні входи «реле»: 10 шт.;
- об'єм робочої пам'яті: 75 КВ;
- вбудований порт ProfiNet зі швидкістю каналу 10/100 МВ: 1 шт.

Модуль аналогового введення SM-1231 для отримання даних з датчиків, характеристики[9]:

- напруга живлення ~ 24 В;
- аналогові входи: 4 шт. 16-розрядні.

Модуль аналогового виведення SM-1232 для введення установки в ПЧ, характеристики[10]:

- напруга живлення ~ 24 В;
- аналогові входи: 4 шт. 14-розрядні.

Частотний перетворювач для конвеєру беремо Danfoss VLT Micro Drive FC 51 18kW[11], для рециркуляції розстійної шафи беремо на 3kW, для випаровувача на 1,5kW, для рециркуляції печі на 11kW.

Підключення вентиляторів здійснювались наступним чином – 2 вентилятори рециркуляції в розстійній шафі підключені паралельно до ПЧ 1 тому його потужності цілком достатньо для роботи, ситуація з вентиляторами пекарної камери наступна – вентилятор 1 підключений до ПЧ 3, а вентилятор 2 керується готовою системою керування.

При виборі ЧП посилались на потужності агрегатів, наведених в таблиці 3.1.

Датчики:

- 1) Датчик Hydro-Mix HT – вологість в розстійній шафі[14];
- 2) Датчик ТСП100 – температура в пічній камер[15].

Для визначення запуску, запинки та статусу «аварію усунено» використовуємо кнопку D16(24 Вт).

Для надання оператору інтерфейсу прийняття рішення буде використано сенсорний екран КТР1000 Basic PN V3[12] з наступними характеристиками:

- напруга живлення: ~220 В;
- діагональ екрану: 10,4;
- кольори: 256;
- роздільна здатність: 640x480;
- функціональні клавіші: 8;
- вбудований порт ProfiNet зі швидкістю каналу 10/100 МВ: 1 шт.

Для зв'язку між S7-1214C и КТР1000, а також з іншими АСУ и АРМ будуть використані вбудовані порти ProfiNet.

Вибір блоку живлення проходить через розрахунок споживаної потужності вхідних та вихідних каналів PLC. Було обрано OVEN (БП30Б-Д3) [8] виходячи з таблиці 3.2.

Таблиця 3.3 – Розрахунок споживаної потужності вхідних та вихідних каналів PLC

Тип споживача	Споживаний струм, мА	Споживана потужність, Вт	Кількість входів/виходів, шт	Сумарна потужність, Вт
Цифровий вхід	1	0,024	14	0,336
Цифровий вихід	4	0,096	12	1,152
Аналоговий вхід	10	0,24	8	1,92

Продовження таблиці 3.3

Аналогові вихід	20	0,48	4	1,92
Модуль розширення портів	80	1,92	3	5,76
Всього:				9,168

3.2.4 Реалізація принципальної схеми

На основі вибраної елементної бази реалізований КТЗ агрегату.

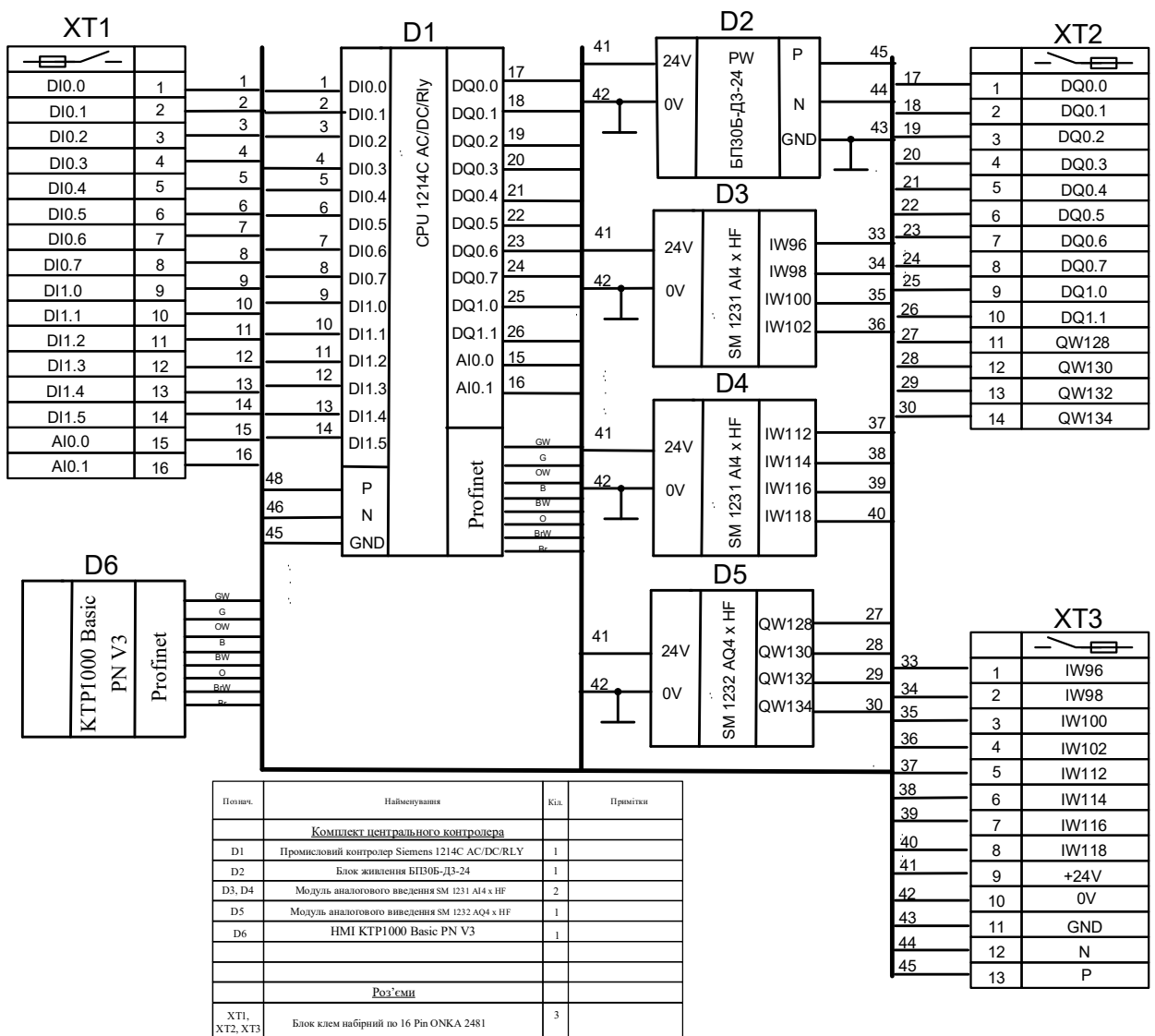


Рисунок 3.2 – Принципова схема КТЗ РПА Г4-РПА-30М

3.3 Висновок до розділу

На основі аналізу процесу прийняття рішень з налаштуванням контурів управління розстійно-пічного агрегату було побудовано структурну схему КТЗ АС ППР ТА. За виставленими вимогами був обраний КТЗ для принципіальної реалізації системи. Отримана принципова схема АС ППР ТА виконана в об'ємі, який дозволяє перейти до розробки програмного забезпечення системи.

4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

4.1 Призначення та область застосування програмного забезпечення

ПЗ призначене для здійснення підтримки прийняття рішень щодо налаштувань частотних перетворювачів розстійно-пічного агрегату.

Програмне забезпечення, що розробляється, входить до складу АС підтримки прийняття рішень технологом агрегату(ППР ТА). Воно призначене для налаштування розтійної шафи та пекарної камери в реальному часі. Пуск і зупинка АС можлива із користувачького інтерфейсу самої АС або АРМ АСУ агрегату. Управління налаштуваннями здійснюється автоматично або в автоматизованому режимі.

4.2 Граф керування РПА

Граф має 9 вершин, розглянемо кожна з них разом з умовами переходу з вершини на вершину.

Невизначений (0) – в даному стані система знеструмлена, вимкнені автоматичні вимикачі. Для переходу до наступного стану потрібно ввімкнути автоматичні вимикачі.

Простій (1) – система в режимі очікування введення початкових даних. Перехід далі відбудеться після підтвердження запропонованих системою підказок для технолога.

Підготовка до запуску (2) – після підтвердження відразу вмикається продувка печі, як підготовка для запуску, через 10 хвилин система автоматично перейде до наступного етапу.

Запуск (3) – вмикаються пальники, після досягання температури пекарної камери більше 100°C та перейдемо до наступного кроку.

Робота (4) – працюють всі основні механізми та запускається конвеєру. Перехід до наступного пункту відбудеться по сигналу зупинки технолога.

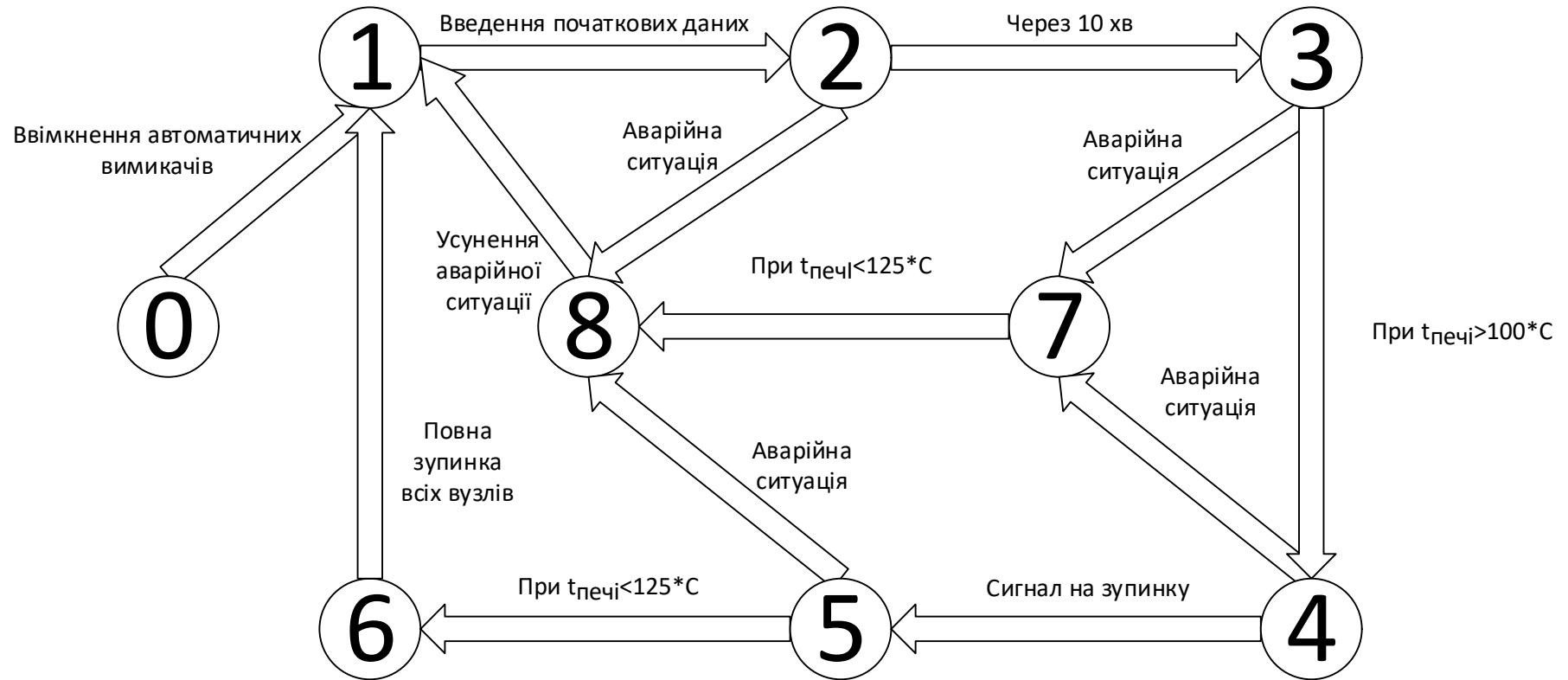
Підготовка до зупинки (5) – вимикається піч, інші вузли працюють в штатному режимі. Наступний етап після зниження температури печі нижче 125°C.

Зупинка (6) – зупиняються конвеєр та вентилятори рециркуляції. Після повної зупинки вузлів система перейде до стану простою агрегату.

Нештатне охолодження (7) – до цього стану система потрапляє при аваріях на етапах 3 або 4. При цьому пальник вимикається, конвеєр та вентилятори охолоджують систему. При зниженні температури нижче 125°C, переходимо до наступного стану

Аварійна ситуація (8) – вимикаються всі вузли для переходу системи в стан простою потрібно ліквідувати аварію та натиснути на кнопку для виходу з аварійного режиму.

Граф керування Г4-РПА-30М зображений на рисунку 4.1.



- 0 - Невизначений – Вимкнені автоматичні вимикачі – система знеструмлена
- 1 - Простій – Система в режимі очікування початкових даних
- 2 – Підготовка до запуску – продувка топки
- 3 – Запуск – Працює піч та вентилятор рециркуляції
- 4 – Робота – Працює піч, вентилятор рециркуляції та конвеєр
- 5 – Підготовка до зупинки – Вимкнена піч та працює конвеєр
- 6 – Зупинка – Зупиняється конвеєр та вентилятори рециркуляції
- 7 – Нештатне охолодження - Вимкнена піч та працює конвеєр
- 8 - Аварійна ситуація - Аварійне вимкнення всіх вузлів

Рисунок 4.1 - Граф керування РПА Г4-РПА-30М

4.3 Обґрунтування технічних характеристик програми

Програма АС ППР ТА, яка розташовується в основному контролері КТЗ, повинна виконувати наступні функції:

- прийом даних про тип та сорт борошна від АРМ технолога;
- прийом даних з датчиків швидкості конвеєру, вологості та температур в РПА;
- відображення даних про поточний режим роботи агрегату;
- надання технологу рекомендацій щодо вибору рецепта відносно отриманих даних про тип і сорт борошна;
- попередній вибір з бази інструкцій рецептів по налаштуванню температури та вологості в шафі та камері.

Реалізація програми можлива тільки з урахуванням наступних особливостей застосовуваного промислового контролера. Інтерпретатор Simatic безперервно циклічно сканує записану в контролер програму і виконує її. При цьому система команд, являючи собою мову релейно-контактних схем, виключає можливість зациклювань усередині самої технологічної програми.

Оскільки програма не використовує входи та виходи, що зв'язують контролер з об'єктом, вона може бути інтегрована на КТЗ іншої підсистеми керування агрегатом, яка використовує контролери Simatic S7, а також програмні засоби імітації контролера, вбудовані в SCADA-систему WinCC V16.

Ініціалізація програми здійснюється автоматично під час подачі живлення. Початкові дані з ініціалізації прописуються в контролер при конфігуруванні.

Враховуючи передбачувану довжину програми (понад 2000 команд), необхідно обмежити час виконання програми до 200 мс на один скан, щоб програма могла виконуватися у фоновому режимі разом з програмою тієї АСУ, на КТЗ якої програма інтегрована.

Підготовка даних для передачі по PROFINET не потрібна, всі необхідні дані доступні читання або запису через тегову пам'ять контролерів і SCADA.

Всі необхідні адреси КТЗ Siemens та SCADA задаються при конфігуруванні обладнання та встановлення адрес змінних.

Функція зв'язку з іншими вузлами PROFINET реалізована незалежно від основного програмного забезпечення і розробки не потребує.

Програма АС ППР ТА має використовувати такі вхідні дані:

- дані про сорт та тип борошна від лабораторії оцінки якості;
- дані про поточний режим роботи агрегату;
- дані про температуру в розстійній шафі;
- дані про температуру по зонах в пекарній камері;
- дані про вологість в розстійній шафі;
- дані про швидкість конвеєру;
- команду включення/виключення від інтерфейсу технолога.

Програма має видати наступні вихідні дані на інтерфейс технолога:

- тип та сорт борошна;
- пропонувані установки для розстійки та випічки;
- шкалу температур по зонах пекарної камери;
- шкалу температури розстійної шафи;
- шкала вологості в розстійній шафі;
- дані про швидкість конвеєру.

Технічні та програмні засоби для розробки програми обумовлені Довідковим посібником із застосування контролерів Simatic S7. Мова програмування – LAD для PLC Simatic. Середовище розробки – програма Siemens TIA Portal V.16 для Windows 10. Технічні засоби – комп'ютер, UTP-кабель Ethernet для прямого підключення.

4.4 Опис розробленої програми

4.4.1 Загальні відомості

Текст програми розміщено у проекті Diploma Magister для Siemens TIA Portal V.16. Всі тексти та модуль програми, що завантажуються, приховані.

Для завантаження програми в контролер потрібне середовище Siemens TIA Portal V.16. Одного разу завантажена в контролер програма розміщується в незалежній пам'яті і в наступних завантаженнях не потребує. Для виконання програми використовується вбудований S7 інтерпретатор. Запуск програми виконання відбувається при включенні живлення.

Мова реалізації програми – LAD для PLC Simatic.

4.4.2 Функціональне призначення

Програма формує пропозиції по налаштуванням керуючих контурів технологічного обладнання агрегату в штатних режимах роботи для представлення на панелі інтерфейсу АС ППР технологом, АСК більш високого рівня.

Програма керує технологічними процесами на агрегаті, в межах її рамок. Програма не веде протокол процесу.

Програма не керує каналами зв'язку.

4.4.3 Опис логічної структури програми

Програма користувача розміщена в сегменті оперативної пам'яті контролера S7-1214C та включає:

- організаційні блоки Main та Graph;
- блоки даних Rescept_Base;

Блок Main порожній. Він зарезервований під програмне забезпечення АСУ, на яку буде встановлено розробку.

Блок Graph збирає інформацію з датчиків та передає на комп'ютер технолога.

Блок даних Resept_Base надає поточні налаштування частотних перетворювачів для прийняття рішення технологом щодо перенесення їх в регулятори підсистем.

Програма написана мовою LAD для PLC Simatic та представлена у вигляді ланцюгів релейно-контактної логіки.

4.4.4 Використані технічні засоби

Для виконання програми потрібні: модуль контролера S7-1214C AC/DC/Rly – 1 шт.; модуль CM 1241 (RS-485) – 1 шт.; плата аналогового введення SM 1231 – 2 шт., аналогового виведення SM 1231 – 1 шт.

4.4.5 Виклик та завантаження

Програма спочатку завантажується в енергонезалежну пам'ять Simatic S7-1214C з персонального комп'ютера за допомогою засобів Siemens TIA Portal V.16 за інтерфейсом Ethernet, де і знаходиться весь термін експлуатації системи. Виклик програми виконання відбувається з включенню живлення контролера.

Вхідна точка у програму – організаційний блок Graph проекту.

4.4.6 Вхідні та вихідні дані

Перелік вхідних та вихідних даних, згідно стандартів Siemens, є невід'ємною частиною програми та наведено у тексті програми у додатку.

4.4.7 Очікувані техніко-економічні показники

Застосування розробленої програми в складі з АС ППР технологом здатне повністю скоротити відсоток браку при випічці хліба. Очікуваний роковий економічний ефект не менше 120 тис грн.

4.5 Висновки до розділу

Для вирішення задачі процесу підтримки прийняття рішень оператором кіберфізичної лінії випікання хліба було визначено функціональне призначення програми, що реалізована на КТЗ АС ППР ТА. По функціональному призначенню програмної частини, загальним відомостям з ПЗ, аналізу вхідних та вихідних сигналів АС, було складено технічне завдання для програми та розроблені алгоритми управління агрегатом. Як результат, була реалізована програма на мові LAD формату Step 7 для контролера Simatis S7 1200 в середовищі TIA Portal V.16.

5 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Формування вимог до експерименту

Необхідно експериментальним шляхом перевірити умови необхідності та достатності множини продукції, обґрунтованого в розділі 2 для підтримки прийняття рішень з налаштування розстійно-пічного агрегату.

Для проведення експерименту необхідно провести випробовування розробленої програми для Г4-РПА-30М для нормальних та недопустимих умов по вхідним даним.

Мета експерименту – досвідним шляхом перевірити адекватність розробленої моделі управління даними контуру управління РПА, представлений у вигляді розрахунку координат сировини в базі рецептів-налаштувань перетворювачів агрегату в складу АСУ підтримки прийняття рішень технологом.

5.2 Опис експерименту

Для експерименту використовуємо вже розроблений в розділі 4 програмне забезпечення Diploma Magister, встановлений комплект S7-1200, як показано на малюнку 5.1 і включає: процесор CPU 1214C AC/DC/Rly, і модуль SM 1241 RS485. Комплект S7-1200 повинен бути підключений через Ethernet-концентратор або безпосередньо, як показано на малюнку 5.2, до робочої станції Simatic, або до будь-якого персонального комп'ютера, на якому має бути встановлене і здатне виконуватися середовище налагодження TIA Portal V16 з відкритим проектом Diploma Magister.

Дослідження моделі буде проведено з точки зору виявлення необхідності та достатності застосування опису чотирьох класів, для пошуку продукції з налаштуваннями контурів управління підсистем сушарки.

Про адекватність моделі можна судити зі збігу очікуваних даних наведених у контрольному прикладі.

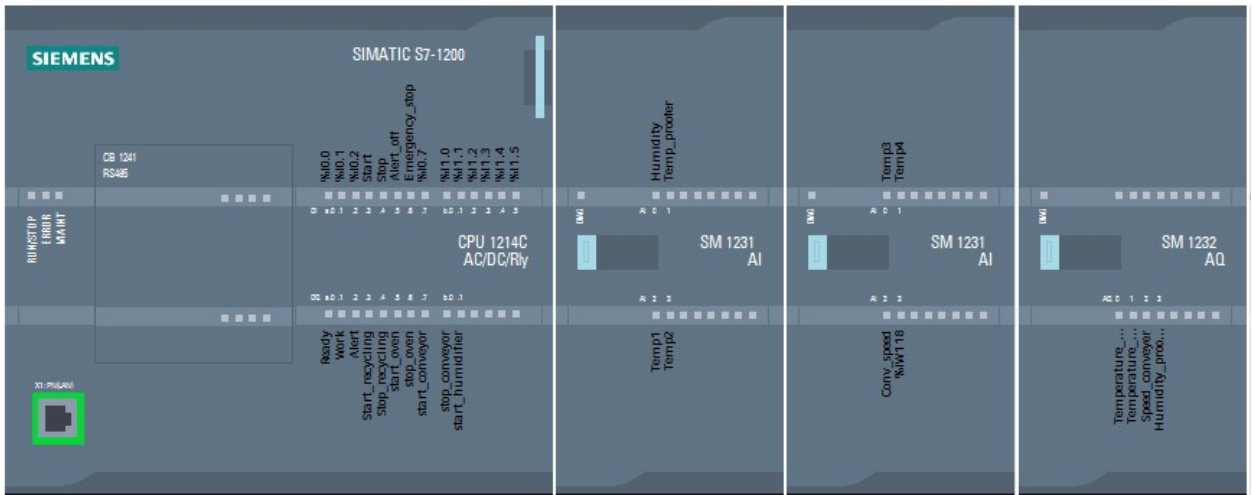


Рисунок 5.1 – КТЗ АС ППР ТА, використовуваний для експериментальних випробувань

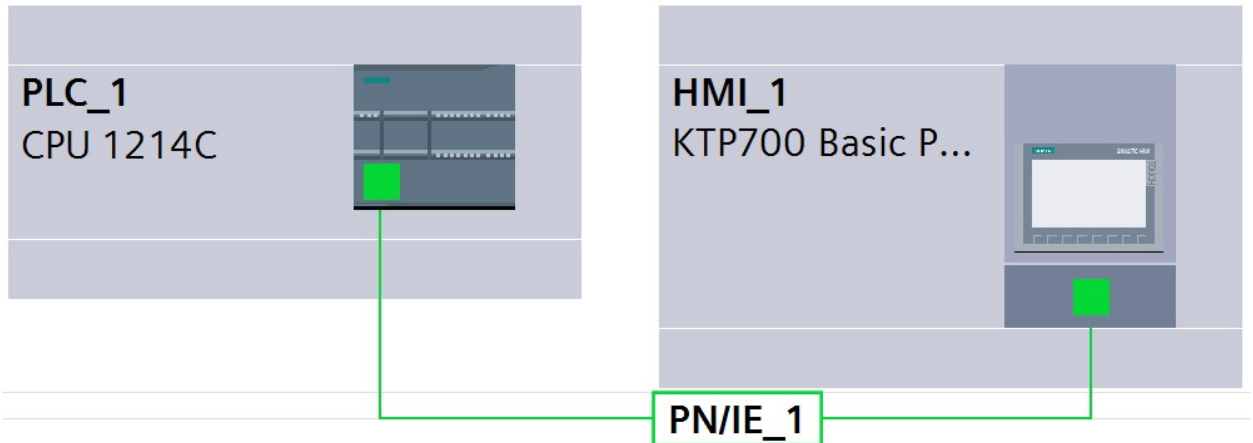


Рисунок 5.2 – Підключення КТЗ АС ППР ТА до персонального планшету в якості АРМ для експериментальних випробувань

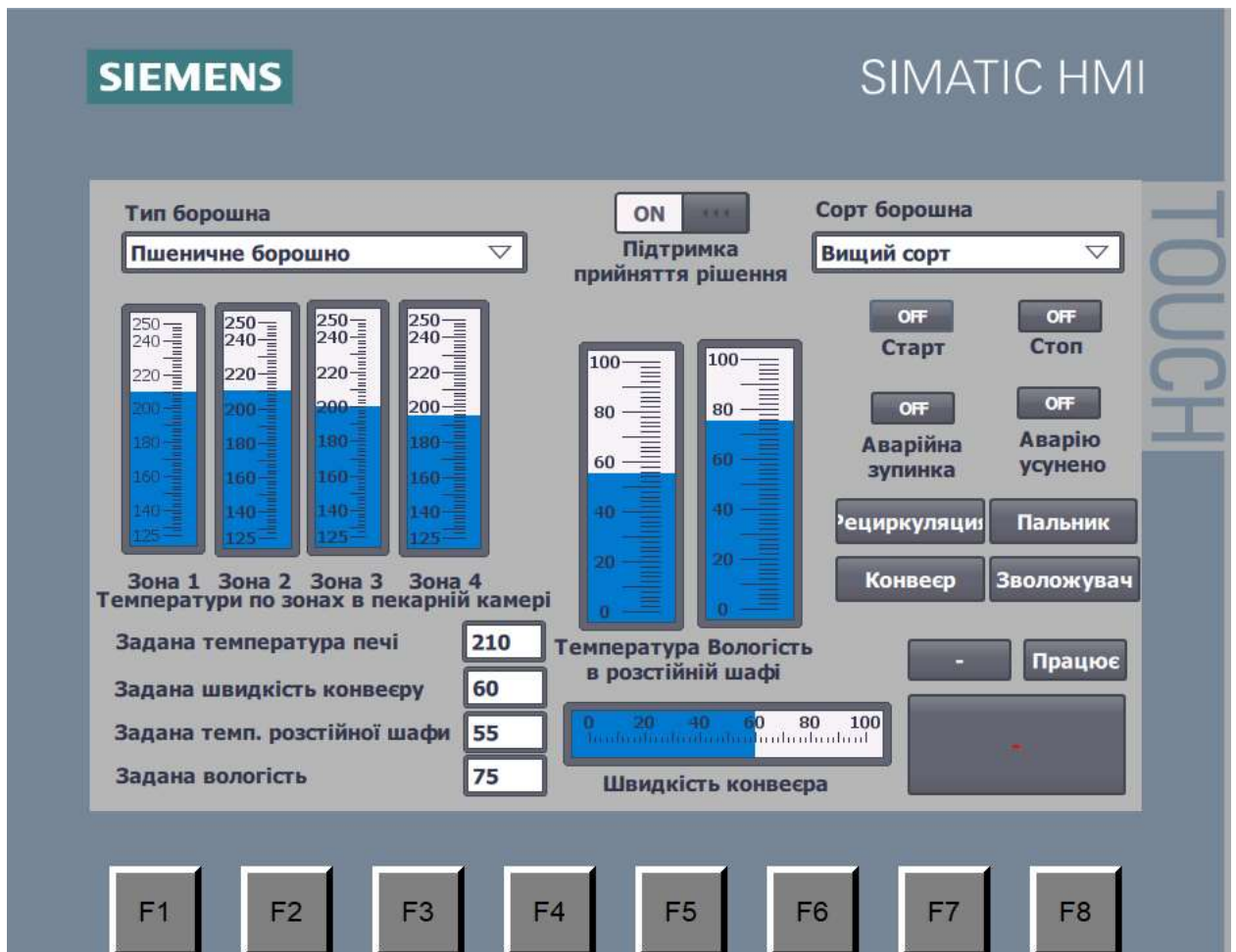


Рисунок 5.3 – HMI панель для експериментальних випробовувань

Суть експерименту в тому, що відправляючи різні, несуперечливі опису схемі технологічного процесу випічки хлібу запропонованих варіацій типу та сорту борошна домогтися отримання очікуваних рекомендацій по температурі, тривалості та стану вологи для розстійки та випічки, а потім показати можливість виходу з аварійних ситуацій.

5.3 Контрольний приклад для проведення

5.3.1 Підготовка до роботи та запуск випробовуваного стенду

Таблиця 5.1 – Послідовність дій при підготовці до роботи та запуску

№	Дія	Результат
1.	Перевірити цілісність проводів, з'єднань, наявність напруги живлення в мережі 220В	Цілісність не порушена, напруга живлення в мережі знаходиться в діапазоні від 200 до 250В
2.	Ввімкнути планшет	Планшет ввімкнувся, відкривається інтерфейс програми
3.	Запустити ТІА Portal 16 та відкрити в ньому проект Diploma Magister	На екрані відкрита програма ТІА Portal V16 із завантаженим проектом Diploma Magister
4.	Подати живлення з мережі 220В на – КТЗ АС ППР ТА	Через 10 секунд індикатор “RUN” на CPU 1241 засвітиться зеленим
5.	В середовищі ТІА Portal натиснути кнопку “Go online”	Через 10 секунд кнопка “Go online” стане неактивною, а кнопка “Go offline” – активною
6.	Відкрити блок даних “PLC Tags” та натиснути на кнопку “Monitor all”	Через 10 секунд після натискання кнопки колонка «Start value» стане помаранчевого кольору
7.	Обрати значення в полях Тип та Сорт борошна	Після цих дій дані відобразяться в колонці «Start value»
8.	Підготувати контрольний приклад на ЯСУ виду $A2^B1$, для чого в колонці “Start value” виконати присвоєння: A=2 B=1	У відповідних комірках в колонці “Start value” відобразяться введені значення

Демонстрація станів роботи агрегату через НМІ наведено нижче.

1) Перший стан(рисунок 5.4) – ми обираємо будь який тип борошна, в даному випадку «Пшеничне борошно» та сорт «Вищий сорт» з підтримкою рішень дані автоматично підставились в критерії: температура печі, швидкість конвеєру, температура та вологість в розстійній шафі. Натискаємо кнопку «Старт» і переходимо до другого стану.

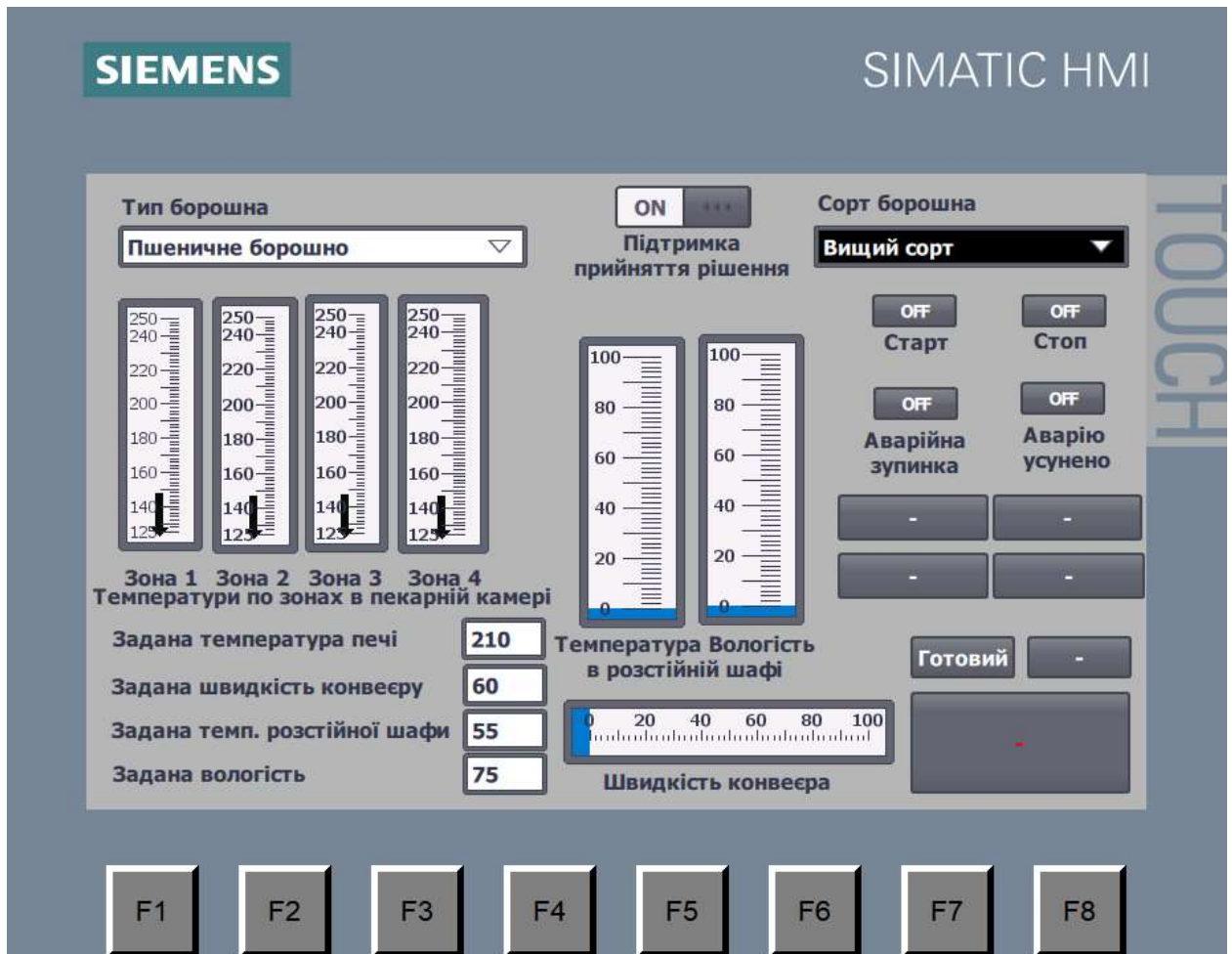


Рисунок 5.4 – НМІ експерименту – стан запуску

2) У другому стані (рисунок 5.5) працює рециркуляція, вказано, що агрегат працює і через 10 хвилин буде наступний етап.

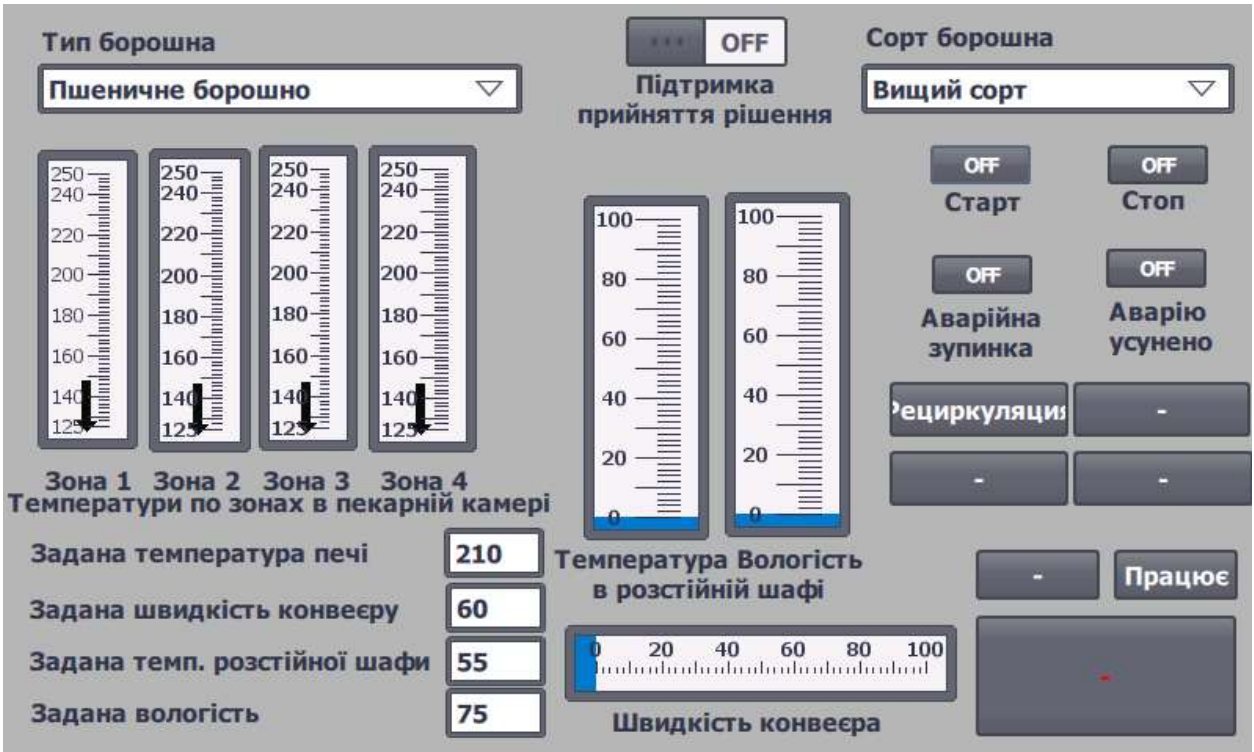


Рисунок 5.5 – НМІ експерименту роботи рециркуляції

3) На цьому етапі вмикається пальник і потихеньку почнуться підійматись температури,

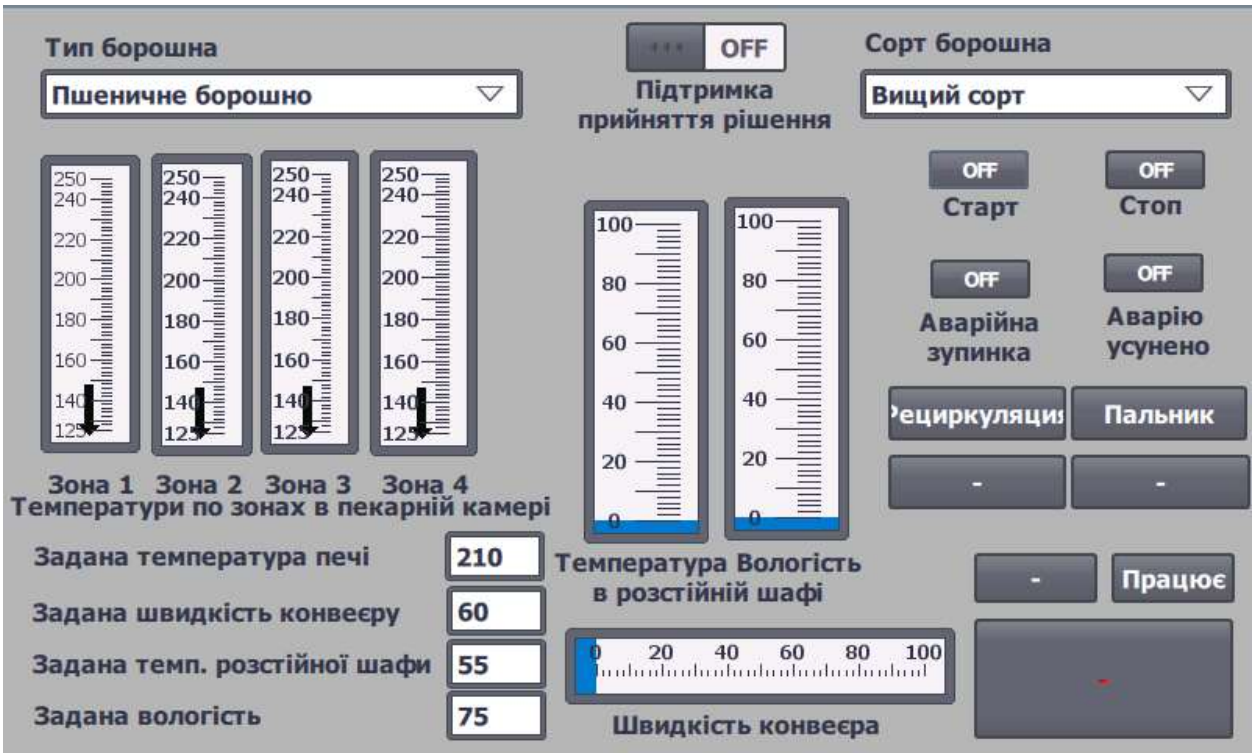


Рисунок 5.6 – НМІ АСУ Г4-РПА-30М

4) Коли позначка температури стає вище 100°C, вмикається конвеєр та зволожувач в розстійній шафі.

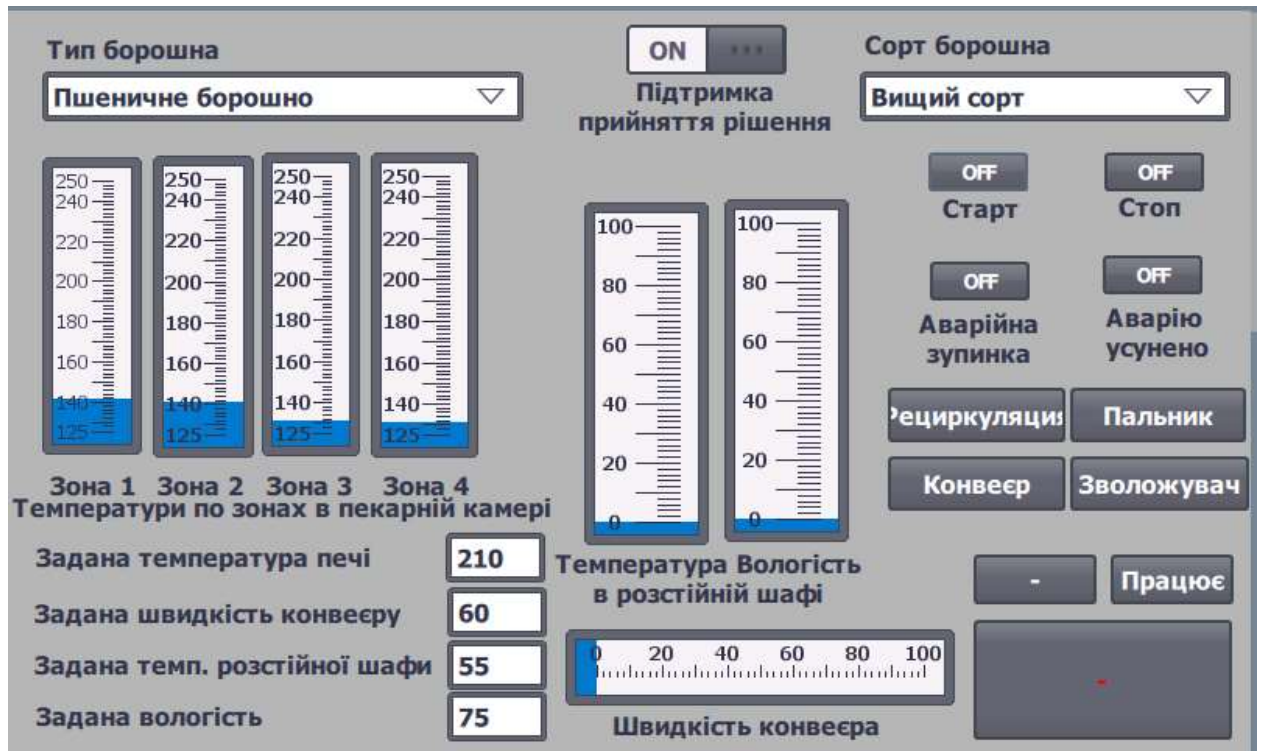


Рисунок 5.7 – НМІ робочого стану РПА

5) На рисунку 5.7 зображений вже робочий стан, але коли встановляться потрібні температури, вологість та швидкість конвеєру.

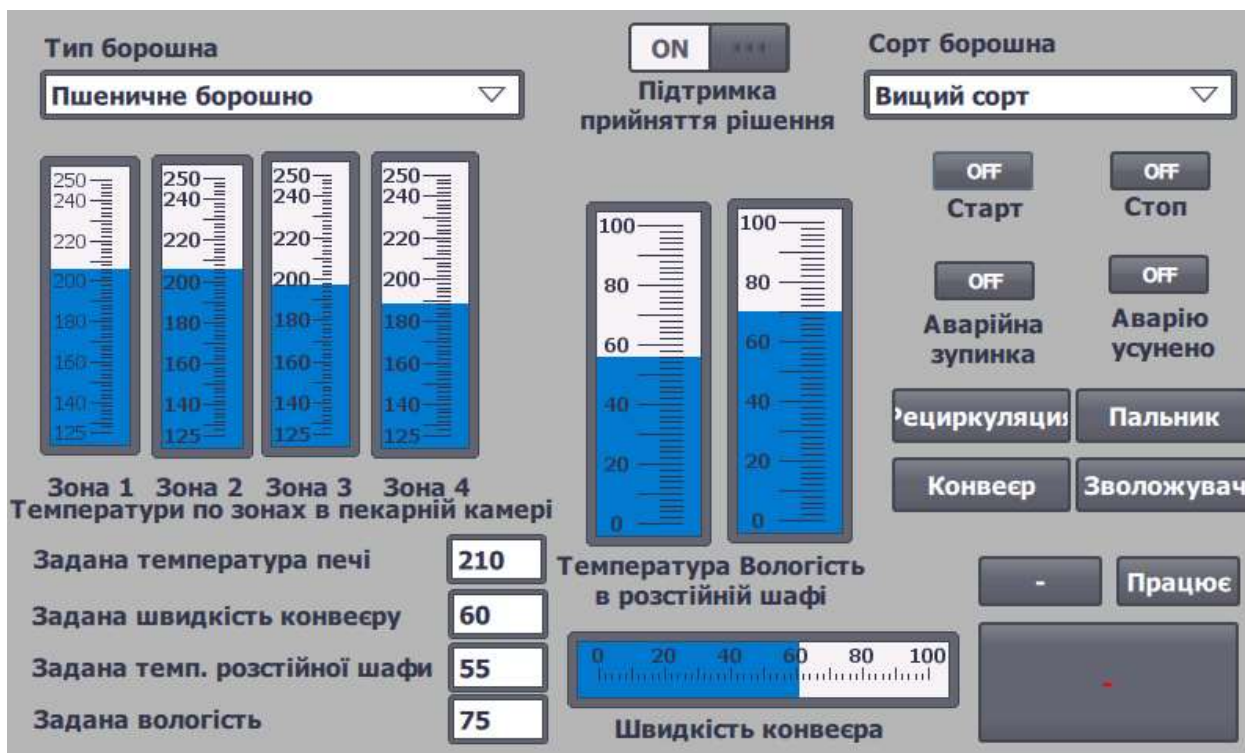


Рисунок 5.8 – НМІ нормального робочого стану

б) При натисканні на кнопку «Стоп», вимикається пальник і система поступово починає охолоджуватись. Коли опускається показник нижче 125°C в зонах пекарної камери 3 і 4, тоді переходимо до останнього стану.

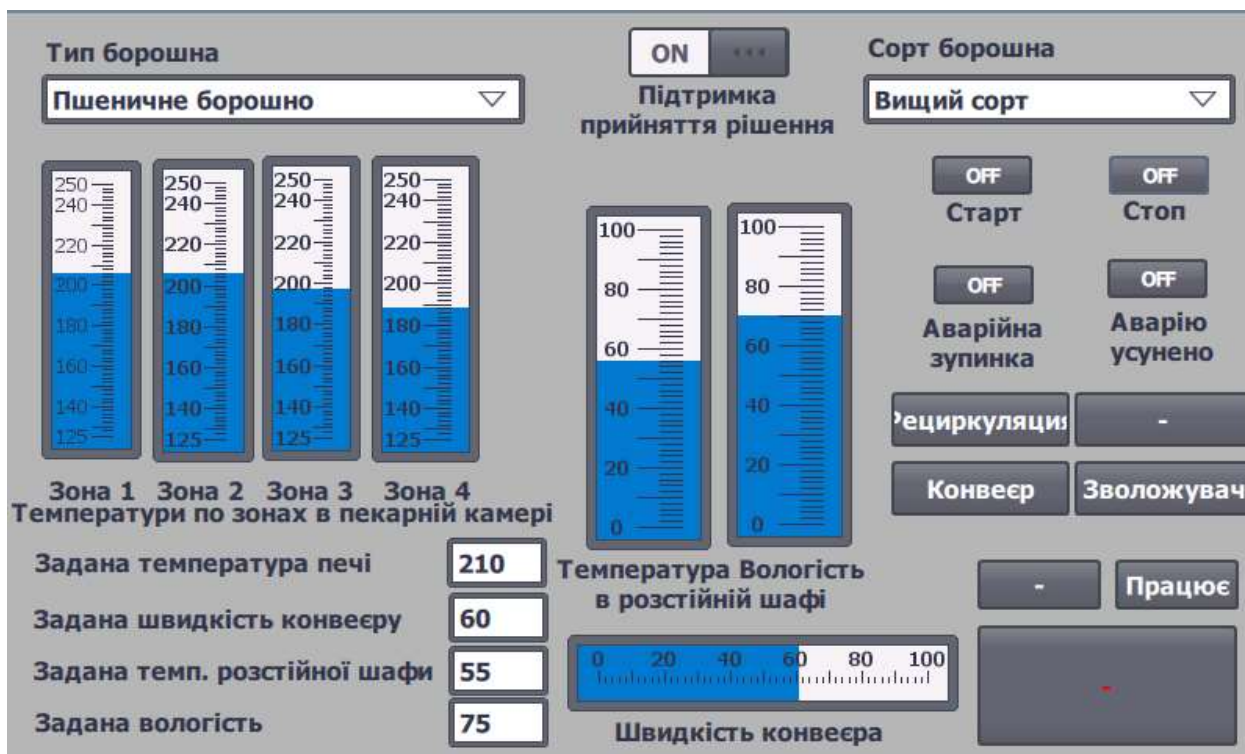


Рисунок 5.9 – НМІ з вимкненим пальником

7) Останній стан – «Повна зупинка», бачимо, що зникає зворотній зв'язок від агрегату, ми потрапляємо знову в стан «Простою», де вказано, що агрегат готовий до роботи.

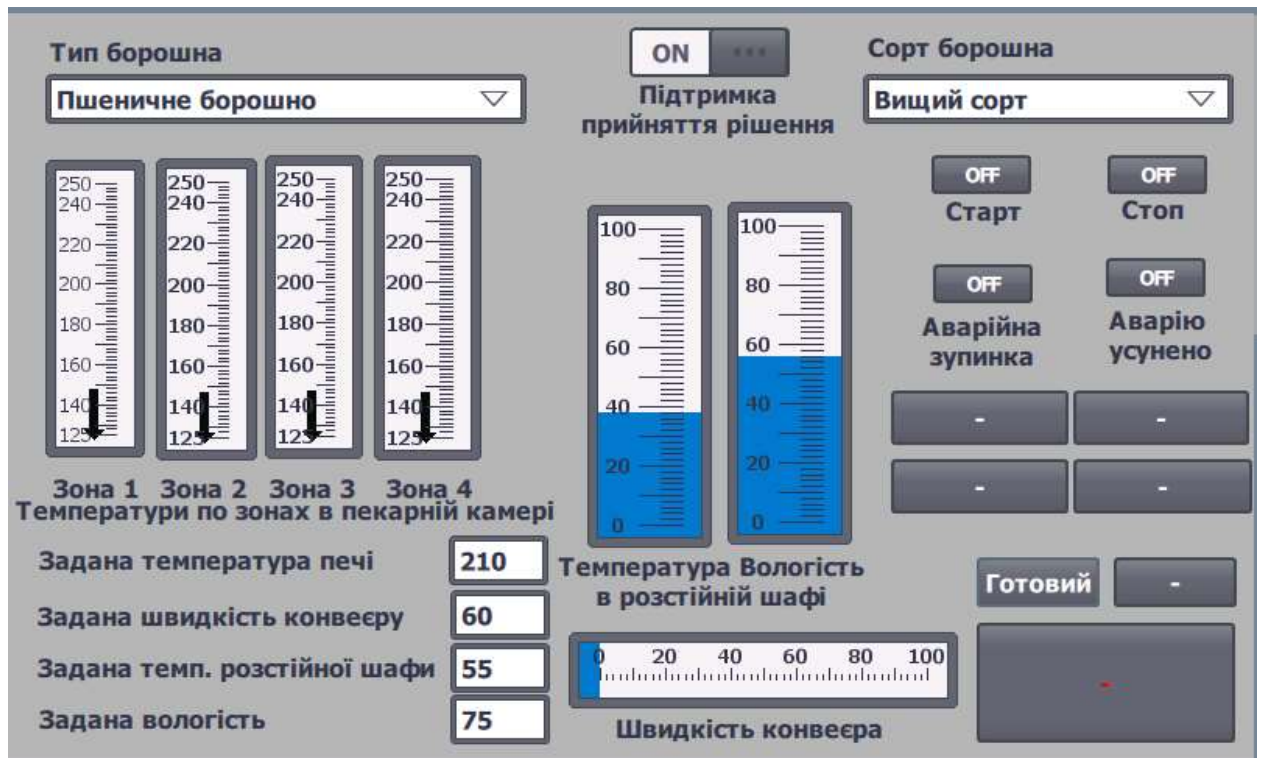


Рисунок 5.10 – НМІ агрегату в стані простою

5.3.2 Випробовування достатності опису

Послідовність дій при дослідженні достатності:

1. Підготувати контрольний приклад на МСК виду $A^{\wedge}B$, для чого на НМІ обрати тип борошна «Житньо-пшеничне» та сорт борошна «вищий сорт». Далі вмикаємо перемикач підтримки прийняття рішень і бачимо, що система автоматично підставила дані у відповідні комірочки на екрані НМІ.

$A=3$ (житньо-пшеничне борошно)

$B=1$ (вищий сорт)

Результат зображений на рисунку 5.11

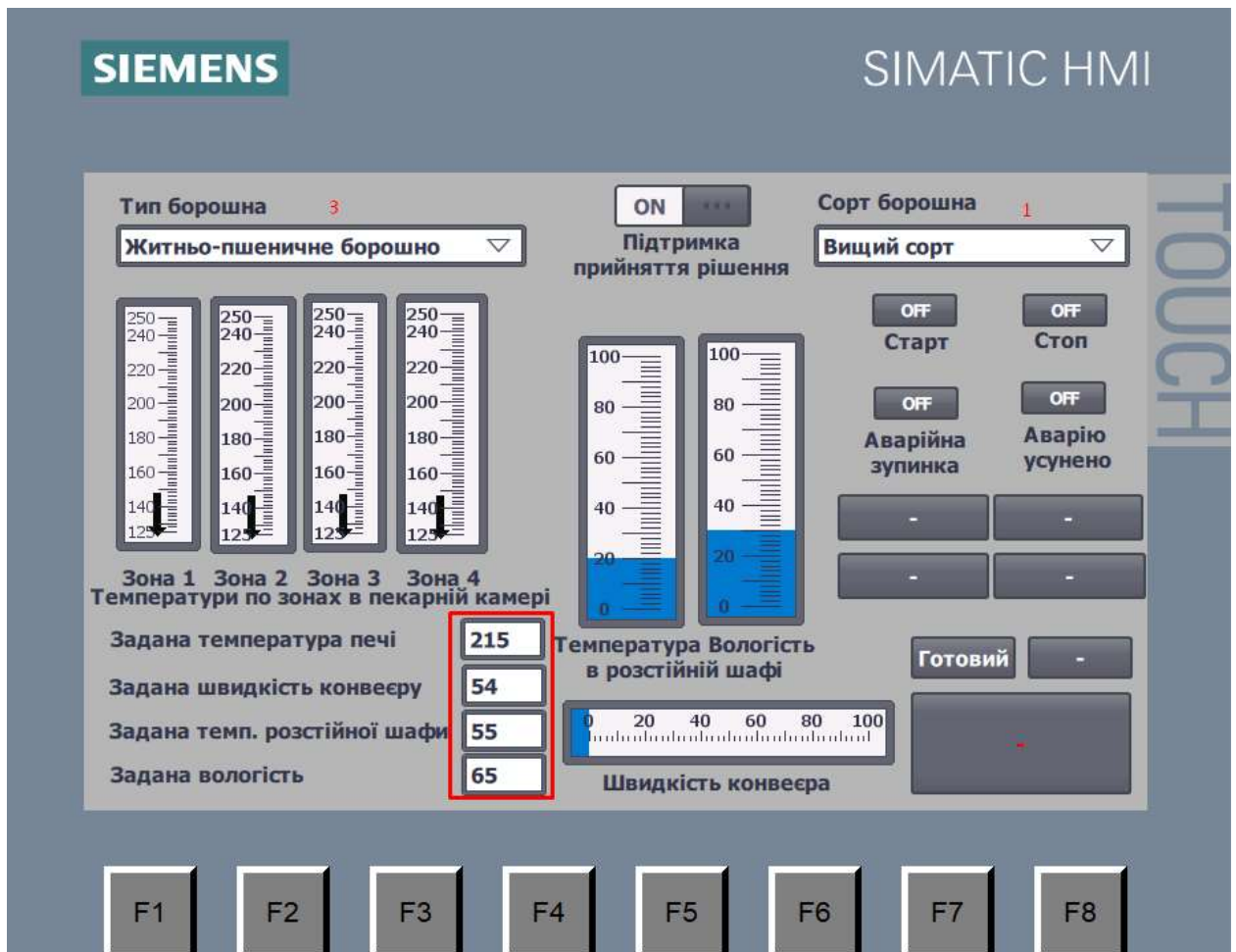


Рисунок 5.11 – Результат роботи планшетного симулятора на вхідні дані

2. Підготувати контрольний приклад на МСК виду $A^{\wedge}B$, для чого на НМІ обрати тип борошна «Пшеничне борошно» та сорт борошна «третій сорт». Далі вмикаємо перемикач підтримки прийняття рішень і бачимо, що система автоматично підставила дані у відповідні комірки на екрані НМІ.

$A=1$ (пшеничне борошно)

$B=4$ (третій сорт)

Результат зображений на рисунку 5.12

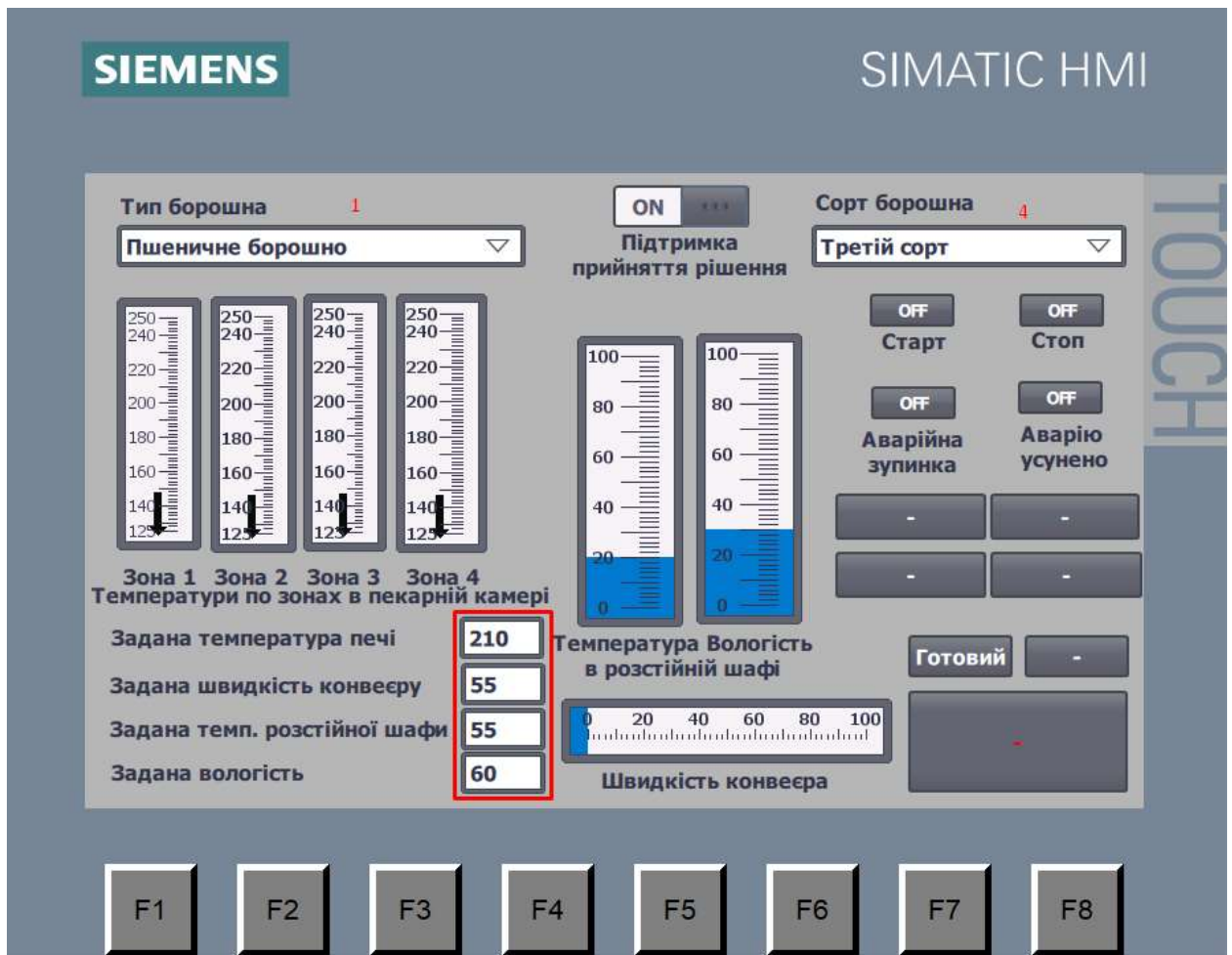


Рисунок 5.12 – Результат роботи планшетного симулятора на вхідні дані

3. Підготувати контрольний приклад на МСК виду $A^{\wedge}B$, для чого на НМІ обрати тип борошна «Пшеничне борошно» та сорт борошна «вищий сорт». Далі вмикаємо перемикач підтримки прийняття рішень і бачимо, що система автоматично підставила дані у відповідні комірки на екрані НМІ.

4.

$A=1$

$B=1$

Результат зображений на рисунку 5.13

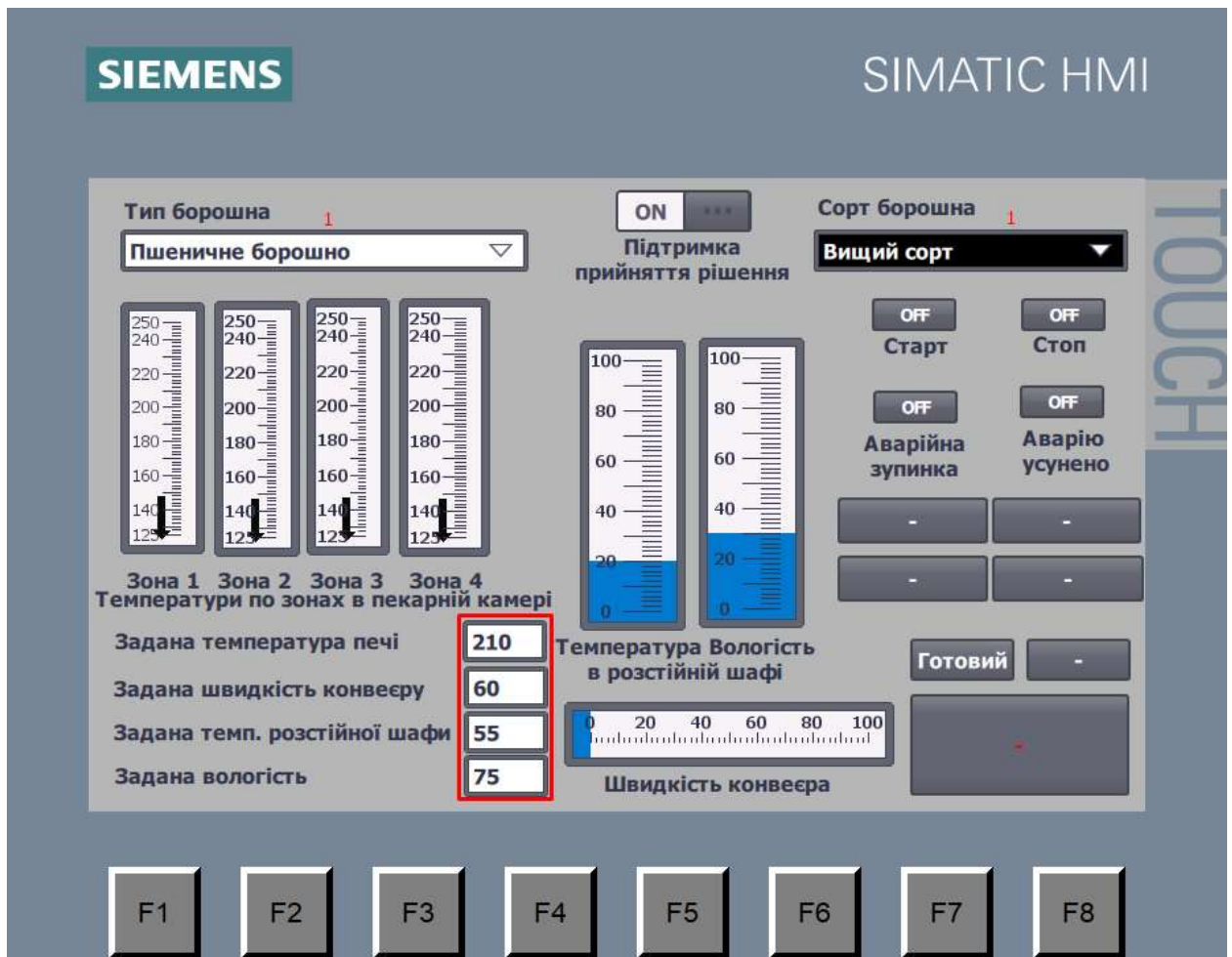


Рисунок 5.13 – Результат роботи планшетного симулятора на вхідні дані

5.4 Аналіз результатів експерименту

За результатами виконання контрольного прикладу було виявлено повну відповідність одержаних результатів заявленим.

Відповідність за п. 5.3.1 свідчить про справність програмно-апаратного комплексу.

Відповідність за п. 5.3.2 підтверджує наукове положення, висунуте в розділі 2 в частині достатності використання двох понять: сорту та типу борошна, з урахуванням його призначення в технологічній схемі розстійки та випікання відповідно до рецептур.

ВИСНОВОК

В даній випускній кваліфікаційній роботі була вирішена поставлена задача – розроблення методів прийняття рішень для автоматизованої системи управління кіберфізичною системою лінією випікання хлібу, а саме розстійно-пічним агрегатом виробничої дільниці «Клуб Чіпсів» компанії Snack Production.

Основні висновки та результати роботи зосереджені в наступному:

1. Проведено повний аналіз агрегату, технологічних циклів, інструкції щодо особливостей розстійки та випікання хлібу та в результаті чого виконаний синтез АС підтримки прийняття рішень технологом під час управління параметрами контурів управління обладнання розстійно-пічного агрегату Г4-РПА-30М.
2. Розроблена АС підтримки прийняття рішень технологом розстійно-пічного агрегату.
3. Розроблено програмне забезпечення АС підтримки прийняття рішень оператором розстійно-пічного агрегату.
4. Лістинг сформований вбудованими функціями середовища розробки ПІА Portal V.16.
5. Проведені експериментальні випробовування методів підтримки прийняття рішень технологом розстійно-пічного агрегату та підтвердити їх роботоздатність.

Таким чином, задача роботи, що складається з розробки методів прийняття рішень для автоматизованої системи управління параметрами налаштування контурів управління обладнання розстійки та випічки хлібу відповідно рецептурам виконана в повному обсязі.

Мета магістерської роботи – обґрунтувати параметри системи управління даними налаштування управління частотними перетворювачами агрегату Г4-РПА-30М.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Цвіркун Л.І. Комп'ютерні мережі. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами галузі знань 12 Інформаційні технології спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія: у 2 ч. / Л.І. Цвіркун, Я.В. Панферова ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2018. – Ч. 2. – 39 с.
2. Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи ступеня бакалавр студентки 123м-21-1 Шеки Т.М. –
http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/159003/%D0%9F%D0%97_%D0%A8%D0%B5%D0%BA%D0%B0.docx.pdf?sequence=1
3. «Зберігання і переробка продукції рослинництва» Г. І. Подпряттов, Л. Ф. Скалецька, А. М. Сеньков, В. С. Хилевич. - К.: Мета, 2002. — 495 с
4. Snack Production – <https://snackproduction.com.ua/ua/business>
5. «Режими випікання хліба» Бочков П. -
https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/21654/2/X_VSNTK_2017v1_Vochkov_P-Modes_ofbreads_baking_5.pdf
6. Стаття «Приготування здоби звичайної з борошна пшеничного з міцною клейковиною» - <https://ukrbukva.net/page,6,113409-Prigotovlenie-sdoby-obyknovennoiy-iz-muki-pshenichnoiy-s-krepkoiy-kleiykovinoiy.html>
7. Показники якості хлібу -
https://vuzlit.com/235536/pokazateli_kachestva_bezopasnosti_hlebobulochnyh_iz_deliy – https://znaytovar.ru/s/Tehnologicheskaya_liniya_proizvod24.html
8. Блок живлення 30 Вт (БП30Б-ДЗ-24) - <https://owen.ua/ru/bloki-pitanija-i-komutacii/bloki-pitanija-dlja-priborov-i-promyshlennoj-avtomatiki>
9. Модуль аналогового введення SM-1231 -
<https://mall.industry.siemens.com/mall/ru/ru/Catalog/Product/6ES7231-5ND32-0XB0>

10. Модуль аналогового виведення SM-1232 -
<https://mall.industry.siemens.com/mall/ru/ru/Catalog/Product/6ES7232-4HD32-0XB0>
11. Danfoss VLT Micro Drive FC 51 - <https://www.danfoss.com/uk-ua/products/dds/low-voltage-drives/vlt-drives/vlt-micro-drive-fc-51/#tab-overview>
12. KTP1000 Basic PN V3 –
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/us/Catalog/Product/6AV66470AF113AX0>
13. Розстійно-пічний агрегат Г4-РПА-Н4-30 / 20 –
<http://www.shemz.ru/shop/products/product/rasstojno-pechnye-agregaty-g4-rpa-n4-30n20n/>
14. Датчик вологості Hydro-Mix HT –
<https://ukrmap.kiev.ua/category/uk/vlaznost-hydro-probe-cifrovij-dacik-vologosti-dla-bunkeriv-zolobiv-i-konveeriv-osoblivosti.html>
15. Датчик температури ТСП 100 – <http://xn--90ahjlrcccjdm.xn--p1ai/catalog/tc-tcm-tcp/>
16. Simatic S7-1214C -
<https://mall.industry.siemens.com/mall/ru/ru/Catalog/Product/6ES7214-1AG40-0XB0>

Додаток А

Текст програми налаштування центрального маршрутизатора

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
НАЛАШТУВАННЯ МЕРЕЖІ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

Текст програми

Листів

АНОТАЦІЯ

Дана програма містить в собі частину програмного коду системи підтримки прийняття рішень технологом агрегату.

Текст програми реалізований на мові LAD для PLC Simatic.

Середовище розробки та налагодження - Siemens TIA Portal V.16, яка є сумісною з Windows 10.