

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

Інститут електроенергетики

(інститут)

Факультет інформаційних технологій

(факультет)

Кафедра інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії

(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня магістра**

студента Купренко Дар'ї Олегівни

(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 ділянки екстракції глютену підприємства глибокої переробки зерна»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
Кваліфікаційної роботи	доц. Ткаченко С.М.			
розділів:				
теоретичний розділ	проф. Цвіркун Л.І.			
синтез системи	доц. Бешта Д.О.			
розроблення програмного забезпечення	ас. Панферова Я.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	проф. Цвіркун Л.І.			

**Дніпро
2022**

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

_____ Гнатушенко В.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2022 року

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

студенту _____ Купренко Дар'я Олегівна 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 ділянки екстракції глютену підприємства глибокої переробки зерна»

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	26.11.2022
Експериментальний розділ	Проведення і обробка результатів експериментів	06.12.2022
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)

Купренко Д.О

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка : 60 с. , 11 рис. , 8 табл. , 8 джерел

Об'єкт розробки: кіберфізична система керування обладнанням ділянки виробництва глютену підприємства глибокої переробки зерна.

Мета: обґрунтувати параметри контуру агенту сушіння за температурним фактором обладнання.

Розроблена кіберфізична система сушарки глютену з можливістю інтеграції в якості підсистеми для систем керування глибокою переробкою зернових.

Система виконана відкритою на базі стандартного промислового контролера та промислової мережі ModBus. Забезпечує виконання наступних функцій:

- налаштування БЦВК для адміністрування;
- відображення стану контрольованого процесу, його запуск і зупинку;
- реєстрація змін режимів роботи обладнання, режимів роботи аварійного обладнання;
- регулювання температури замочування в технологічних рамках, контроль часу замочування паперової маси, вивантаження паперової маси;
- керування приводами подачі повітря та пари до кришки теплообмінника та суцільного фільтра;
- контроль стану заповнення приймального бункера обладнання. Розробка системи виконана відповідно до завдання на дипломну роботу магістра.

Розроблена система реалізована на елементній базі ОВЕН з використанням середовища розробки CODESYS V3.5.

Результати перевірки кіберфізичної системи надані вигляді графіків та таблиць, які наведені у пояснювальній записці або додатках.

ГЛЮТЕН, ЕКСТРАКЦІЯ, СУШАРКА, ДЕЗІНТЕГРАТОР., БУНКЕР

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	3
Зміст.....	4
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	6
ВСТУП.....	7
1 СТАН ПИТАННЯ І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	8
1.1 Огляд сфери та умов застосування системи	7
1.2 Огляд і характеристика об'єкта впровадження	9
1.3 Аналіз призначення та методів керування обладнанням технологічної ділянки	12
1.4 Огляд принципів керування технологічним процесом	14
1.5 Аналіз методів керування об'єктом автоматизації	15
ВИСНОВОК.....	17
2 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО СИСТЕМИ.....	17
2.1 Аналіз роботи обладнання	17
2.2 Аналіз робочого режиму	19
2.3 Розробка математичних моделей управління процесом.....	19
2.4 Синтез моделі керування теплогенератором	23
ВИСНОВОК	25
3 Розробка апаратної частини комп'ютерної системи підприємства.....	26
3.1 Розробка принципової схеми системи керування	26
3.1.1 Розробка вимог до принципової схеми системи керування	26
3.1.2 Аналіз входів і виходів КФС ДВК	30
3.2 Вибір елементної бази системи керування	43
3.3 Реалізація принципової схеми БКВК	43
ВИСНОВОК.....	45
4 Розробка програмного забезпечення нижнього рівня.....	46
4.1 Призначення та сфера застосування програмного забезпечення.....	46
4.2 Обґрунтування технічних характеристик програми	46
4.3 Опис розробленої програми.....	49
4.3.1 Загальні відомості.....	49
4.3.2 Функціональне призначення.....	49
4.3.3 Опис логічної структури програми.....	50
4.3.4 Використовувані технічні засоби	50
4.3.5 Виклик та завантаження	50
4.3.6 Вхідні, вихідні внутрішні дані.....	51

Висновок.....	52
5 Експериментальний розділ	53
5.1 Формулювання вимог до експерименту.....	53
5.2 Опис експерименту	53
5.3 Контрольний приклад для проведення випробувань.....	54
5.3.1 Підготовка до роботи та запуск випробувального стенду.....	54
5.3.2 Дослідження графів керування.....	56
5.4 Аналіз результатів експерименту.....	57
Висновок	58
Перелік посилань	60

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АРМ	–	автоматизоване робоче місце;
ПЕОМ	–	персональна електронно-обчислювальна машина;
КФС ДВК	–	Кібер фізична система керування ділянки виробництва крохмалю;
БКВК	–	блок керування виробництвом крохмалю;
БКП	–	блок керування процесом;
ПТ	–	пульт технолога
БДДВК	–	база даних ділянки виробництва крохмалю;
МПСК	–	місцевий пульт сушки крохмалю;
МПО	–	місцевий пульт оператора;
БЖ	–	блок живлення;
БПРР	–	блок переведення керування в ручний режим;
ВО	–	виконавчий орган;
ТС	–	телесигналізація;
БЖ	–	блок живлення;
ПЗ	–	програмне забезпечення;
СКБД	–	система керування базою даних.

ВСТУП

Супутнім продуктом глибокої переробки зерна на відповідних підприємствах є глютен та зерно. Приблизна вартість глютену становить приблизно півтори тисячі доларів за тонну на міжнародному ринку торгівлі. Екстракція глютену виконується у тому числі на вертикальних рецеркуляційних сушарках з використанням технічного глютену. Розробка і дослідження кіберфізичних систем таких сушарок входить до сфери діяльності магістрів спеціальності фахівців 123 Комп'ютерна інженерія. Використання подібних сушарок без обчислювальних і керуючих промислових засобів призводить до простоїв обладнання під час аварій, залучення додаткового обслуговуючого персоналу. Такий підхід у свою чергу призводить до виробничих витрат, та негативного впливу людського фактору. Це збільшує вірогідність технологічних помилок під час експлуатації, а також витрати, пов'язані з безпекою та виробничою гігієною.

Таким чином, виникає актуальна задача побудови кіберфізичних систем сушарок глютену.

Тема даної кваліфікаційної роботи – обґрунтування структури та параметрів кіберфізичної системи ділянки екстракції глютену у складі контура регулювання температури агента сушіння, контура керування класифікатором фракцій частинок глютену, контура керування дезінтегратором глютенowego напівфабрикату. Профільна розроблювана система спрямована на зменшення простоїв обладнання і кількості обслуговуючого персоналу.

Вибрана тема пов'язана з господарчою діяльністю компаній, які працюють у сфері харчової промисловості.

1 СТАН ПИТАННЯ І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Огляд сфери та умов застосування системи

В якості додаткового продукту глибокої переробки зерна виступає крохмаль. Зернові в Україні рідко використовуються на спеціалізованих крохмально-патокових фабриках, але залучається як джерело глютену при виробництві спирту. Надлишки крохмалю у вигляді сухої клейковини і різних сумішей, отриманих з її використанням, широко використовуються у виробництві борошняних кондитерських виробів, але основним споживачем продукту є підприємства борошномельно-хлібопекарської промисловості. Своїм існуванням пшеничний хліб зобов'язаний глютену - він є основою хлібопекарських властивостей борошна. [1]

Суші суміші часто використовують для панірування і глазурування деяких харчових продуктів, оскільки використання рідкої і сухої крихти для смажених продуктів викликає багато труднощів, особливо для заморожених продуктів. Ще один спосіб використання глютену – це приготування готових до вживання сухих сніданків, які включають пшеницю або жир, вівсяні висівки, сухофрукти, горіхи, мінеральні добавки та вітаміни. Щоб знизити витрати на виробництво клейковини, необхідно правильно використовувати технологічний шлях, особливо процес приготування. Обладнання виготовляється в Україні та за кордоном і поставляється без автоматизованих систем. Виникає завдання автоматизувати лінію глибокої переробки клейковини, в тому числі й напрям виробництва крохмалю.. У даний проміжок часу процес виробництва крохмалю не є автоматизованим процесом. Це збільшує витрати на виробництво, оскільки потрібен додатковий персонал. При роботі працівників, можливі похибки в технологічній операції і підвищення собівартості продукції, пов'язані з запобіжними пристроями і виробничою антисанітарією. Для того, щоб уникнути цих проблем необхідно спростити завдання діагностики збоїв. Якщо вирішити проблему автоматизації, то зменшиться кількість обслуговуючого персоналу, а також простої устаткування.

Отже, метою цієї кваліфікаційної роботи є підвищення

енергоефективності ділянки виробництва крохмалю.

Дана тема стосується спеціалізованих підприємств харчової промисловості з акцентом на зниженні собівартості спирту та супутньої продукції за рахунок скорочення простоїв та оснащення обладнання.

1.2 Огляд і характеристика об'єкта впровадження

Отже, глибока переробка глютену складається з наступних етапів :

- первинна очистка, приймання зерна та складування.
- помелення є першою операцією переробки за рахунок скорочення частки лушпиння. Додатково в цей процес включається процес перемелення з різним ступенем подрібнення сировини.
- екстракція крохмалю, що включає в цей процес відділення крохмального молочка;
- виготовлення спирту, а також утилізація тонкої барди, що включає в себе відбір метану;

Є багато підприємств, які займаються глибокою переробкою глютену, а також використовують різні технології виробництва глютену, але в цьому випадку, тому що він є побічним продуктом виробництва спирту, лінія включає змішувач-замочувач, шнековий сепаратор для клейковини, або А - глютену, а також установка для сушіння глютену.

Температура сушильної речовини та нагрівання глютену мають великий вплив на продуктивність сушарки, а також на якість глютену. З підвищенням температури сушарки підвищується температура глютену та інтенсивність випаровування вологи. Однак температура глютену повинна бути в межах, які зберігають якість глютену. Якщо знехтувати температурою сушіння клейковини, наприклад низькою температурою, продукт не буде якісним, тому що крохмаль не висушиться, або сушіння триватиме довше, що нерентабельно. Якщо встановити високу температуру трапиться перегрів, то якість продукту буде втрачена і він не буде придатний для інших виробництв.

На рисунку 1.1 зображена ділянка технологічного виробництва крохмалю, який використовується при виробництві спирту [2].

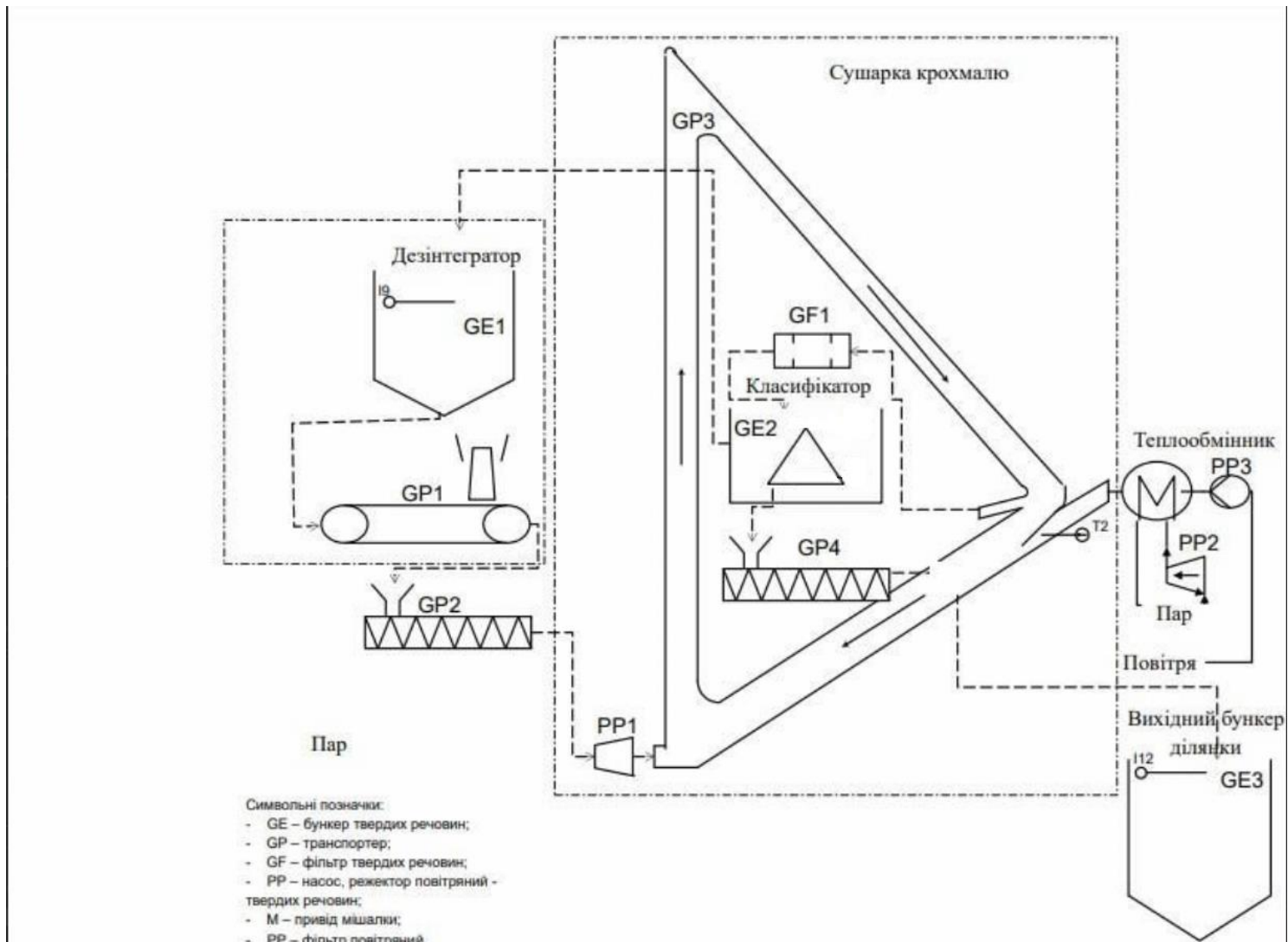


Рисунок 1.1 -Типова технологічна ділянка виробництва крохмалю

Згідно рисунку 1.1, ділянка виробництва глютену складається з наступних основних елементів: фільтр твердих речовин, бункер твердих речовин, насос, транспортер, привід мешалки, фільтр повітряний, режектро повітряний твердих речовин, вхідний бункер ділянки, насос.

Устаткування системи, що зображена на рисунку 1.1 має такі символічні позначення:

GE - бункер твердихречовин;

GF - фільтр твердих речовин;
GP - транспортер;
PP - насос, режектор повітряний - твердих речовин;
M - привід мішалки;
PP - фільтр повітряний.

Технологічний лист виконаний відповідає європейській системі позначень і виконано в MS Visio 2007 і, прийнятих для опису технологічних процесів.

Глютен склеюються і проходить через бункер дезінтегратора, після чого шнековим конвеєром продукт подається в сушарку. Якщо повітря потрапляє в сушарку, коли клейковина важка, воно залишатиметься під краями сушарки, поки не передасть вологу осушувачу. Згодом він стає легшим і може наблизитися до внутрішньої стінки сушарки. Коли продукт надходить до сортувальника для наступного центрифугування, частини клейковини також повертаються в сушарку для повторного висихання. Закінчений продукт вона потрапляє в бункер для зберігання.

Оскільки площа виробництва крохмалю складається з окремих обладнань, для вирішення проблеми автоматизації проведемо аналіз призначення і методів керування системою. Дана система повинна бути виконана з контролером.

У високотемпературних сушарках температура сушильного агента досить

висока, і якщо глютен залишиться в контакті з сушильним агентом до досягнення рівноважної вологості, відбудеться жорстке пересушування. Отже, сушіння продовжується до необхідних значень висушування глютену, після чого глютен охолоджують перед завантаженням на зберігання.

1.3 Аналіз призначення та методів керування обладнанням технологічної ділянки

Розмочена маса крохмалю, яка раніше була підготовлена подається в приймальний бункер подрібнювача з ділянки розварювання і замочування

Потім власною вагою він проходить із ріжучого бункера до косарки A1-VZ-3H за допомогою запірного крана GEMU B27. Подрібнювач необхідний для подрібнення втрачених шматочків натуральної клейковини для подальшого сушіння крохмалю [3]. Роздроблена клейковина по конвеєру транспортується до пасивного проектора PP1 сушарки крохмалю.

Сушарка для глютену являє собою вертикальний циркуляційний контур GP3, де технологічна суміш спочатку починає циркуляцію при температурі 70 ... 90°C під тиском гарячого повітря 1,1 бар. Повітряний струм і модифікований крохмаль видаляють природні частинки глютену з проектора і частково видаляють надлишок води. Крохмаль під час обробки повністю висихає. Підготовлена суха суміш крохмалю вдувається з рециркуляційного контуру в стаціонарний фільтр, який обладнаний витяжним вентилятором. Зібрана вище вказана суміш крохмалю розкладається у центруючому сортувальнику, який розподіляє від готової суміші великі збиті гранули крохмалю, а потім продукт повертається під дією тяжіння в ємність для гранулювання та обробки.

Повітря для сушарки подається через теплообмінник, який працює за допомогою повітряного насосу і парового насосу із встановленим тиском 10 бар..

Граничні верхні рівні на пів готової суміші та готового продукту в сховищах мають контроль за допомогою датчиків вимірювання ємності.

Температура в змішувачі-замочувателі і сушарці глютену контролюється термісторами

Все обладнання запускає силовій шафі на основі пускачу і також проміжних реле Кіррбор RP - 405 DL [4].

Таблиця 1.1 – Електромеханічні характеристики Кіррбор RP - 405 DL:

Номінальна напруга живлення котушки UN	постійний струм	12/24 В
	змінний струм	12/24/110/220 В
Напруга вмикання (при 25 °С)	постійний струм	не менше 0,75UN
	змінний струм	не менше 0,80UN
Напруга вимикання (при 25 °С)	постійний струм	не більше 0,10UN
	змінний струм	не більше 0,30UN
Граничне значення напруги котушки (при 25 °С)		1,10UN
Потужність котушки	постійний струм	0,9 Вт
	змінний струм	1,2 ВА
Опір пробою	постійний струм	не менше 1000 В ~ протягом 1 хв. (струм витоку 1 мА)
	змінний струм	не менше 1500 В ~ протягом 1 хв. (струм витоку 1 мА)

Для того, щоб система працювала, необхідно сила струму приблизно 1.16 А.

Технологічного обладнання, яке використовується в даному процесі, очищається вручну 2 рази на місяць. Після проведенні аналізу на місці з, робимо висновок, що процес глибокого переробки крохмалю є найважчим при контролі змішувачів та сушарок, але основні елементи ділянки можна класифікувати та віднести до кожного об'єкта контролю. Таким чином, для вирішення питання потрібно провести аналіз елементів керування та методів обладнання, яке використовується в системі роботи, а також продемонструвати обладнання, яке використовується в системі роботи у вигляді схеми «вхід-вихід» та в контролі внутрішньої моделі.

1.4 Огляд принципів керування технологічним процесом

Для контролю технічного обладнання на ділянці глибокого переробки крохмалю виконується персоналом у ручному режимі за допомогою місцевих пультів та силових автоматів живлення.

Якщо приймальний бункер кожного апарату для транспортування сировини не повністю заповнений, ми можемо мати до нього доступ до бункеру незалежно від робочого стану наступного технологічного пристрою в апараті. Для доставки напівфабрикатів до сушарки повинні бути запущені всі насоси, якими обладнана сушарка, а температура повітря повинна бути не менше ніж 80 °С за рахунок циркуляції повітря.

Можна працювати з сушаркою з дуже низьким вмістом глютену в сортувальному бункері. Оператор сушарки здійснює процес керування за допомогою ПК сушарки.

Керування транспортувальною смугою та перетворювача гранул здійснюється за допомогою трьох електромеханічних пристроїв, які встановлені на одній ділянці.

Технічні засоби мають суворо визначений набір виконуваних вручну технічних операцій. Також є повний набір датчиків і виконавчих механізмів, на основі яких може бути побудована система управління технічною сферою виробництва крохмалю. При розробки цієї системи необхідно проаналізувати методи керування об'єктами системи.

1.5 Аналіз методів керування об'єктом системи

Управління обладнанням на ділянці виробництва крохмалю пов'язане з його перетворення з одного стану в інший.

Дезінтегруючий прилад має наступні штатні стани:

1. Процес завантаження - не подається команда на пуск або не працює підпорядковане обладнання, закрита засувка бункера подрібнювача, закриті подавальний транспортер і молоток подрібнювача, не працює транспортер підготовлених напівфабрикатів.

2. Процес роботи - подається команда на пуск, працює підпорядковане обладнання, відкривається засувка бункера дезінтегратора, відкривається подаючий конвеєр і молоток дезінтегратора, відкривається конвеєр підготовлених напівфабрикатів.

Сушарка глютену має наступні заводські стани:

1. Простій - команда запуску не подається або приймальний бункер обладнання нижнього рівня заповнений, нагнітач повітря не увімкнений, паровий насос теплообмінника не увімкнено, витяжний вентилятор твердого фільтра не увімкнено. Класифікуючий пристрій вимкнено, транспортувальна смуга готового продукта також відключена.

2. Робота - при подачі команди на пуск приймальний бункер підпорядкованого обладнання не заповнений, працює процесор нагнітання повітря, паровий насос теплообмінника, витяжний вентилятор твердого фільтра, класифікатор, конвеєр готової продукції, якщо нижній датчик класифікатора не активований, він увімкнений або вимкнений..

Вихідний бункер ділянки має наступні штатні стани:

1. Готовий - датчик верхнього рівня не спрацював.
2. Заповнений - датчик верхнього рівня спрацював.

Якщо датчики бункеру ділянки мають наступні показники, то робота такого обладнання вважатиметься аварійною.

Можна зробити висновок, що процес глибокого переробки глютену можна поділити на самостійні процеси. Враховуючи технічний стан і час затримки, синхронізацію агрегатного блоку, управління технологічним процесом спрощено для реалізації управління агрегатом. Завдяки наявним бункерам на виробничій ділянці та тривалому процесу замочування можлива асинхронність, але загальний алгоритм визначається чистотою вихідного бункера на місці. Щоб вирішити проблему процесу управління необхідно вивчити існуючі методи.

Мета магістерської роботи – обґрунтувати параметри контуру агенту сушіння за температурним фактором.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- синтезувати замкнуту модель;
- синтезувати комп'ютерну підсистему;
- синтезувати комп'ютерну підсистему;
- розробити програмне забезпечення ;
- виконати експериментальне дослідження адекватності запропонованої системи;

Ідея роботи – забезпечити стабільний вологовідбір від напівфабрикату глютену можливо шляхом впровадження контуру агенту сушіння, який впливає на температуру сушки за допомогою потоку теплоносія від вентилятора теплообмінника.

Основне завдання роботи – обґрунтування параметрів регулювання температури агента сушіння у складі системи керування теплогенератором у складі сушарки зерна.

ВИСНОВОК

Отже, предметом дослідження є процес регулювання температури агента сушіння за допомогою завдання швидкості потоку повітря в теплобміннику. Актуальність проблеми зумовлена збитками підприємств щодо причину неякісного сушіння глютену. Наразі проблема вирішується шляхом ручного регулювання температури теплогенератора згідно інструкцій з сушіння.

2 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз роботи обладнання

Проведемо аналіз обладнання та режимів роботи сушарки щодо виявлення необхідності управління в цих режимах.

Глютен склеюються і проходять через бункер дезінтегратора, далі шнековим транспортером подається продукт у сушарку. Якщо в сушарку надходить повітря, поки глютен важкий, він знаходиться під краями сушарки, поки не віддасть вологість агенту сушіння. Згодом він стає легшим і може наблизитися до внутрішньої стінки сушарки. Далі потрапляючи на класифікатор на додаткову центрифігу тяж частини глютену потрапляють повторно в сушарку для проходження повторної сушіння. Готовий продукт потрапляє у бункер для збереження.

Управління автоматичним дозатором. Наявність палива в бункері палива відстежується, але не використовується в контурах управління сушаркою. І паливний бункер, і сушильний барабан можуть завантажуватись вручну або завантажувальними шнеками під ручним керуванням або під керуванням іншої системи. Контроль наявності матеріалу в сушильному барабані – періодичний візуальний 1 раз на 4 години. Управління сушильним барабаном і розвантаженням сухого палива здійснюється за командами оператора через систему управління. Інший принцип управління тут не потрібний.

Зупинка системи починається із припинення роботи дозатора паливного бункера. Після того, як все відмірене раніше паливо буде передано в топку, температура в камері допалювання впаде і існуюча система відключить

вентилятори, причому вентилятор витяжки буде відключений через 60 секунд після відключення інших.

Очевидно, що система не може бути швидко запущена та швидко зупинена. На її зупинку потрібно щонайменше 4-5 хвилин, на розпал – щонайменше 2 годин. Тому ніякі контури ПАЗ сушарки не повинні мати можливість різко перервати роботу і ніякі керуючі впливу новоствореної КСУ не повинні керувати безпосередньо температурою. Доцільно залишити вже існуючу систему управління в якості локального контуру КСУ ТГ СЗ, що розробляється.

2.2 Аналіз робочого режиму

Параметром регулювання є температура агента сушіння, а регулюючим швидкість обертання вентилятора.

Продуктивність сушарки становить близько 48 тонн за добу за умови одного проходу. Таким чином, сушарка пропускає 2 тонни за добу, 33.33 кг глютену на хвилину або 0.56 кг на секунду.

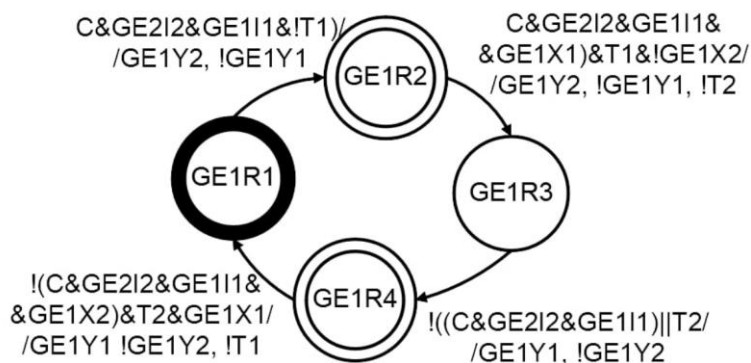
Сучасні засоби контролю вологості глютену у потоці дозволяють вимірювати вологість глютену з точністю до 0,5% (в абсолютних одиницях)

Похибка вимірювання вологості становить 3,33%, щов перерахунку на тонну глютену дасть відхилення в 33,33 кг.

2.3 Розробка математичних моделей управління процесом

Оскільки все обладнання ділянки є дискретно-керованим, КСУ УЕГ має використовувати дискретні рівняння станів обладнання ділянки у формі вхід-вихід.

Виходячи з таблиці 5.1 та аналізу роботи в пункті 1.5, всі стани вхідного бункера ділянки можуть бути описані графом:



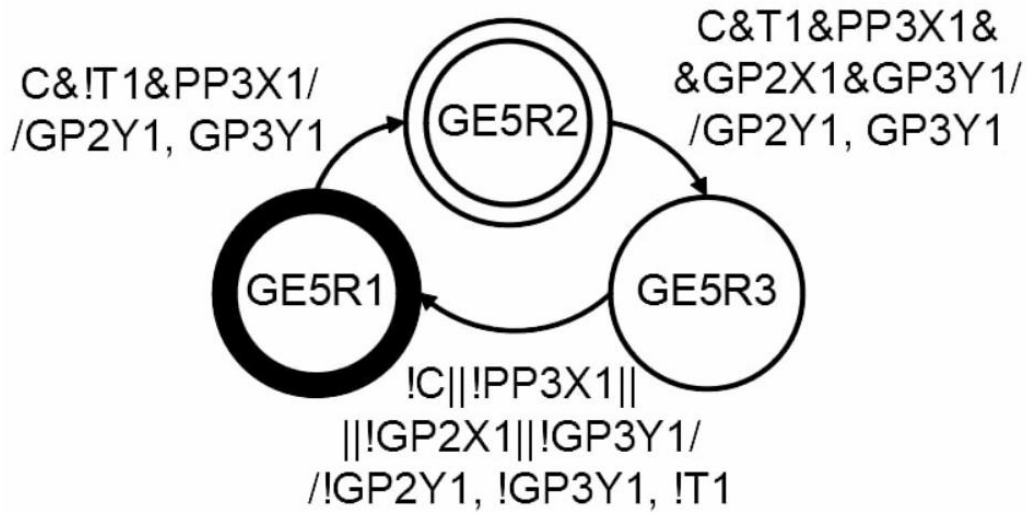
Малюнок 2.1 – Граф станів вхідного бункера ділянки

Усі стани змішувача-замочувача можуть бути описані графом:



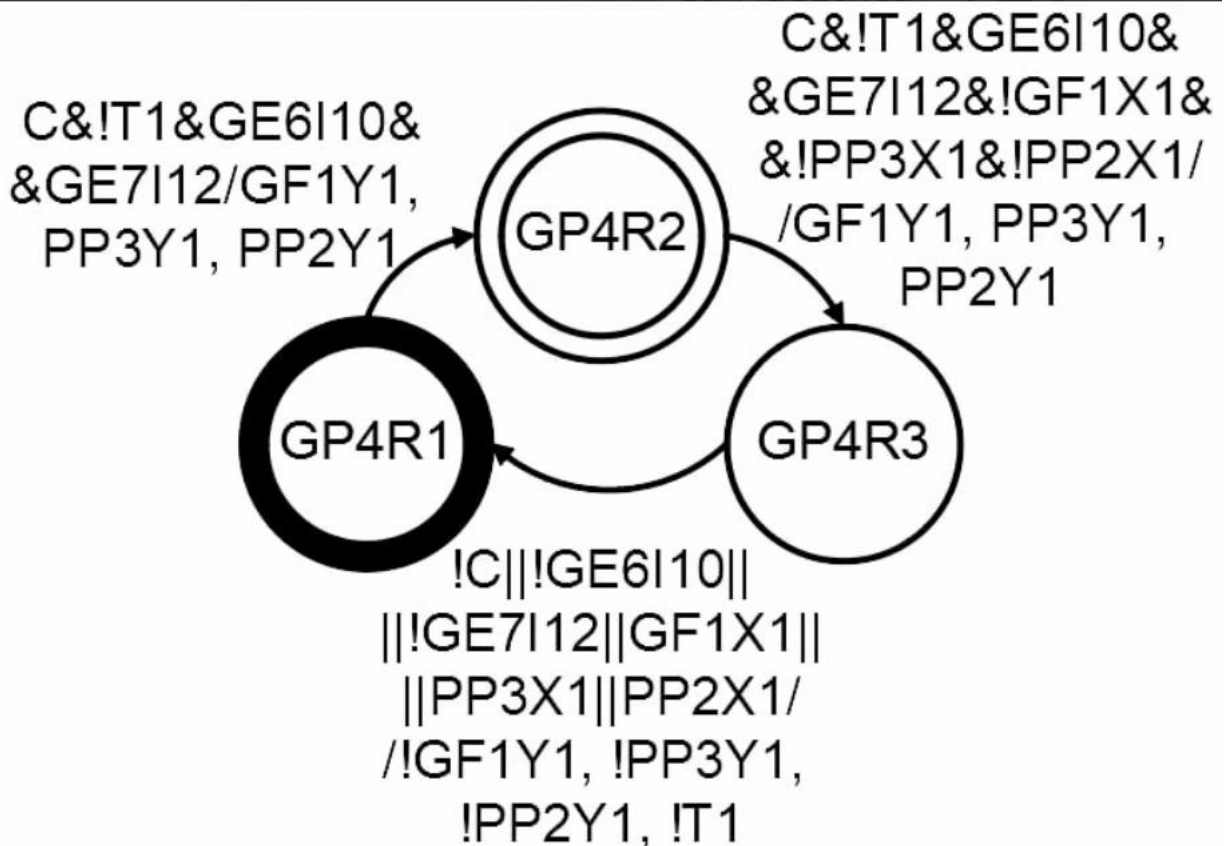
Малюнок 2.3 – Граф станів змішувача-замочувача

Стани дезінтегратора об'єднані зі шнеком подачі на сушарку і можуть бути описані графом:



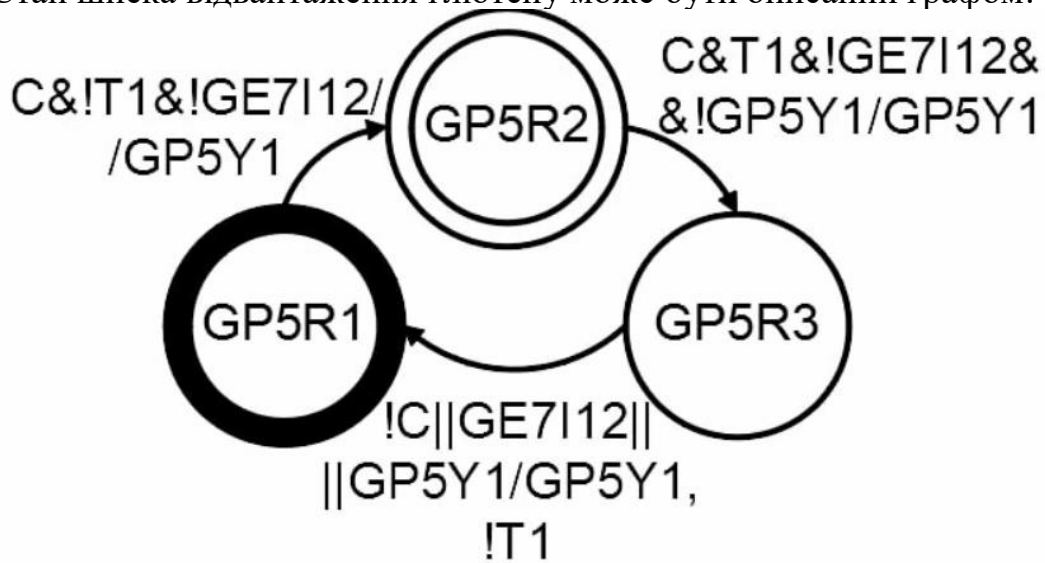
Малюнок 2.3 – Граф станів дезінтегратора

Стан сушарки виражені насамперед через стани теплообмінника та фільтра твердих речовин і можуть бути описані графом:



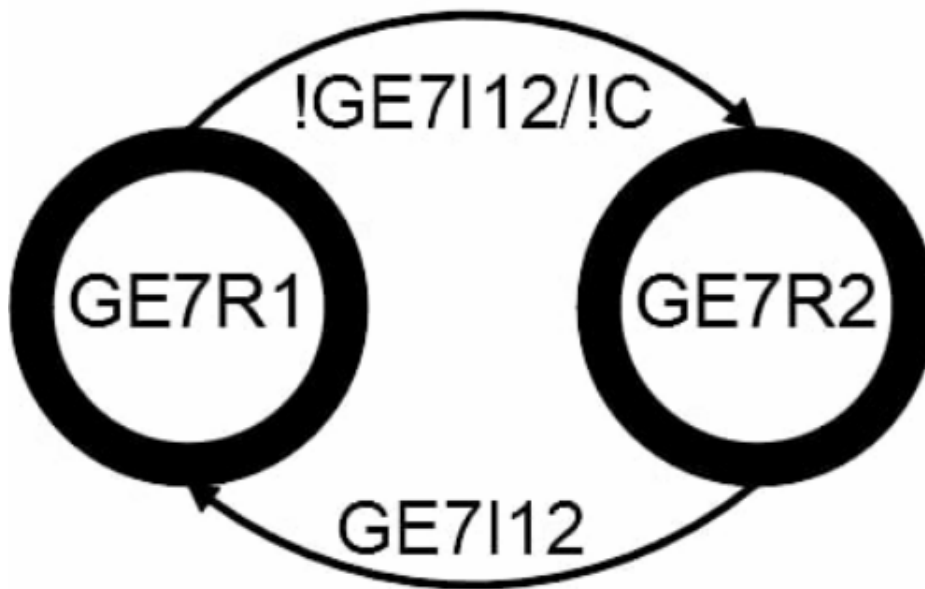
Малюнок 2.4 – Граф станів класифікатора

Стан шнека відвантаження глютену може бути описаний графом:



Малюнок 2.5–Граф станів шнека відвантаження глютену

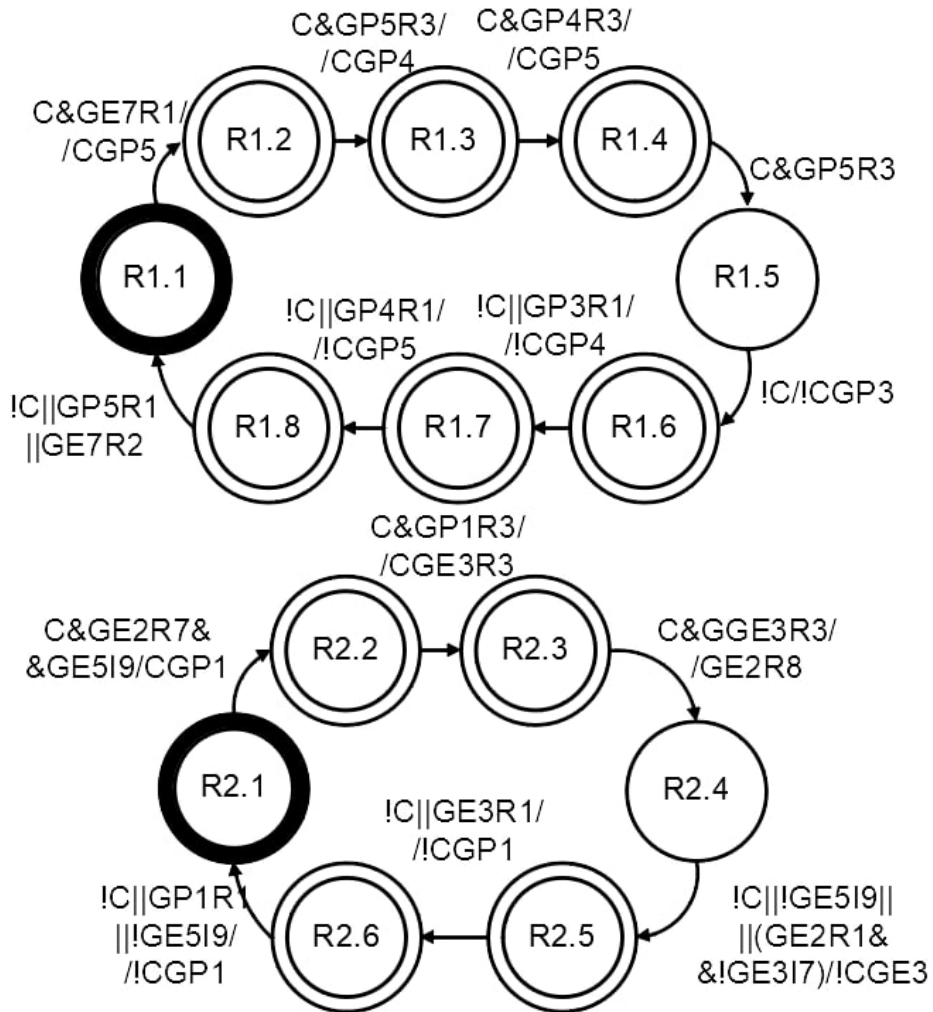
Вихідний бункер ділянки має стан, який може бути описаний графом:



Малюнок 2.6 – Граф станів вихідного бункера ділянки

Інші комбінації вхідних сигналів вважаються аварійними та виводять обладнання у вихідний стан.

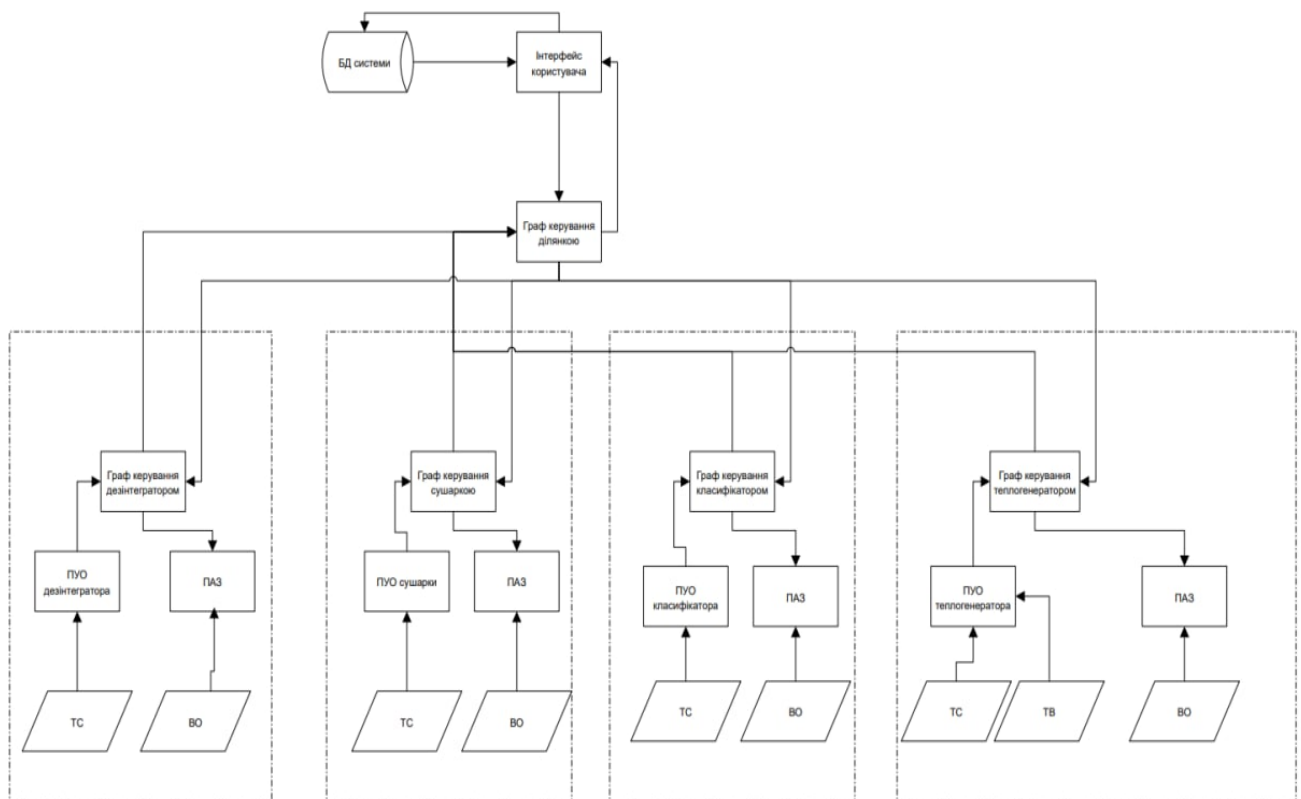
Робота ділянки екстракції глютену може бути описана двома автономними графами станів:



Малюнок 2.7 – Граф автономних станів

2.4 Синтез моделі керування теплогенератором

Необхідно проаналізувати режим роботи КФС ДВК, на прикладі малюнка 2.8 схеми функціональної КФС ДВК. Дана схема створена для реалізації Кіберфізичної системи ділянки екстракції глютену підприємства глибокої переробки зерна.



Малюнок 2.8 – Схема функціональної структури КФС ДВК

В основі схеми знаходиться граф управління ділянкою. І якості вибору шляхів вирішення системи ділянка схеми ділиться на чотири контури, а саме: граф управління дезінтегратором, граф управління сушаркою, граф управління класифікатором та граф управління теплогенератором. Ці контури забезпечують модернізацію системи.

В кожному графі є пристрій узгодження з об'єктом, а також противоаварійний захист, який діє незалежно від графа. ПАЗ має такий принцип роботи, якщо йде порушення системи, то це є додатковою функцією захисту системи.

Для кожного ПУО є ТС, наприклад для ПУО дезінтегратора датчиком інформування є Датчик ДТПЛ105М-1. Граф керування теплогенератором має ТС, а також ТВ. ТВ в даному випадку виступає Реле Kipribor RP – 405 DL, а також Реле Kipribor RP – 405 DL

ПУО є окремою функцією для узгодження змінних графа. Граф керування сушаркою є синтезом системи. ТВ може бути реалізовано окремим контуром регулювання. Усі 4 контури, а саме: контур керування сушаркою, контур керування дезінтегратором,

контур керування класифікатором, контур керування теплогенератором є однотипними.

ВИСНОВОК

Побудована схема функціональної структури може бути використана для розробки кіберфізичної системи управління кіберфізичної системи ділянки екстракції глютену підприємства глибокої переробки глютену.

Проведені дослідження дозволяють сформулювати науковий стан: необхідним і достатнім регулятором температури агента сушіння, мало чутливий до факторів, що обурюють, і здатний дати задовільну точність регулювання для всіх передбачених інструкцією з сушіння культу.

3 РОЗРОБКА АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Розробка принципової схеми системи керування

3.1.1 Розробка вимог до принципової схеми системи керування

Виходячи з опису процесу керування і технічних вимог, апаратна частина КФС ДВК повинна підтримувати такі функції:

- обмін даними через гальванічно розв'язану лінію зв'язку через погоджений протокол між контролером і пультом технолога на відстані до 120 м;
- видачу керуючих сигналів на виконавчі механізми технологічного обладнання, наведеного в розділах 1 і 2;
- стеження за часовими уставками режимів для керування технологічним обладнанням;
- зберігання на верхньому рівні і видачу на нижній налаштувань обладнання;
- отримання сигналів телесигналізації від датчиків технологічного обладнання, наведеного в розділах 1 і 2;
- пуск, зупинка ділянки виробництва крохмалю з пульта оператора в автоматизованому режимі;
- переведення керування ділянки виробництва крохмалю в ручний режим;
- живлення ланцюгів датчиків.

Для визначення кількості і розподілу вхідних і вихідних сигналів необхідно

провести аналіз і класифікацію входів і виходів КФС ДВК.

Для роботи системи необхідно сила току приблизно 1.16 А. На основі модуля входу беремо MB110-224.16Д(ДН) [5].

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики MB110-224.16Д(ДН):

Найменування	Значення
Напруга живлення: MB110-224.16Д(ДН)	90...264 В змінного струму (номінальна напруга 220 В) частотою 47...63Гц або 20...375 В постійного струму (номінальна напруга 24 В)
Споживана потужність, ВА, не більше	6
Кількість дискретних входів	16
Інтерфейс зв'язку	RS-485
Максимальна швидкість за інтерфейсом RS-485, біт/с	115200
Протокол зв'язку, який використовується для передавання інформації	ОВЕН; ModBus-RTU; ModBus-ASCII; DCON
Ступінь захисту корпусу	IP20
Габаритні розміри пристрою, мм	(63x110x73)±1

Маса пристрою, кг, не більше	0,5
Середній термін служби, років	8

На основі модуля виводу беремо МУ110-224.16Р. [6]:

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики МУ110-224.16Р:

Найменування	Значення
Напруга живлення:МУ110-224.16Р	90...264 В змінного струму (номінальна напруга 220 В) частотою 47...63Гц або 20...375 В постійного струму (номінальна напруга 24 В)
Споживана потужність, ВА, не більше	12
Кількість дискретних вихідних елементів	16
Інтерфейс зв'язку	RS-485
Максимальна швидкість за інтерфейсом RS-485, біт/с	115200
Протокол зв'язку, який використовується для передавання інформації	ОВЕН; ModBus-RTU; ModBus-ASCII; DCON

Система виконана на елементній базі ОВЕН з контролером СПК 107. [7]

Таблиця 3.3 - Загальні характеристики СПК 107:

Робоча температура , °С	0...60	
Робоча вологість, %	10...90 (без конденсації)	
Температура зберігання, °С	-25...+55	
Маса брутто, кг	1.2	1.5
Середній термін служби, років	12 років	
Середній час наробітку на відмову, годин	50 000	

Для роботи системи необхідно сила току приблизно 1.16 А. Для цього підійде [8].

Таблиця 3.4 - Умови експлуатування БП30Б-Д3-24:

Температура довкілля	-20...+50 °С
Атмосферний тиск	86...106,7 кПа
Відносна вологість повітря (при +25 °С та нижче без конденсації вологи)	не більше 80%

3.1.2 Аналіз входів і виходів КФС ДВК

Для визначення входів і виходів КФС ДВК необхідно провести аналіз і класифікацію входів і виходів датчиків і виконавчих механізмів технологічного обладнання.

Ділянка забезпечена датчиками і виконавчими механізмами, приведеними в таблиці 3.1.

Для вибору елементної бази нижнього рівня необхідно провести угруповання вхідних і вихідних сигналів з таблиці 5.1 за належністю обладнання та електричних параметрів в коротку технічну специфікацію КСК ДВК. Це угруповання зведена в таблицю 3.2.

Таблиця 3.5 – Перелік вхідних и вихідних сигналів. КСК ділянкою виробництва крохмалю

№ п/п.	Найменування інформації (сигнали, дані)	Іденти- фікатор	Напр. вх./вих.	Функція	Вигляд	Джерело/ Отримувач	Форма подання (розрядність, точність)		Період вв./вив., сек.
							Зовнішня	Внутрішня	
Дезінтегратор									
1.	Верхній рівень	GE1П	Вхід.	Контр.	Норм. замкн.	Датчик ДТПЛ105М-1	24 В	1 біт	0,2
2.	Включений	GE1X1	Вхід.	Контр.	Норм. замкн.	Контакт пускача ІЕК КМИ - 22510	24 В	1 біт	0,2

Продовження таблиці 3.5 – Перелік вхідних и вихідних сигналів. АСК ділянкою виробництва крохмалю

3.	Включити	GE1Y1	Вихід.	Кер.	Норм. разімкн.	Реле Kiprivor RP – 405 DL	~220 В, 1 А	1 біт	0,2
№ п/п.	Найменування інформації (сигнали, дані)	Іденти- фікатор	Напр. вх./вих.	Функція	Вигляд	Джерело/ Отримувач	Форма подання (розрядність, точність)		Період вв./вив., сек.
							Зовнішня	Внутрішня	
Шнек GP1									
4.	Шнек включений	GP1X1	Вхід.	Контр.	Норм. замкн.	Контакт пускача ІЕК КМИ - 22510	24 В	1 біт	0,2
5.	Шнек включити	GP1Y1	Вихід.	Кер.	Норм. разімкн.	Реле Kiprivor RP – 405 DL	~220 В, 1 А	1 біт	0,2

Продовження таблиці 3.5 – Перелік вхідних и вихвдних сигналів. АСК ділянкою виробництва крохмалю

№ п/п.	Найменування інформації (сигнали, дані)	Іденти- фікатор	Напр. вх./вих.	Функція	Вигляд	Джерело/ Отримувач	Форма подання (розрядність, точність)		Період вв./вив., сек.
							Зовнішня	Внутрішня	
Дезінтегратор									
6	Верхній рівень	GE1П	Вхід.	Контр.	Норм. замкн.	Датчик ДТПЛ105М-1	24 В	1 біт	0,2
7.	Включений	GE1X1	Вхід.	Контр.	Норм. замкн.	Контакт пускача ІЕК КМИ - 22510	24 В	1 біт	0,2

Продовження таблиці 3.5 – Перелік вхідних и вихідних сигналів. АСК ділянкою виробництва крохмалю

8.	Включити	GE1Y1	Вихід.	Кер.	Норм. разімкн.	Реле Kiprivor RP – 405 DL	~220 В, 1 А	1 біт	0,2
№ п/п.	Найменування інформації (сигнали, дані)	Іденти- фікатор	Напр. вх./вих.	Функція	Вигляд	Джерело/ Отримувач	Форма подання (розрядність, точність)		Період вв./вив., сек.
							Зовнішня	Внутрішня	
Шнек GP1									
9.	Шнек включений	GP1X1	Вхід.	Контр.	Норм. замкн.	Контакт пускача ІЕК КМИ - 22510	24 В	1 біт	0,2
10.	Шнек включити	GP1Y1	Вихід.	Кер.	Норм. разімкн.	Реле Kiprivor RP – 405 DL	~220 В, 1 А	1 біт	0,2

Продовження таблиці 3.5 – Перелік вхідних и вихідних сигналів. АСК ділянкою виробництва крохмал

№ п/п.	Найменування інформації (сигнали, дані)	Іденти- фікатор	Напр. вх./вих.	Функція	Вигляд	Джерело/ Отримувач	Форма подання (розрядність, точність)		Період вв./вив., сек.
							Зовнішня	Внутрішня	
Сушарка GP3									

11.	Температура повітря	GP3A1	Вхід.	Вимір.	аналоговий	Термопара ДТПШ105М-1	4...20мА	12 біт	0,5
-----	------------------------	-------	-------	--------	------------	-------------------------	----------	--------	-----

Фільтр GF1

12.	Включений	GF1X1	Вхід.	Контр.	Норм. замкн.	Контакт пускача ІЕК КМИ - 22510	24 В	1 біт	0,2
13.	Включити	GF1Y1	Вихід.	Кер.	Норм. разімкн.	Реле Кіррivor RP – 405 DL	~220 В, 1 А	1 біт	0,2

Продовження таблиці 3.5 – Перелік вхідних и вихідних сигналів. АСК ділянкою виробництва крохмал

№ п/п.	Найменування інформації (сигнали, дані)	Іденти- фікатор	Напр. вх./вих.	Функція	Вигляд	Джерело/ Отримувач	Форма подання (розрядність, точність)		Період вв./вив., сек.
							Зовнішня	Внутрішня	
Шнек GP2									
14.	Включений	GP2X1	Вхід/	Контр.	Норм. замкн.	Контакт пускача ІЕК КМИ - 22510	24 В	1 біт	0,2
15.	Включити	GP2X2	Вихід/	Кер.	Норм. разімкн.	Реле Kipribor RP – 405 DL	~220 В, 1 А	1 біт	0,2

Продовження таблиці 3.5 – Перелік вхідних и вихідних сигналів. АСК ділянкою виробництва крохмал

Класифікатор									
16.	Включений	GE2X1	Вхід.	Контр.	Норм. замкн.	Контакт пускатча ІЕК КМИ - 22510	24 В	1 біт	0,2
17.	Включити	GE2Y1	Вихід.	Кер.	Норм. разімкн.	Реле Kiprivor RP – 405 DL	~220 В, 1 А	1 біт	0,2
Шнек GP1									
18.	Шнек включений	GP1X1	Вхід.	Контр.	Норм. замкн.	Контакт пускатча ІЕК КМИ - 22510	24 В	1 біт	0,2

Продовження таблиці 3.5 – Перелік вхідних и вихідних сигналів. АСК ділянкою виробництва крохмалю

19.	Шнек включити	GP1Y1	Вихід.	Кер.	Норм. разімкн.	Реле Kipprigor RP – 405 DL	~220 В, 1 А	1 біт	0,2
Вихідний бункер ділянки									
20.	Верхній рівень	GE2I	Вхід.	Контр.	Норм. замкн.	Датчик уровня PCY80	24 В	1 біт	0,2

Продовження таблиці 3.5 – Перелік вхідних и вихвдних сигналів. АСК ділянкою виробництва крохмал

Теплообмінник										
21.	Насос воздуха включений	PP1X1	Вхід.	Контр.	Норм. замкн.	Контакт пускача ІЕК КМИ - 22510	24 В	1 біт	0,2	
22.	Насос воздуха включить	PP1Y1	Вихід.	Кер.	Норм. разімкн.	Реле Kipribor RP – 405 DL	~220 В, 1 А	1 біт	0,2	
23.	Компрессор пару включений	PP2X1	Вхід.	Контр.	Норм. замкн.	Контакт пускача ІЕК КМИ - 22510	24 В	1 біт	0,2	
24.	Компрессор пару включить	PP2Y1	Вихід.	Кер.	Норм. разімкн.	Реле Kipribor RP – 405 DL	~220 В, 1 А	1 біт	0,2	

Продовження таблиці 3.5 – Перелік вхідних и вихідних сигналів. АСК ділянкою виробництва крохмал

Шнек GP4									
25.	Шнек включений	GP4X1	Вхід	Контр.	Норм. замкн.	Контакт пускача ІЕК КМИ - 22510	24 В	1 біт	0,2
26.	Шнек включити	GP4Y1	Вихід	Кер.	Норм. разімкн.	Реле Kipribor RP – 405 DL	~220 В, 1 А	1 біт	0,2
Теплообмінник									

27.	Шнек включений	PP3X1	Вхід	Контр.	Норм. замкн.	Контакт пускача ІЕК КМИ - 22510	24 В	1 біт	0,2
28.	Шнек включити	PP3Y1	Вихід	Кер.	Норм. разімкн.	Реле Kipribor RP – 405 DL	~220 В, 1 А	1 біт	0,2

Продовження таблиці 3.5 – Перелік вхідних и вихідних сигналів. АСК ділянкою виробництва крохмалю

№ п/п.	Найменування інформації (сигнали, дані)	Ідентифікатор	Напр. вх./вих.	Функція	Вигляд	Джерело/ Отримувач	Форма подання (розрядність, точність)		Період вв./вив., сек
							Зовнішня	Внутрішня	
Вихідний бункер ділянки									
29.	Шнек включений	GE3X1	Вхід	Контр.	Норм. замкн.	Контакт пускача ІЕК КМИ - 22510	24 В	1 біт	0,2
30.	Шнек включити	GE3Y1	Вихід	Кер.	Норм. разімкн.	Реле Kipribor RP – 405 DL	~220 В, 1 А	1 біт	0,2

Таблиця 3.6 – Технічна специфікація (коротка) КСК ДВК

№ п/п	Пристрій	Опис входу або виходу	Кількість входів або виходів
		Дискретні входи	
1.	Дезінтегратор	--	2
2.	Шнек GP5	--	1
3.	Вихідний бункер ділянки	--	1
4.	Теплообмінник	--	2
РАЗОМ			6
		Аналогові входи	
5.	Сушилка	--	1
РАЗОМ			1
		Дискретні виходи	
6.	Вхідний бункер ділянки	Пускач ІЕК КМИ - 22510	2
7.	Дезінтегратор	--	1
8.	Шнек GP3	--	1
9.	Фільтр GF1	--	1
10.	Класифікатор	--	1
11.	Шнек GP5	--	1
12.	Теплообмінник	--	2
РАЗОМ			9

Наведена технічна специфікація дозволяє розробити рівняння станів обладнання і вибрати елементну базу системи керування.

3.2 Вибір елементної бази системи керування

Виходячи з номенклатури виробів ОВЕН і таблиці 3.2, вибираємо контролер СПК 107 з напругою живлення від мережі ~ 220 В, який містить 40 дискретних входів для напруги постійного струму +24 В, 24 релейних виходів для ~ 220 В з вихідним струмом до 1,2 А і вбудований модуль живлення датчиків і модулів розширення 435 мА +24 В.

Таким чином, всі потреби у входах і виходах для КФС ДВК задоволені повністю.

На підставі обраної елементної бази може бути побудована принципова схема БКВК.

3.3 Реалізація принципової схеми БКВК

Виходячи з таблиць 3.1, 3.2 і обраної елементної бази пропонується принципове рішення, показане на рисунку 3.2. Перелік елементів додається на аркуші СБ графічної частини проекту.

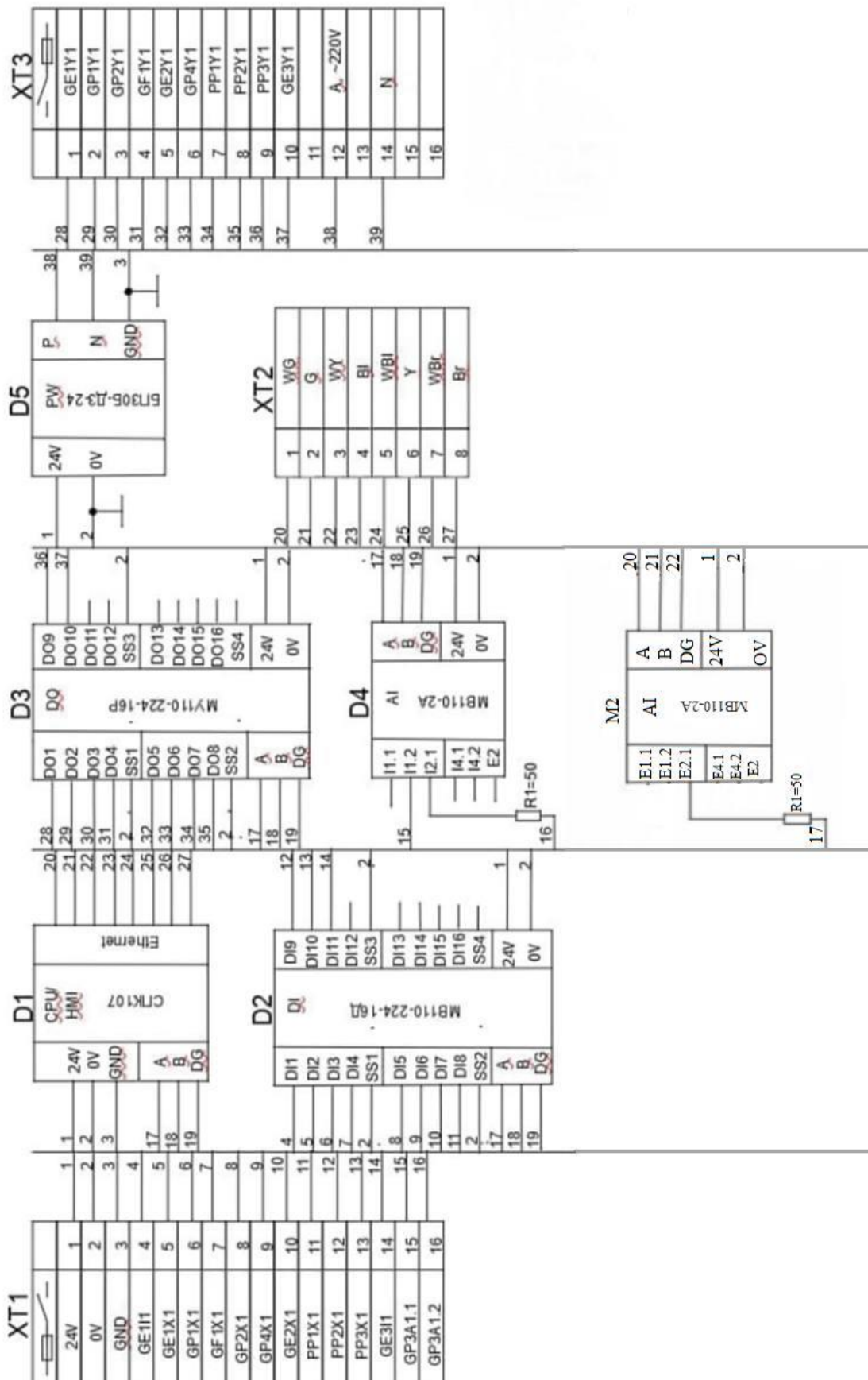


Рисунок 2.1 – Принципова схема КФС БКВК

Наведена принципова схема дозволяє з використанням рівнянь станів обладнання розробити програму КФС БКВК.

ВИСНОВОК

Для вирішення задачі було розроблено принципову схему КФС БКВК. Система виконана на елементній базі ОВЕН. Апаратна частина КФС ДВК виконано згідно стандартів

4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НИЖНЬОГО РІВНЯ

4.1 Призначення та сфера застосування програмного забезпечення

Програмне забезпечення призначене для керування ділянкою екстракції глютену лінії глибокої переботки зерна на підприємствах харчової промисловості.

Програмне забезпечення, що розробляється, є нижнім рівнем програмного забезпечення КСУ УЕГ. Воно призначене для управління виробничим обладнанням у реальному часі. Пуск та зупинка обладнання лінії можливий з місцевих пультів у ручному режимі та з ПТ верхнього рівня. Ручне керування може супроводжуватись автоматичним контролем з ПТ верхнього рівня. Управління даними та ведення протоколу процесу проводиться програмним забезпеченням ПТ верхнього рівня.

4.2 Обґрунтування технічних характеристик програми

Виходячи з технічних вимог, програма нижнього рівня КСУ УЕГ, яка знаходиться в ініціалізації, повинна виконувати такі функції:

- опитування датчиків, згідно схеми графічної частини із захистом від брязкоту сухих контактів;
- підготовка керуючих даних технологічних уставок згідно з п. 3.3;
- підготовка даних для контролю з пульта оператора згідно з п. 3.3;
- видача керуючих впливів на технологічне обладнання згідно з п. 3.3.

Реалізація програми можлива лише з урахуванням таких особливостей застосовуваного промислового контролера. Інтерпретатор ОВЕН безперервно циклічно сканує записану в контролер програму та виконує її. При цьому

система команд, являючи собою мову релейно-контактних схем, виключає можливість зациклювань усередині самої технологічної програми.

У контролері СПК 107, як і у всіх сумісних промислових контролерах немає необхідності виконувати програмну обробку брязкальця контактів, оскільки вона виконується апаратно портами та модулями дискретного введення. Час інтеграції брязкоту прописується в контролер під час програмування.

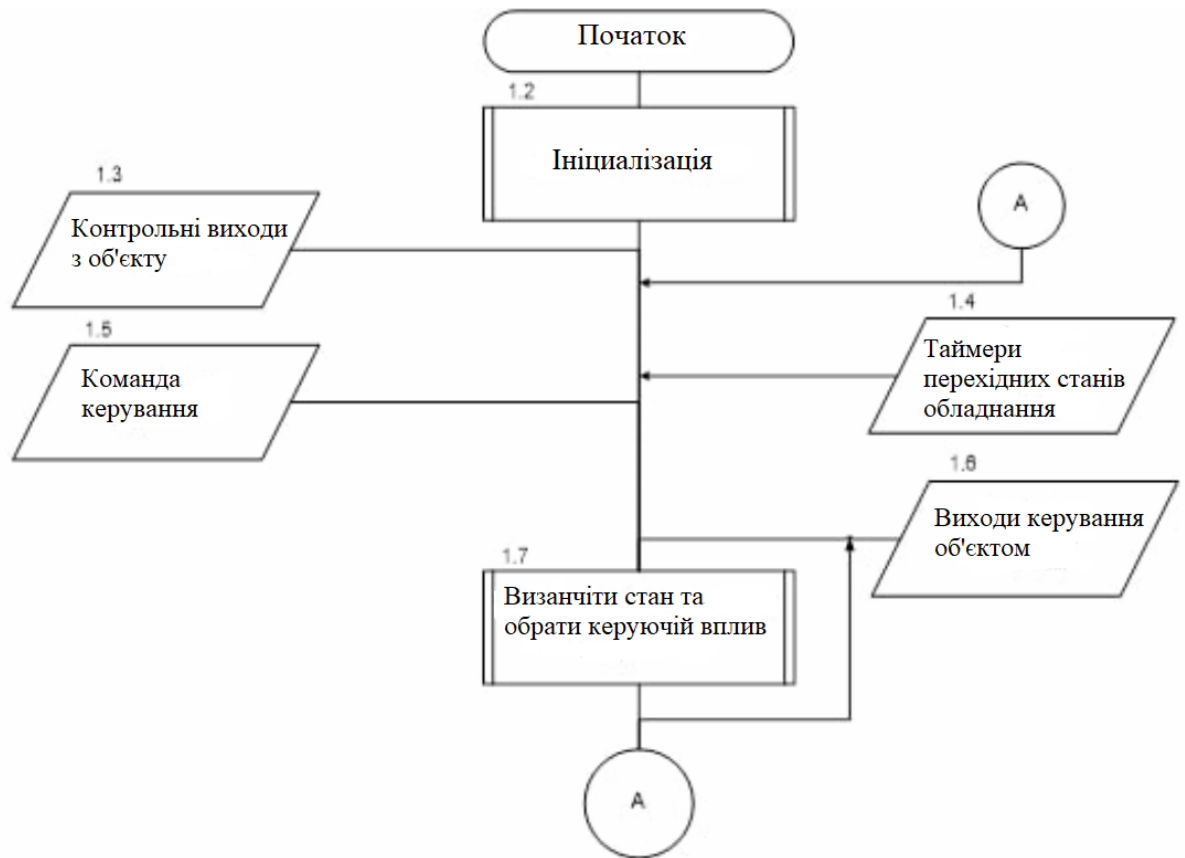
Захист дискретних виходів і видача керуючих впливів відбувається поза сканами програми в окремі проміжки часу, тому осередки введення-виведення можуть брати участь у обчисленнях без ризику несанкціонованих перемикачів.

Як впливає з малюнку 3.3, ініціалізацію слід виконати під час першого сканування контролера. Усі інші дії мають виконуватися постійно.

Враховуючи передбачувану довжину програми (близько 1000 команд), можна стверджувати, що навіть за найбільш несприятливому алгоритмі час, витрачений на скан програми, не перевищить 200 мс.

Підготовка даних контролю з пульта оператора, підготовка даних управління, видача керуючих впливів може бути реалізована єдиним алгоритмом, виконуваним однією скан програми.

Математичні методи, які використовуються в основному скане програми для формування вихідних даних, викладено в п. 3.4.



Малюнок 4.1 – Загальний алгоритм роботи

Програма БУЕГ має використовувати такі вхідні дані:

- керуючий вплив (команда) управління ділянкою, що надходить від програми пульта верхнього рівня;
- дані контролю температури, що надходять від замочувача та сушарки, описані в таблиці 3.3;

Програма має видати наступні вихідні дані:

- інформацію про стан обладнання ділянки екстракції глютену у вигляді одинично-позиційного коду ТЗ дискретних датчиків, наведених у таблиці 3.3, упорядковану згідно з протоколом обміну;

- інформацію про температуру, що надходить від розварювача та сушарки, описану в таблиці 3.3;
- керуючі включення силових виходів контролера для управління обладнанням, наведені в таблиці 3.3;

Програма зв'язку з верхнім рівнем реалізована на ТСП-рівні незалежно від основного програмного забезпечення та постачається в комплекті з контролером.

Технічні та програмні засоби для розробки програми обумовлені Довідковим посібником із застосування контролерів контролері СПК 107. Мова програмування – мова релейноконтактних схем для ОВЕН. Середовище розробки – програма CODESYS V3.5. Технічні засоби – комп'ютер, сумісний із IBM PC2.

4.3 Опис розробленої програми

4.3.1 Загальні відомості

Текст програми розміщено у проекті Gluten для CODESYS V3.5. Всі тексти та модуль програми, що завантажується, приховані.

Для завантаження програми в контролер потрібне середовище CODESYS V3.5. Одного разу завантажена в контролер програма розміщується в незалежній пам'яті і в наступних завантаженнях не потребує. Для виконання програми використовується вбудований в СПК 107 інтерпретатор. Запуск програми виконання відбувається при включенні живлення.

Мова реалізації програми – LD для PLC ОВЕН.

4.3.2 Функціональне призначення

Програма формує керуючі на технологічне обладнання ділянки екстракції глютену в штатному і аварійному режимах роботи під управлінням місцевого пульта оператора або пульта верхнього рівня технолога.

Програма готує інформацію про поточний стан технологічного устаткування відображення пультом оператора.

Програма керує контролером бункерних терезів і веде облік сумарної ваги порцій насіння протягом 12 годин.

Програма здатна самостійно вести технологічний процес обвалення та сепарації ядра без участі пульта технолога.

Програма не веде протоколу процесу.

Програма не керує каналом зв'язку з пультом оператора, це робить системне програмне забезпечення контролера СПК 107.

Програма дозволяє керувати даними про сумарну вагу за допомогою пульта контролера.

4.3.3 Опис логічної структури програми

Розміщення програми користування відбувається в сегменті оперативної пам'яті програм користувача контролера СПК 107 і складається з точки входу в програму, а також головною функцією _MAINTask

Програма здатна виконуватись автономно або під керуванням пульта технолога з протоколюванням ходу технологічного процесу.

4.3.4 Використовувані технічні засоби

Для виконання програми необхідний модуль контролера СПК 107 з портом Ethernet IC200UEM001 – по 1 шт., модуль введення дискретних сигналів IC200UEI016 – 1 шт; шасі IC670CHS101 - 1 шт; кручена пара під RJ-45 - 1 сегмент.

4.3.5 Виклик та завантаження

Завантаження програми відбувається в енергонезалежну пам'ять CODESYS V3.5 з персонального комп'ютера за допомогою засобів ОВЕН Ъ за інтерфейсом

Ethernet, де знаходиться весь термін експлуатації системи. Виклик програми виконання здійснюється за включенні живлення контролера.

Вхідна точка у програму – ланцюг виклику функції Init головної функції _MAINTак проекту.

4.3.6 Вхідні, вихідні внутрішні дані

Вхідні, вихідні внутрішні дані зведено до таблиці 3.13.

Табл. 4.1 – Дані програми нижнього рівня САУ УЭГ

Имя	Тип	Описание
GE1I1	BOOL	Верхній рівень
GE1X1	BOOL	Дезінтегратор Включений
GP1X1	BOOL	Шнек включений
GP1X2	BOOL	Засувка відкрита
GP3A1	REAL	Температура повітря
PP3X1	BOOL	Режектор включений
GE2X1	BOOL	Включений
GP2X1	BOOL	Шнек включений
GF1X1	BOOL	Фільтр включений
PP1X1	BOOL	Насос повітря включений
PP2X1	BOOL	Компрессор пари включений
GE3I1	BOOL	Верхній рівень
GE1Y1	BOOL	Дезінтегратор включити
GP1Y1	BOOL	Шнек включити
GP1Y2	BOOL	Засувку включити
PP3Y1	BOOL	Режектор включити
GE2Y1	BOOL	Включити
GP2Y1	BOOL	Шнек включити
GF1Y1	BOOL	Фільтр включити
PP1Y1	BOOL	Насос повітря включити
PP2Y1	BOOL	Компрессор пари включити
PP1A1	INT	Насос повітря швидкість

ВИСНОВОК

Для вирішення задачі було розроблено схему електрична структурна КСУ УЕГ. Сформульовано вимоги до схеми електричної принципової, проведено аналіз входів та виходів ініціалізації. Обґрунтовано графі станів обладнання ділянки екстракції глютену.

Отримана структурна схема відповідає виставленим технічним вимогам.

В результаті обґрунтування елементної бази розроблено принципову схему БУЕГ, яка відповідає виставленим вимогам.

Виходячи з аналізу інформаційних входів та виходів системи, а також принципової схеми, розроблено програмне забезпечення нижнього рівня для САУ УЕГ з використанням мови LD для PLC. Програмне забезпечення дозволяє керувати технологічним обладнанням ділянки та повністю задовольняє технічним вимогам.

Таким чином, розроблене технічне рішення для КСУ УЕГ відповідає за сформульованим технічним вимогам.

5 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Формулювання вимог до експерименту

Необхідно експериментальним шляхом перевірити умови необхідності та достатності безлічі продукцій, обґрунтованих у розділі 2 для підтримки прийняття рішень щодо налаштування контурів керування сушарки.

Для проведення експерименту необхідно провести випробування розробленої програми для АС ППР ЗС для нормальних та неприпустимих умов за вхідними даними.

Мета експерименту – досвідченим шляхом перевірити адекватність розробленої семіотичної моделі управління даними контурів управління сушаркою зерна.

5.2 Опис експерименту

Для експерименту використовуємо вже розроблене розділ 4 програмне забезпечення,

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 – Приклад роботи системи у стані спокою

Суть експерименту в тому, що подаючи різні, несуперечливі Інструкції з сушіння зерна опису запропонованих класів домогтися отримання очікуваних рекомендацій за температурою і тривалістю сушіння, а потім показати можливість отримання неправильних або неоднозначних рекомендацій за відсутності одного з потрібних описів.

5.3 Контрольний приклад для проведення випробувань

5.3.1 Підготовка до роботи та запуск випробувального стенду

На малюнку 5.1 бачимо приклад роботи системи в стані покою. Кнопка «бункер» означає, якщо бункер заповнюється, кнопка загориться червоним кольором. Якщо заповниться бункер дезінтегратора почне горіти кнопка «рівень».

На малюнку 5.1 є три кольори кнопок у дезінтегратора, сушарки, класифікатора та теплогенератора. Якщо горить колір жовтий, то система починає працювати, якщо зелений, система працює, якщо червоний – це аварійний стан.

Також є шкала температури. Температура від 0 до 40 позначена синім, оскільки це мінімальна температура. Від 40 до 60 недостатня температура роботи сушарки, продукт буде сирим. Від 60 до 80 градусів оптимальна температура роботи сушарки для одержання якісного продукту. Від 80 до 100 продуктів буде перегрів сировини, тим самим буде отримано неякісний продукт



Рисунок 5.2 – Приклад роботи системи в активному стані

Таблиця 5.1 – Послідовність дій при підготовці до роботи та запуску

№ п/	Действие	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.	Увімкнути комп'ютер	Комп'ютер увімкнувся, завантажилася операційна система Windows 10
3.	Запустити середу отладки CODESYS V3.5	На екрані открито середовище CODESYS V3.5 з загруженим проектом Glute
4.	Подати живлення з мережі на 220В	Через 10 секунд можна запускати систему.

5.3.2 Дослідження графів керування

Для перевірки кіберфізичної системи необхідно виконати наступні дії в середі отладки **CODESYS V3.5**.

Необхідно перевірити коректну роботу відпрацювання штатного запуску.

Потрібно натиснути кнопку "запуску". Після цього загориться жовта лампочка на теплогенератора. Через 20 секунд після цього має спалахнути зелена лампочка на ділянці теплогенератора. На ділянці класифікатора загориться жовта лампочка, через 20 жовта лампочка згасне, загориться зелена. На ділянці сушарки в цей час спалахує жовта лампочка. Через 20 секунд спалахне лампочка зеленого кольору.

У цей час у рядку стан обладнання має пройти запуск класифікатора, сушарки, дезінтегратора. Коли горить усі 4 лампочки зеленого кольору, починається процес роботи.

Якщо натиснути на кнопку "стоп" лампочка дезінтегратора змінить колір на жовтий і так само надійде повідомлення про те, що зупинка дезінтегратора сталася. Через 20 секунд на ділянці сушарки загориться жовта лампочка та надійде повідомлення про те, що роботи сушарки зупинилася. Через 20 секунд зупиниться

роботи класифікатора та загориться жовта лампочка жовтого кольору замість зеленої. Також загориться і жовта лампочка на теплогенераторі.

Через 5 секунд з'явиться повідомлення про те, що процес "зупинено".

У процесі роботи при вказівці певної температури обороти системи повинні зростати, але при цьому якщо температура встановлена штучно заданої температури при вході від датчика, регулятор повинен тримати стабільну швидкість обертання вентилятора.

Розглянемо стан системи "аварійна ситуація (аварія)". Якщо через 300 мілісекунд не повертається зворотний зв'язок від одного з пристроїв, наприклад, відключення проводу зворотного зв'язку від контактера на рівні будь-якої ділянки, де відбувається випробування при відсутності зворотного зв'язку, має пройти аварійне випробування. Для усунення аварії ситуації необхідно натиснути кнопку "Resert", після чого система повернеться стан "стоп".

Якщо аварія трапляється на ділянці теплогенеру, зупиняться всі процеси роботи.

Якщо аварія відбувається на другій ділянці, все автоматично зупиняється, крім теплогенератора. Він продовжує працювати 20 секунд, а після станеться зупинка.

Якщо аварія відбувається на третьому, перший і другий завершують цикл роботи і зупиняються послідовно.

Якщо зупиняється четверта ділянка, то першу, другу та третю завершують і зупиняються послідовно кожні 20 секунд

5.4 Аналіз результатів експерименту

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

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

Відповідність за п. 5.3.2 підтверджує наукове положення, висунуте у розділі 2 у частині достатності використання трьох класів: культури з урахуванням сорту та виробничого застосування, призначення для зберігання, групи початкової вологості для коректної вибірки запису-ключа для вибірки продукції. Соответствие по п. 5.3.3 подтверждает научное положение, выдвинутое в разделе 2 в части необходимости использования упомянутых классов:

- спотворення чи ігнорування класу А не дозволяє правильно визначити температури зерна та агента сушіння, цільову вологість, кількість циклів рециркуляції;

- Спотворення або ігнорування класу В не дозволяє правильно визначити температури зерна та агента сушіння, цільову вологість, а кількість циклів рециркуляції визначається неточно;

- спотворення або ігнорування вхідної вологості, що визначає клас С, не дозволяє правильно визначити цільову вологість, а кількість циклів рециркуляції визначається неточно.

ВИСНОВОК

В результаті проведеного експерименту було показано адекватність запропонованої семіотичної моделі управління даними контурів управління сушаркою зерна, представленої у вигляді моделі розрахунку координат продукції в базі рецептів-налаштувань регуляторів сушарки зерна у складі АСУ підтримки прийняття рішень оператором з використанням ЯСУ. Модель розрахунку, застосована в АС ППР ЗС дозволяє сформулювати на основі бази знань, що описує режими сушіння з інструкції з сушіння зерна, рецепт сушіння, що є ключем пошуку в базі продукцій, що містить налаштування контурів підсистем автоматичного регулювання температури агента сушіння та тривалості сушіння, які, після

погодження рецепта з оператором, можуть бути перенаправлені у відповідні регулятори.

Проведені експериментальні дослідження підтверджують сформульоване у розділі 2 наукове положення про необхідність та достатність використання запропонованих класів описів для підтримки прийняття рішень оператором сушарки зерна шахтного типу щодо налаштування контурів управління.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. С.В. Ярунін. Про можливості глибокої комплексної переробки зерна пшениці на підприємствах спиртової/алкогольної промисловості. – 2010. – Режим доступу: http://www.sergey-osetrov.narod.ru/Projects/Production_of_the_wheat_starch_and_alcohol/Complex_conversion_of_the_wheat.htm.
2. Крахмал из пшеницы. /Westfalia Separator Industry GmbH.//GEA № 02, 2010. – С.62-70.
3. Оборудование для комбикормовых, спиртовых и маслоэкстракционных заводов. ИПЦ Вектор. 2007г.
- 4.ОВЕН. Киппбрибор. Проміжні реле. – Режим доступу: <https://owen.ua/ua/bloky-zhyvlennja-ta-prystroji-komutacii/promizhni-rele-kippribor>
- 5.ОВЕН. МВ 110-224.16Д(ДН). Модулі вводу/виводу. – Режим доступу:<https://owen.ua/ua/moduli-vvodu-vyvodu/mv110-16dn-modul-vvodu-dyskretnyh-sygnaliv>
- 6.ОВЕН. МУ 110-224.16Р. Модулі вводу/виводу. – Режим доступу: <https://owen.ua/ua/moduli-vvodu-vyvodu/mu110-16r-modul-dyskretnogo-vyvodu>
7. ОВЕН. СПК 107. Сенсорні панельні контролери. – Режим доступу: <https://owen.ua/ua/sensorni-panelni-kontrolery/spk1xx-sensorni-panelni-kontrolery-z-ethernet>
8. ОВЕН. БП30Б-ДЗ-24. Блоки живлення. – Режим доступу:<https://owen.ua/ua/bloky-zhyvlennja-ta-prystroji-komutacii/bloky-zhyvlennja-dlja-prystrojiv-ta-promyslovoji-avtomatyky/tehnichni-harakterystyky>