

**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 \_\_\_\_\_  
 (бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента \_\_\_\_\_ Скакуна Богдана Миколайовича \_\_\_\_\_  
 (ПІБ)

академічної групи \_\_\_\_\_ 123м-19-1 \_\_\_\_\_  
 (шифр)

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

за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_ «Комп'ютерна інженерія» \_\_\_\_\_

*( Обґрунтування параметрів підсистеми керування даними налаштування контурів керування обладнанням двовальцевої сушарки дріжджів )*  
 (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. Ткаченко С.М.			
розроблення програмного забезпечення	ас. Бешта Л.В.			
експериментальний розділ	доц. Ткаченко С.М.			

<b>Рецензент</b>				
------------------	--	--	--	--

<b>Нормоконтролер</b>	проф. Цвіркун Л.І.			
-----------------------	--------------------	--	--	--

Дніпро 2020

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри  
інформаційних технологій  
та комп'ютерної інженерії

(повна назва)

\_\_\_\_\_ Гнатушенко В.В.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 року

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

студенту Скакуну Б.М. академічної групи 123М-19-1  
(прізвище та ініціали)

(шифр)

спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

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

на тему «Обґрунтування параметрів комп'ютерної системи відеоконтролю конвеєрних ліній вугільної шахти з детальним опрацюванням підсистеми проектування топології мережі»,

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

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	21.09.2020
Теоретичний	Обґрунтувати теоретичну базу розв'язання наукового завдання, якому присвячено роботу	30.10.2020
Синтез системи	Розробка комп'ютерної системи	12.11.2020
Розроблення програмного забезпечення	Розробка програмного забезпечення	26.11.2020
Експериментальний розділ	Проведення і обробка результатів експериментів	06.12.2020

**Завдання видано** \_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

доц. Ткаченко С.М.  
(прізвище, ініціали)

**Дата видачі** 07 вересня 2020 р.

**Дата подання до екзаменаційної комісії** 10.12.2020 р.

**Прийнято до виконання** \_\_\_\_\_  
(підпис студента)

Скакун Б.М.  
(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 72с., рис.16, табл., 15 джерел, 1 додатки.

Об'єкт дослідження: Автоматизована система керування параметрами налаштування контурів керування обладнанням двовальцевої сушарки дріжджів.

Мета: обґрунтувати параметри підсистеми керування даними налаштування контурів керування обладнанням двовальцевої сушарки дріжджів.

У вступі показано актуальність, мета, завдання, об'єкт і предмет дослідження, ідею роботи та методи дослідження.

У розділі «Стан питання і постановка задачі» розглянута сфера застосування об'єкта дослідження. Проаналізовано технологія сушіння, принцип роботи і керування сушаркою. Сформульовані мета, завдання, підзадачі і ідея роботи.

В теоретичному розділі проведено аналіз режимів роботи сушарки, проаналізовано принципи вибору параметрів сушіння, синтезовано модель керування даними для керування сушаркою.

В розділі «Синтез системи керування» розроблені функціональна структура, схема автоматизації принципова системи керування.

У розділі «Розробка програмного забезпечення» розроблено програмне забезпечення для керування базою продукцій налаштувань регуляторів.

В експериментальному розділі досліджено адекватність моделі керування даними для керування сушаркою.

Ключові слова: СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, ДВОВАЛЬЦЕВА СУШАРКА ДРІЖДЖІВ, ТЕМПЕРАТУРА, ВОЛОГІСТЬ.

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

АСУ	– автоматизована система управління;
АС	– автоматизована система;
ПАЗ	– протиаварійне захист;
ЛТП	– логіко-трансформаційне правило;
КТС	– комплекс технічних средств;
НМІ	– Human machine interface;
АРМ	– автоматизоване робоче місце;
SCADA	– аббревіатура від англ. supervisory control and data acquisition, диспетчерське управління і збір даних
ПТ	– пульт технолога;
БКП	– блок керування процесом;
БД	– база даних;
ТО	- технологічне обладнання.

**Вступ****1 Стан питання і постановка задачі**

- 1.1 Огляд сфери та умов застосування системи
- 1.2 Огляд і характеристика об'єкта впровадження
- 1.3 Огляд принципів керування технологічним процесом
- 1.4 аналіз призначення та методів управління параметрами контурів управління сушаркою
- 1.5 Огляд існуючих підходів до вирішення задачі
- 1.6 Задача і мета роботи

**Висновок****2 Теоретичний розділ**

- 2.1 Аналіз обладнання сушарки
- 2.2 Аналіз режимів роботи сушарки
- 2.3 Аналіз вимог по сушці дріжджів
- 2.4 Аналіз процесу вибору температури агента та тривалість сушіння
- 2.6 Синтез моделі управління даними
  - 2.6.1 Обґрунтування методу моделювання
  - 2.6.2 Вимоги методу до вирішення завдання
  - 2.6.3 Розробка мови ситуаційного управління сушаркою

**Висновок****3 Синтез системи управління**

- 3.1 Розробка схеми функціональної структури
- 3.2 Розробка принципової схеми системи управління
  - 3.2.1 Аналіз входів і виходів АСУ ДСД
  - 3.2.2 Вибір елементної бази системи управління



## ВСТУП

Дріжджі грають головну роль в наступних виробництвах: в хлібопекарській промисловості; у виробництві спирту, алкогольних напоїв і пива. У наступні роки до цих старовинних галузям застосування дріжджів були додані інші. Дріжджі використовуються: як інгредієнти продуктів харчування або кормів або в натуральному вигляді, або частіше після автолізу у вигляді дріжджових екстрактів; як продуценти вітамінів; для фармацевтичних цілей, а також у вигляді білковітамінного концентрату; для отримання нуклеїнових кислот, ферментів і інших речовин.

Виробництво сушених дріжджів має забезпечувати їх якість, а також здатність довгостроково зберігати ферментативну активність (без якої подальше використання буде вже неможливо) тим вище, чим швидше здійснюється висушування. Інтенсивність сушіння, у свою чергу, зростає:

- зі збільшенням площі дотику сушильного агента і висушуваного матеріалу (що обумовлює необхідність попереднього подрібнення);
- з підвищенням температури теплоносія;
- з пониженням вологості теплоносія;
- із збільшенням швидкості руху теплового потоку.

Для ефективного проведення сушіння вимагається виконання основної умови. Температуру дріжджів слід підтримувати на рівні 30°C. При цьому весь процес відокремлення та виводу вологи протікає в три стадії:

I – видалення позаклітинної рідини: на цьому етапі загальна вологість знижується з вихідних 70 до 52%;

II – видалення вільної внутрішньоклітинної вологи, яка на виході дозволяє отримати дріжджі із залишковим вмістом води 16-18 %;

III – часткове видалення пов'язаної внутрішньоклітинної вологи, що характеризується зниженням вологості до 7,5-8%.

Для управління сушкою необхідно визначити температуру агента сушки, тривалість сушки та кількість циклів рециркуляції для того, щоб

налаштувати контури управління сушилкою. Усі вживані дії виконують оператор за достатньо складними методиками. Це збільшує вплив людського фактора на якість продукції.

Тому виникає завдання управління параметрами налаштування контурів управління обладнанням сушарки дріжджів для отримання продукту заданої вологості. Це завдання входить в сферу діяльності магістра спеціальності 123 "Комп'ютерна інженерія".

Обґрунтування параметрів системи управління даними налаштування контурів управління обладнанням сушарки дріжджів направлено на скорочення збитків підприємства, пов'язаних з псуванням дріжджів на етапі сушіння і зберігання внаслідок впливу людського фактора.

Таким чином, мета даної кваліфікаційної роботи обґрунтувати параметри підсистеми управління даними налаштування контурів управління обладнанням сушарки дріжджів.

Об'єкт дослідження - система управління параметрами налаштування контурів управління обладнанням сушарки дріжджів.

Предмет дослідження - процес вибору параметрів контурів управління обладнанням сушарки дріжджів за якісними характеристиками продукції.

Основне завдання роботи - розробка методів прийняття рішень для системи управління параметрами налаштування контурів управління обладнанням сушарки дріжджів.

Ідея роботи - параметри налаштування контурів управління обладнанням сушарки дріжджів можуть бути обрані за лабораторними та оперативним вимірюваним показниками якості дріжджів.



## 1 СТАН ПИТАННЯ І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

### 1.1 Огляд сфери та умов застосування системи

В даний час 90% світової продукції дріжджів отримують з меляси - відходу цукробурякового виробництва. За кордоном її переробляють в суміші з очеретяної патокою. Меляса є концентрованим розчином цукрів і різних мінеральних і органічних речовин. Меляса є в основному джерелом вуглецю для побудови дріжджової маси. Вона не містить всіх компонентів, які потрібні для вирощування дріжджів з виходом, що досягає 100% в перерахунку на мелясу. Тому при вирощуванні дріжджів на мелясі в неї додають зольні речовини, джерела азоту, фосфору, калію, магнію, ростові речовини, які є допоміжними матеріалами в дріжджовому виробництві.

Підприємства, що виробляють дріжджі, відносяться до бродильної промисловості. Це одна з найстаріших галузей, яка виробляє стратегічно важливий продукт. Попит на них є стабільним і схильний до незначним сезонних коливань. Дріжджова галузь постійно розвивається. На сьогоднішній день існує декілька видів дріжджів: рідкі, пресовані, інстантні, сухі. Сухі дріжджі - товар відносно новий. Він з'явився на ринку близько десяти років тому і не встиг повністю наситити ринок. Такі дріжджі відомі як «сухі активні дріжджі» і являють собою сферичні Ранул близько 1 мм в діаметрі. Для їх отримання дріжджова маса висушується до вологості 7-8%. Основною перевагою сухих дріжджів полягає в тому, що при низькій вологості дріжджова клітина знаходиться в «сплячому» стані і може зберігатися тривалий час. Крім того, в невеликому їх кількості знаходиться значна маса «активної речовини». Таки чином, все більша кількість представників харчової промисловості, а також приватні домогосподарства використовують в своїй діяльності саме сухі дріжджі.

У сухих дріжджах при низькій вологості дріжджова клітина знаходиться в 'сплячому' стані і може зберігатися тривалий час. Такі дріжджі відомі як "сухі активні дріжджі" і являють собою сферичні Ранул близько 1

мм в діаметрі. Для їх отримання дріжджова маса висушується до вологості 7-8%. Сухі дріжджі являють собою гранули різного діаметру, зовнішній шар яких складається з дріжджових клітин в "сплячому" стані і є захисним від впливу навколишнього середовища. Тому для відновлення активності дріжджів їх необхідно розчинити у воді.

Технологія виробництва інстантних дріжджів полягає в використанні спеціального методу швидкого сушіння з меншим пошкодженням клітинної мембрани і консервації дріжджів вакуумом, кінцева вологість продукту становить не більше 5%. Швидкодійні дріжджі були спеціально створені для зручного використання. Їх необхідно змішувати безпосередньо з борошном без попереднього розведення в воді, що значно прискорює і спрощує процес приготування дріжджового тіста.

## **1.2 Огляд і характеристика об'єкта впровадження**

Розглянемо процес виробництва дріжджів на прикладі технологічної лінії ТОВ «Балекс» (ХАРКІВСЬКИЙ ДРІЖДЖОВИЙ ЗАВОД) .

Завод має організаційну структуру, показану на рисунку 1.1.

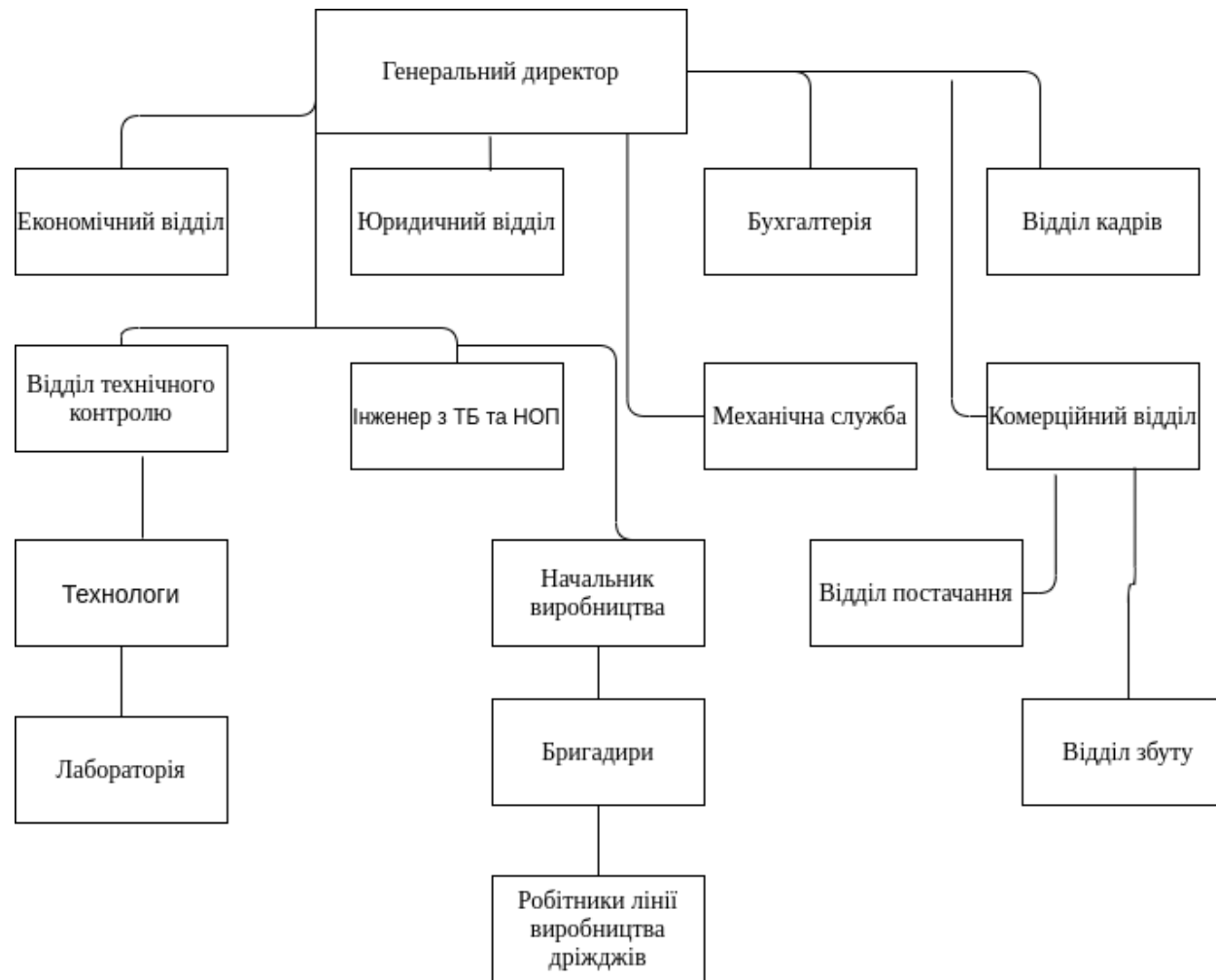


Рисунок 1.1 – Організаційна структура підприємства ТОВ «Балекс» (ХАРКІВСЬКИЙ ДРІЖДЖОВИЙ ЗАВОД).

Дріжджовий завод має технологічну структуру, показану на рисунку 1.2.У повному складі лінія по виробництву дріжджів складається з наступного спеціалізованого обладнання:

1 - чан для дріжджової суспензії ХЕ-43;

2 - сітчастий цідильник;

3 - сепаратор;

4 - бак-накопичувач;

5 -сушарка;

6 - пневмотранспорт;

7 - циклон;

8 - збірник-накопичувач продукту;

9

-

насос.

водопровідна вода  
дріжджі з бродильні  
сольовий розчин

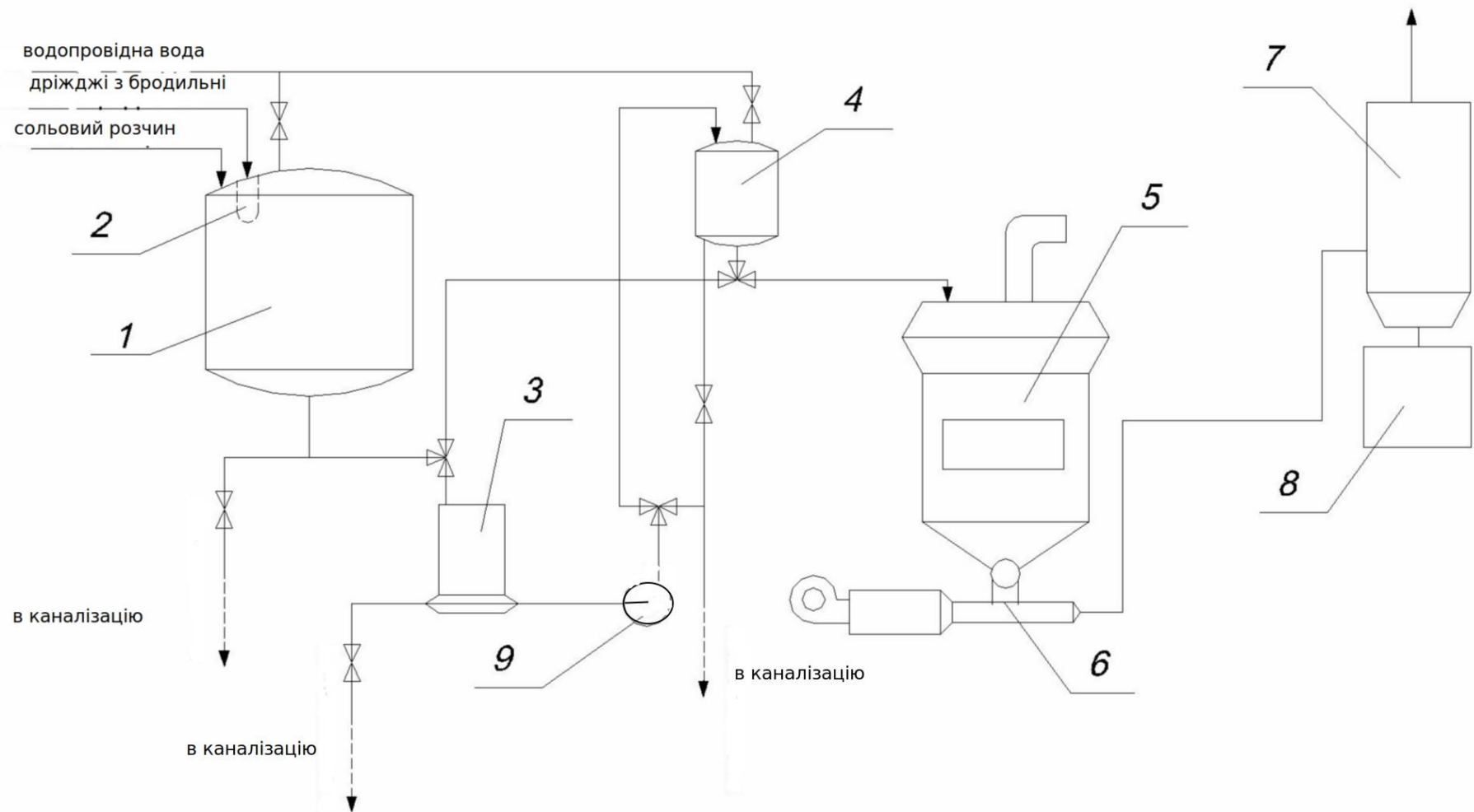


Рисунок 1.2 – Схема технологічної лінії ТОВ «Балекс» (ХАРКІВСЬКИЙ ДРІЖДЖОВИЙ ЗАВОД).

Після періоду головного бродіння залишкові дріжджі з бродільні передаються в чан 1 рисунок 1.2, де розбавляються холодною водою у співвідношенні 1: 4 і вибудовуються при безперервному перемішуванні протягом 10 хвилин.

Отримана дріжджова суспензія подається через сітчастий фільтр 2 на сепаратор 3, де відбувається поділ на промивальну воду, яка йде в каналізацію, і помиту дріжджову суспензію, яка насосом 9 подається в бак-накопичувач 4. Потім, після спустошення чана дріжджова суспензія подається назад в чан 1, де до неї додається в пропорції 4: 1 + 1% розчин NaCl. У сольовому розчині дріжджова суспензія витримується протягом 30 хвилин при постійному перемішуванні.

Після обробки сольовим розчином суміш подається на сепаратор 3, де відділяється сольовий розчин, що підноситься в каналізацію від обезгореченої дріжджової суспензії, яка насосом подається в бак — накопичувач 4. Далі суміш знову надходить в чан для миття від сольового розчину водою в пропорції 1: 4 на протязі 10 хвилин, потім через сепаратор і насос назад в бак - накопичувач. Цикл промивання від солі повторюється 3 рази.

В кінці промивання дріжджова суспензія з бака - накопичувача поступово надходить для сушіння в двовальцові вакуум — сушилку 5 рис. 1.3[8]. Висушується рідина подається в сушилку. Товщина шару визначається відстанню між вальцями. Усередині кожуха 8 обертаються два порожніх вальца 9, що обігріваються зсередини парою, що надходять по паропроводу 1. Одночасно пар подається в сорочку кожуха, завдяки чому попереджаються охолодження і конденсація пари на поверхні кожуха. Конденсат з вальців і парової сорочки виводиться через конденсаційний горщик в трубу 5. Витяжка засмоктується в сушилку зі збірки 21 по трубопроводу 2 завдяки вакууму в лінії 4. Висушена скоринка сухого екстракту знімається шкребками 10, які притискаються до вальців за допомогою гвинтів 11. Сухий екстракт зсипають в приймач 13. За процесом

сушіння спостерігають через оглядові скла 12. Пари відсмоктують з сушарки через трубу 4а. Спочатку вони надходять в пиловловлювач 14, а потім направляються в трубчастий конденсатор 15, охолоджуваний (як і пиловловлювач) холодною водою, що надходить з трубопроводу 6. Тепла вода витікає через трубу 7. За утворенням конденсату спостерігають через оглядове скло 12. Із збірки конденсатора 15 при допомозі ротора 19 повітряного вакуум-насоса викачують повітря, який через запобіжний резервуар вихлопу 17 потрапляє в мокро-повітряний насос 18, поршнем якого 20 повітря викидається в атмосферу через патрубок 16. Охолоджуюча насоси вода надходить з водопроводу 6 і виводиться по трубах 7. Сушильні вальці в сушарці обертаються зі швидкістю 4-8 об / хв. Таким чином, тривалість сушіння коливається в межах 15-772 с. Продуктивність 40-50 кг / м<sup>2</sup> в 1 год за умови, що в сушарку подається попередньо упарена витяжка (30-50%). На вальцях дріжджі висихають при зниженому тиску і температурі 40 - 45С<sub>о</sub>. Товщина сходить з вальців плівки сухих дріжджів згідно з вимогами не повинна перевищувати 0,1 - 1мм.

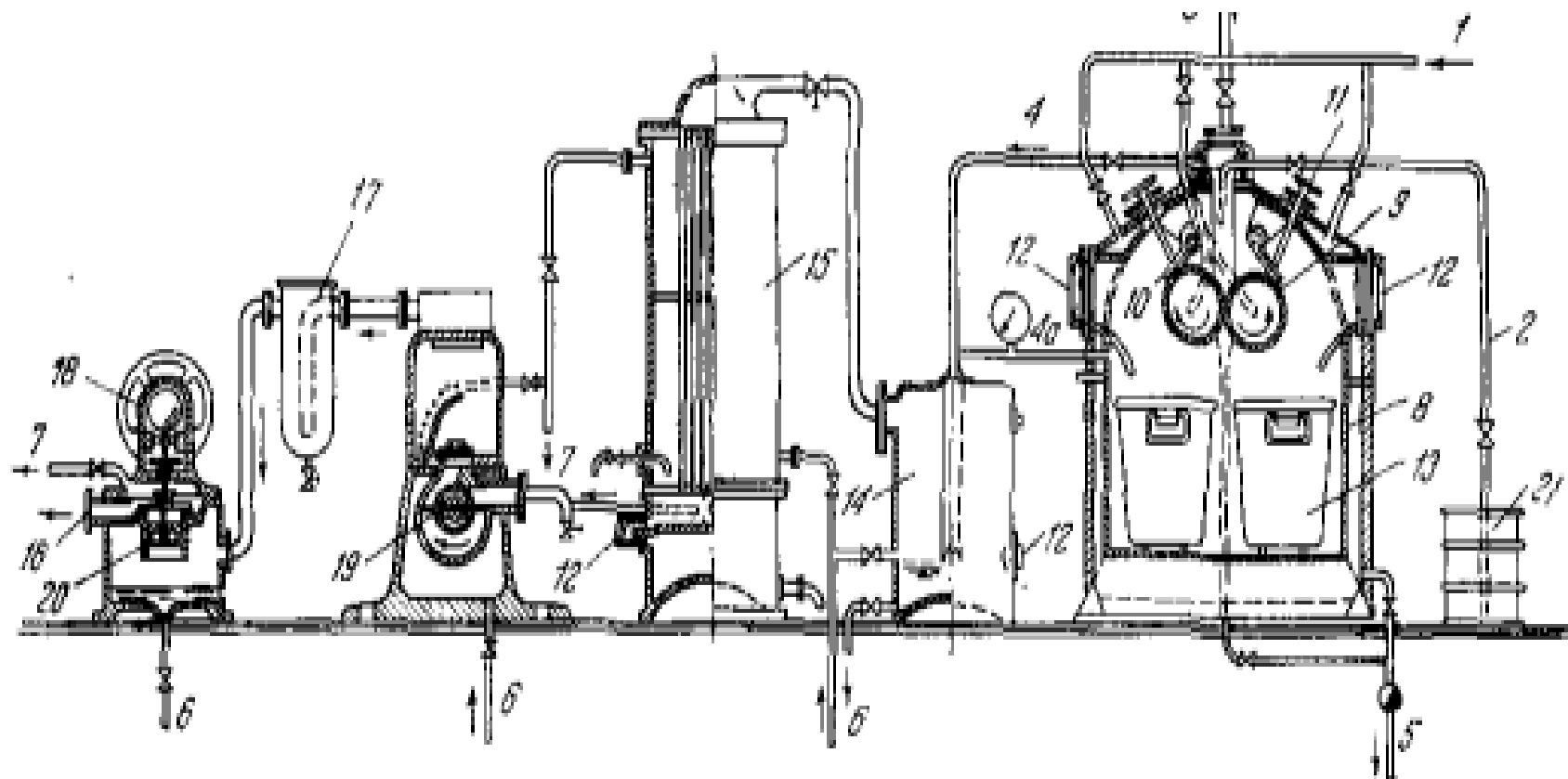


Рисунок 1.3 - Двовальцова вакуум - сушилка



Оскільки лінія з виробництва сухих дріжджів складається з окремих установок, для вирішення задачі проведемо аналіз призначення і методів керування обладнанням лінії.

Виходячи з аналізу обладнання лінії, можна зробити висновок, що процес виробництва дріжджів вимагає контролю великої кількості дискретних вхідних параметрів, але основні елементи лінії піддаються класифікації і виділенню в окремі об'єкти керування. Тому, для вирішення задачі, необхідний аналіз елементів і методів керування обладнанням лінії, з поданням останнього у вигляді моделі "вхід-вихід" і внутрішніх моделей керування.

### **1.3 Огляд принципів керування технологічним процесом**

Керування технологічним обладнанням лінії виконується персоналом вручну з місцевого пульта керування устаткуванням, розташованого в окремому приміщенні.

Після періоду головного бродіння залишкові дріжджі з бродильних передаються в чан 1 рисунок 1.2.

Отриманна дріжджева суспензія подається через сітчастий фільтр 2 на сепаратор 3, потім дріжджеву суспензію насосом 9 подають в бак-накопичувач 4. Після опустошення чана дрожжева суспензія подається знову в чані, де витримується протягом 30 хвилин при постійному переміщенні.

Після суміш подається на сепаратор, де відділяється сольовий розчин, дріжджів суспензія насосом подається в бак - накопичувач. Далі суміш знову подають в чан для промивки, після чого через сепаратор і насос подають в бак - накопичувач. Цикл промивки від солі повторюється 3 рази.

В кінці промивки дрожжевої суспензії з бака - накопичувач поступово поступає у двовальцеву вакуум-сушилку 5 .

Отриманна дріжджева суміш через шлюзового затвора попадає в пневматичну установку 6 нагнітального типу, яка подає сухі дріжджі в циклон 7, де після фільтрації вони потрапляють у збірник для упаковки 8.

Для контролю рівня ємності в чані для дріжджевої суспензії та баці-накопичуючу використовують ультразвуковий датчик рівня Dinel серії UML-70. ULM-70[10] представляє собою вимірювальний пристрій компактних розмірів, що включає в себе електроакустичний перетворювач, а також електронний модуль рис.1.4.



Рисунок 1.4 - ультразвуковий датчик рівня Dinel серії UML-70

Особливості датчика Dinel серії UML-70[10]:

- 1 Універсальне використання, прямий монтаж в резервуарах, судинах, контейнерах, відстійниках і т. Д.
- 2 Миттєвий перегляд виміряних значень на OLED або РК-дисплеї.

- 3 Розширена обробка сигналів з усуненням помилкових відображень.
- 4 Легке регулювання без зваженого матеріалу.
- 5 Вивід струму (4 ... 20 мА), HART®, RS-485 Modbus / RTU.

Для контролю температури повітря в двовальцевій сушилці використовується датчик температури і вологості ОВЕН ПВТ100[9] рис.1.5. Призначений для роботи в неагресивних газових середовищах. Здійснює безперервне перетворення значень температури і відносної вологості робочого середовища в два незалежних уніфікованих сигналу струму 4 ... 20 мА. Виміряні значення передаються через інтерфейс RS-485 по протоколу Modbus RTU.



Рисунок 1.5 - Датчик температури і вологості ОВЕН ПВТ100

Особливості та функціональні можливості[9]:

- 1 Вимірюється температура:  $-40 \dots + 80 \text{ } ^\circ \text{C}$ .
- 2 Розширений діапазон виміру температури (до  $+120 \text{ } ^\circ \text{C}$ ) за рахунок застосування високотемпературного кабелю.
- 3 Висока точність вимірювань: абсолютна похибка вимірювання вологості - до  $\pm 2,5\%$ , температури - до  $\pm 0,5 \text{ } ^\circ \text{C}$ .
- 4 Висока повторюваність результатів вимірювань:  $\pm 0,1\% \text{ RH}$ ,  $\pm 0,1 \text{ } ^\circ \text{C}$ .
- 5 Висока стабільність:  $\pm 0,25\% \text{ RH}$ ,  $\pm 0,02 \text{ } ^\circ \text{C}$  на рік.
- 6 Два незалежних вихідних каналу  $4 \dots 20 \text{ mA}$ .
- 7 Можливість обміну інформацією по інтерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU), швидкість до  $57600 \text{ біт / с}$ .
- 8 Розбірна конструкція, що дозволяє при необхідності здійснювати заміну сенсора і / або фільтра зонда.
- 9 Ергономічний корпус із ступенем захисту IP65.

Тиск в двовальцевій вакуумній сушильці котролюється датчиком ОВЕН ПД100И рис.1.6[9]. Датчики ОВЕН ПД100И призначені для безперервного вимірювання абсолютного, вакуумметричного й надлишково-вакуумметричного типів тиску і перетворення отриманих значень в уніфікований сигнал  $4 \dots 20 \text{ mA}$  постійного струму. За рахунок компактності датчики цього типу можна розміщувати в важкодоступних місцях, а також використовувати в системах, де критичні габарити перетворювача. У датчику ПД100И застосовується високостабільний сенсор, який вваривають в штуцер із застосуванням лазерного зварювання. Для додаткового захисту від зовнішніх впливів плата перетворювача покривається неполімерізуючим композитом. Датчики ПД100И приєднуються до системи за допомогою штуцера з різьбленням  $M20 \times 1,5$ ,  $G1 / 2$ ,  $G1 / 4$  відповідно.

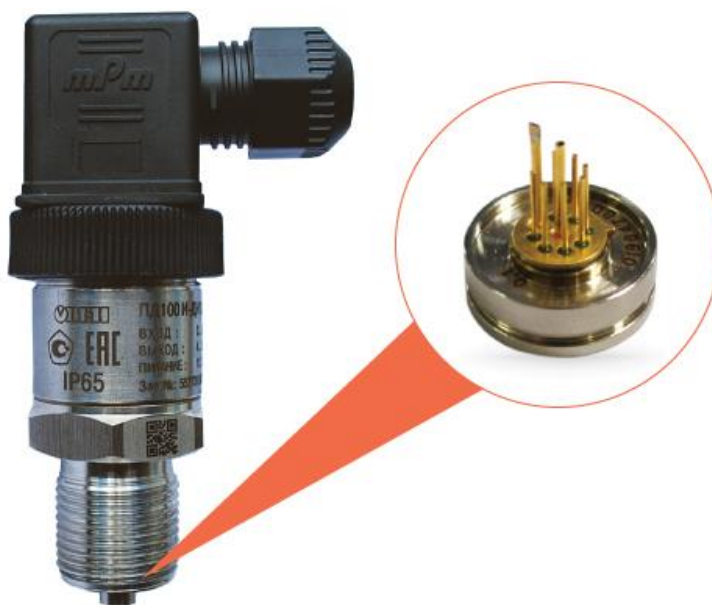


Рисунок 1.6 - Датчики тиску загальнопромисловий ОВЕН ПД100И

Основні характеристики датчика тиску ОВЕН ПД100И[9]:

- 1 Верхня межа вимірюваного тиску (ВПІ): 0,025 ... 4,0 МПа.
- 2 Перевантажувальна здатність: не менше 200% ВПІ.
- 3 Габаритний розмір по висоті: не більше 92 мм.
- 4 Ступінь захисту корпусу та електророз'єма перетворювача: IP65.

Таким чином, технологічне обладнання має строго детермінований набір технологічних операцій, які здійснюються в ручному і місцевому автоматизованому режимі. Також є повний набір датчиків і виконавчих механізмів для побудови на їх базі системи керування лінією. Для проведення розробки системи необхідно провести аналіз методів керування об'єктом автоматизації

#### **1.4 Аналіз призначення та методів управління параметрами контурів управління сушаркою**

Керування обладнанням лінії виробництва дріжджів пов'язано з його переведенням між станами. Розглянемо стану обладнання без урахування аварійних ситуацій.

Чан для джріжджової суспензії ХЕ-43 має такі стани:

- 1 Порожній;
- 2 Заповнений;
- 3 Переповнений.

Сітчастий цідильник має такі стани:

- 1 Порожній;
- 2 Заповнений;
- 3 Переповнений.

Стан переповнення для розроблюваної системи має сенс тільки з точки зору сигналізації. Реакція системи по керуванню на нього та ж, що і на стан заповнення.

Сепаратор має такі стани:

- 1 Включений – команда з пульта на включення подана;
- 2 Виключений – команда з пульта на включення не подана.

Бак накопичувач має такі стани:

- 1 Порожній;
- 2 Заповнений;
- 3 Переповнений.

Сушарка має такі стани:

- 1 Включена – команда з пульта на включення подана;
- 2 Виключена – команда з пульта на включення не подана.
- 3 Пуста;
- 4 Заповнена;
- 5 Переповнена.

Пневмотранспорт має такі стани:

- 1 Включений – команда з пульта на включення подана;
- 2 Виключений – команда з пульта на включення не подана.

Циклон має такі стани:

- 1 Порожній;
- 2 Заповнений;
- 3 Переповнений

Збірник-накопичувач продукту точки зору керування лінією має стани:

- 1 Готовий до прийому – датчик верхнього рівня не спрацював;
- 2 Заповнений – датчик верхнього рівня спрацював.

Насос має такі стани:

- 1 Включений – команда з пульта на включення подана;
- 2 Виключений – команда з пульта на включення не подана.

Таким чином, керування технологічним процесом зводиться до реалізації керування окремим обладнанням з урахуванням технологічних режимів і витримок часу, а також синхронізації роботи одиниць обладнання. Допускається обмежена асинхронність процесу за рахунок існуючих в лінії бункерів і природних затримок на обладнанні. Для вирішення задачі процесу керування, необхідно провести огляд існуючих підходів.

### **1.5 Огляд існуючих підходів до вирішення задачі**

З огляду на те, що площа, зайнята устаткуванням лінії досягає 80 м<sup>2</sup>, топологічне рішення для системи керування повинно ґрунтуватися на шинних промислових інтерфейсах. З іншого боку, для вирішення задачі керування лінії виробництва існує п'ять підходів:

- 1 Побудова системи керування на базі персонального комп'ютера і промислових модулів введення-виведення інформації;
- 2 Побудова системи керування на базі готових засобів локальної автоматики і засобів відображення;

3 Побудова системи керування на базі контролера, оснащеного модулями вводу-виводу;

4 Побудова децентралізованої системи керування на базі персонального комп'ютера і промислового контролера.

5 Побудова системи керування на базі комплекту промислового контролера з модулями вводу-виводу, НМІ-панелі в якості засобів поточного контролю і керування та можливістю підключення ПЕОМ в якості пульта технологічного налагодження рецептів.

Перший шлях для даного випадку неприйнятний, оскільки модулі вводу-виводу за вартістю наближаються до промислових контролерів, а впровадження в систему реального часу ПК передбачає застосування дорогих спеціалізованих операційних систем. Застосовувані SCADA-системи досить повільні і не зможуть вирішити задачу безпосереднього цифрового керування.

Другий шлях дозволяє побудувати досить живучу і надійну систему, що складається з локальних контурів. Однак, цей підхід не дозволяє з мінімальними витратами реалізувати диспетчерське керування, облік сировини та продукції і сполучення з іншими системами підприємства.

Третій шлях дозволяє будувати досить надійну систему керування в реальному часі. Крім того, промислові контролери досить надійні, швидко відновлюються після збоїв і не псують під час збоїв оперативну інформацію. Написання програм для них досить дешево. Однак у цьому випадку виникають питання відображення стану обладнання та оперативної настройки технологічних інтервалів роботи. Ці питання вирішуються за рахунок залучення промислових засобів відображення і консолей введення. При цьому велику кількість параметрів настройки в контролер доведеться вводити вручну, що за обмежених можливостей інтерфейсу досить складно і тягне за собою помилки в технології.

Четвертий підхід, при якому керування технологічним обладнанням повинне здійснюватися контролером, а настройка і відображення поточних



параметрів процесу записуватися в контролер з бази даних, розташованої в ПЕОМ. ПЕОМ при цьому не обов'язково повинна здійснювати загальне керування технологічним процесом, включаючи пуск і зупинку лінії. Це дозволяє реалізувати два варіанти системи – з постійним і періодичним підключенням пульта технолога на ПЕОМ. Однак цей підхід не відповідає сучасним вимогам побудови автоматизованої системи керування.

Найбільш перспективний п'ятий підхід, таким чином, для керування технологічним процесом лінії виробництва дріждів, повинна бути розроблена система автоматизованого керування на базі промислового контролера, НМІ-панелі в якості засобів поточного контролю і керування та пульта оператора ділянки на ПЕОМ.

### **1.6 Задача і мета роботи**

Починаючи з 2000 р попит на великі обсяги низькоякісних дріжджів зникав. А виробники хліба перейшли на інтенсивні технології, що дозволяють випускати вдвічі більше продукції, використовуючи при цьому ту саму кількість дріжджів. Тепер для них на перший план вийшло якість, а не кількість цього інгредієнта. Щоб впоратися з конкуренцією на ринку, «дрожжевікам» довелося задуматися про модернізацію обладнання та автоматизації виробництва.

Підвищити ефективність обслуговування і експлуатації лінії виробництва дріжджів можливо за рахунок впровадження системи керування.

Задача даної дипломної роботи – розробка методів прийняття рішень для автоматизованої системи управління параметрами налаштування контурів управління обладнанням сушарки дріжджів.

Мета даної кваліфікаційної роботи – розробка методів прийняття рішень для автоматизованої системи управління параметрами налаштування контурів управління обладнанням сушарки дріжджів на підприємстві ТОВ «Балекс» (ХАРКІВСЬКИЙ ДРІЖДЖОВИЙ ЗАВОД).

## ВИСНОВОК

Підвищити ефективність обслуговування і експлуатації лінії виробництва дріжджів можливо за рахунок системи керування.

Процес виробництва вимагає контролю великої кількості дискретних вхідних параметрів, але основні елементи лінії піддаються класифікації і виділенню в окремі об'єкти керування.

Технологічне обладнання має строго детермінований набір технологічних операцій, які здійснюються в ручному і місцевому автоматизованому режимі. Є повний набір датчиків і виконавчих механізмів для побудови на їх базі системи керування лінією виробництва.

Керування технологічним процесом зводиться до реалізації керування окремим обладнанням з урахуванням технологічних режимів і затримок часу, а також синхронізації роботи одиниць обладнання. Допускається обмежена асинхронність процесу за рахунок існуючих в лінії природних затримок на обладнанні.

Задача дипломного проекту – розробка системи керування лінією виробництва сухих дріжджів.

Мета роботи – підвищити продуктивність та надійність лінії виробництва дріжджів шляхом мінімізації впливу людського фактору. Ефект може бути досягнутий за рахунок синхронізації роботи лінії без ручного втручання, контролю і керування обладнанням засобами системи на базі компролера.

## 2. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Аналіз обладнання сушарки

Головні вимоги до сушильних установок □ забезпечення рівномірного сушіння та отримання високоякісної продукції у всьому об'ємі сушильної камери при високих техніко–економічних показниках: мінімальних габаритах сушарки, мінімальних витратах теплоти та електроенергії на висушування одного кілограма сировини, простому обслуговуванні, ремонті обладнання. Рівномірність сушіння є одним з основних факторів, що характеризують сушильну установку. Важливою вимогою є можливість висушування партій сировини з різною вологістю за один прохід. Для зменшення тривалості сушіння важливо інтенсифікувати процеси зовнішнього тепло- і масообміну, для багатьох продуктів і матеріалів □ інтенсифікація процесів внутрішнього переносу теплоти і маси. Ефективність сушильних установок багато в чому залежить від вибраних методів та режимів сушіння, типу сушильної установки та її розрахунку.

Проведемо аналіз роботи двовальцевої сушарки дріжджів GMF Gouda модель T15/40 KD рис. 2.1[11].

ису  
нок  
2.1 -  
Дво  
валь  
цева  
суш  
арка  
GM  
F  
Gou  
da



модель T15/40 KD

Двовальцева сушарка T15 / 40 KD призначена для різного типу дріжджів. Конструкція складається повністю з нержавіючої сталі 316L. Розміри сушильних вальців (барабанів): діаметр 1508 X 4000 мм ширина; площа сушки одного вальця 18,42 кв.м і сумарно 36,84 кв.м Тиск в вальцях (барабанах) 8,5 бар при температурі 191 °С, тиск 12 бар, швидкість обертання вальців 1,5-15 об / хв. Головний привід 18,5 кВт, має (2 шт) розвантажувальних шнека діаметром 560 мм і довжиною 5995 мм, приводяться в обертання 1,5 квт двигуном.

На рис. 2.2 зображена схема двовальцової атмосферної сушарки [12]. Основною частиною цієї сушарки є вальці 2 і 3, повільно обертові зі швидкістю 1,5 - 15 об / хв в кожусі 1. Зверху між вулицями безперервно подається висушуваний матеріал. Гріючий пар надходить через порожнисту цапфу всередину кожного з вальців, паровий конденсат відводиться через сифонну трубку 4. Введення пара і висновок конденсату проводиться з

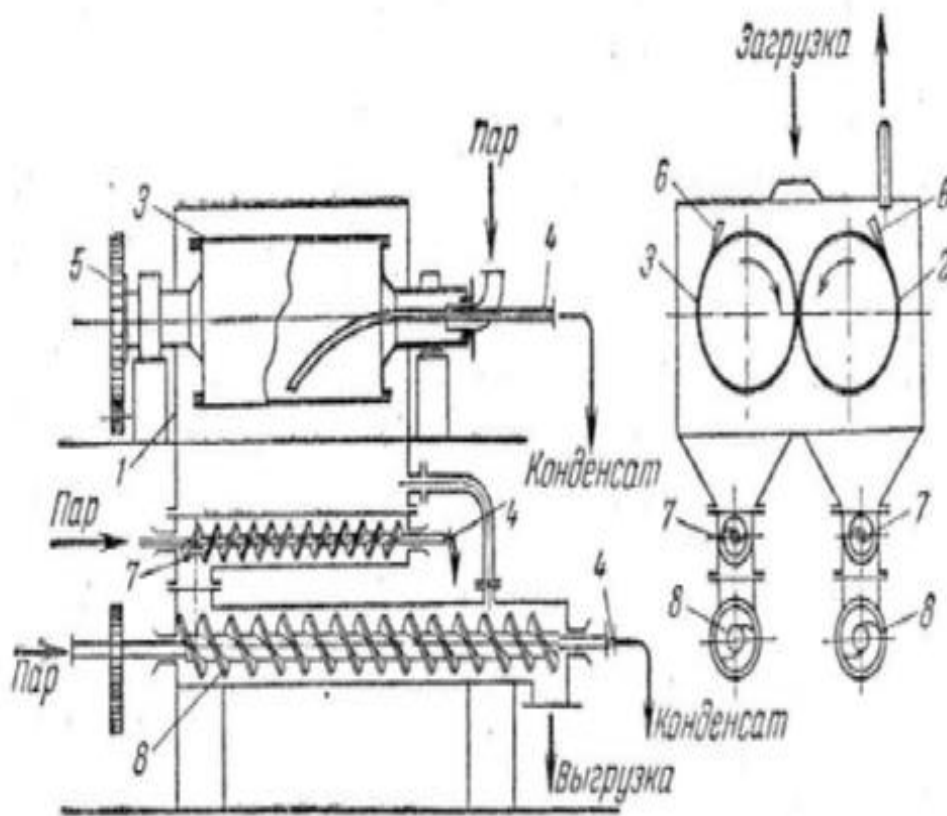
боку, протилежного приводу 5. Вальці можуть також обігріватися гарячою водою або високотемпературними органічними теплоносіями.

Матеріал покриває поверхню вальців тонкою плівкою, товщина якої визначається величиною зазору між вулицями, з тонкої плівки відбувається активне видалення вологи, після чого суху речовину знімається за допомогою фіксоване встановлених ножів.

Напрямок обертання барабанів визначається типом оброблюваного продукту, на рис. 2.2 показані барабани, які обертаються назустріч один одному.

Зазвичай ширина зазору не перевищує 0,5 - 1 мм і регулюється шляхом переміщення веденого вальца 2, що має рухомі підшипники, щодо нерухомо встановленого провідного вальца 3. Висушування матеріалу відбувається інтенсивно в тонкому шарі протягом одного неповного обороту вальців. Плівка підсушеного матеріалу знімається ножами 6, розташованими вздовж котра утворює кожного вальца. Чим тонше шар матеріалу на вальцях, тим швидше і рівномірніше він сушиться.

Однак через недостатню тривалості сушки часто потрібно досушка матеріалу, здійснювана в горизонтальних лотках з паровим обігрівом (досушувателях), в яких обертаються вали з гребками. У сушарці на рис. 84 матеріал після вальців послідовно проходить спочатку верхній досушуватель 7, потім нижній досушуватель 8.



Ри  
с. 2.2.

#### Двовальцева сушарка:

1 - кожух, 2 - ведений порожнистий валец на рухомих підшипниках; 3 — провідний порожнистий валец (встановлений нерухомо), 4 - сифонні трубки для відведення конденсату, 5 - привід, 6 — ножі, розташовані вздовж котра утворює вальців; 7- верхні досушувателі, 8 - нижні досушувателі.

З аналізу роботи сушарки очевидно, що є необхідність в автоматизації управління трьох складових:

- обладнання подачі дріжджів, що підлягає дискретного управління;
- подача пара, що підлягає безперервному регулюванню;
- розвантажувальні механізм установки який підлягає безперервному регулюванню.

Для виявлення цільових функцій управління і регулювання проведемо аналіз режимів роботи згаданого обладнання.

## 2.2 Аналіз режимів роботи сушарки

До режимам роботи сушарки відносяться:

- простій, коли все обладнання відключено і управління не потрібно;
- підготовка, коли персоналом виконуються попередні, передбачені

Інструкцією по сушці, заходи і дії з підготовки, перевірки стану, діагностики роботи обладнання. Тут керуючі впливи повинні виконуватися персоналом вручну або з використанням вже встановлених локальних засобів автоматики, тому немає необхідності в постановці і вирішенні завдань управління;

- завантаження, коли проводиться подача вологої суспензії дріжджів в камеру сушарки. Тут потрібно допускового контроль, запуск і управління обладнанням переміщення сушильного матеріалу. Управління дискретне, завдання управління легко детермінуються і тому не становлять інтерес для виконання досліджень в магістерській роботі;

- запуск передбачає блокування транспортно-технологічні і розвантажувальних механізмів до тих пір, поки температура пару в зонах сушіння не досягне технологічних еталонів, після чого сушарка входить в режим рециркуляції. Йде дискретне управління розпалом пальників теплогенератора і запуск подачі пару. З'явилося обмеження у вигляді технологічних еталонів температури, тобто як мінімум має бути регулювання температури шляхом впливу на пальник теплогенератора. Для спрощення цієї процедури і виключення помилки оператора потрібно автоматизувати процес налаштування контуру управління температурою вже на етапі запуску сушарки;

- робота в прямоточном режимі на сушилку надходить безперервно волога дріжджева суспензія і йде вивантаження сухих дріжджів. Тут необхідно автоматично регулювати вологозбір дріжджів за цикл сушки шляхом зміни тривалості сушіння за допомогою пропускної здатності розвантажувальних механізмів за показаннями вологості на виході.

Параметри регулювання вологості визначаються виходячи з характеристик якості дріжджів для кожної партії індивідуально, що вимагає автоматизації процесу настройки контуру регулювання;

- вивантаження сушарки аналогічна роботі в прямому режимі з тією відмінністю, що вологі дріжджі не надходять.

З аналізу роботи обладнання, можна зробити висновок про необхідність автоматизації процесів перенастроювання контурів регулювання температури і вологості. Без вирішення цього завдання управління процесом сушки дріжджів не можна вважати автоматизованим. Для виявлення факторів, що впливають на процеси прийняття рішень по налаштуванню контурів управління, розглянемо вимоги по сушці дріжджів по температурі і вологості.

### **2.3 Аналіз вимог по сушці дріжджів**

Технологія виробництва інстантних дріжджів полягає в використанні спеціального методу швидкого сушіння з меншим пошкодженням клітинної мембрани і консервації дріжджів вакуумом, кінцева вологість продукту становить не більше 5%.

Якість сушених дріжджів і їх здатність зберегти ферментативну активність в процесі зберігання тим вище, чим швидше проходить висушування. Воно, в свою чергу, тим інтенсивніше, чим більше площа зіткнення сушильного агента з висушують матеріалом, вище температура теплоносія, нижче його вологість, більше швидкість руху.

Випаровування рідини відбувається інтенсивніше при високих температурах агента. Однак, надто високий рівень температури і пересушування знижує показники якості дріжджів. Сутність процесу сушіння дріжджів полягає і видаленні води з дріжджів. При цьому вологість їх знижується з 72 до 5%. Основним завданням процесу сушіння є видалення тільки вільної вологи. Якщо видалити з клітки хімічно пов'язану вологу, то порушиться структура протоплазми і клітина загине.



Хімічно зв'язана волога є тією залишковою вологою сушених дріжджів (5%), яка не видаляється при сушінні.

Процес сушіння в основному складається з взаємно пов'язаних між собою тепло-фізичних явищ, що протікають в наступному порядку:

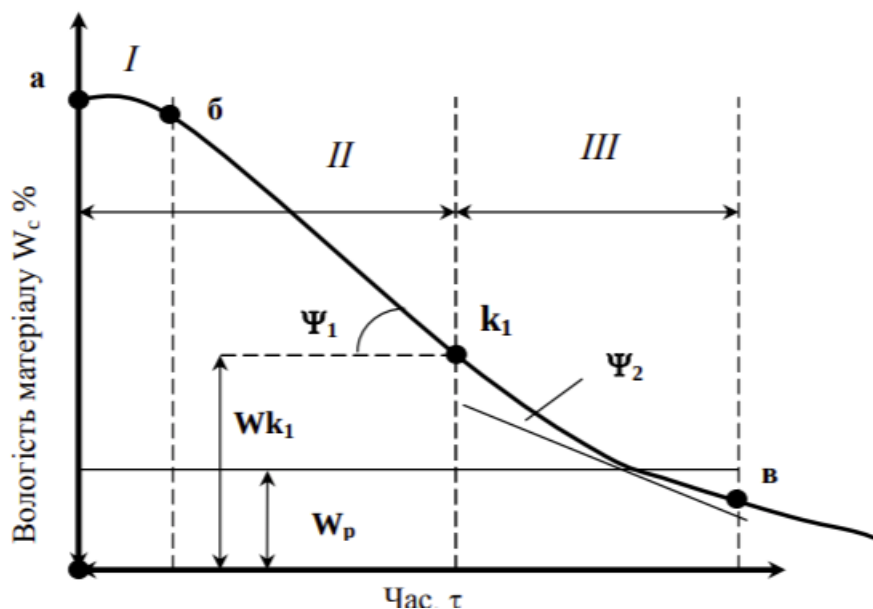
- перенесення тепла від агента сушіння до поверхні просушуємо матеріалу;
- випаровування вологи з поверхневого шару матеріалу;
- передача тепла від поверхні до внутрішніх шарів матеріалу;
- переміщення вологи зсередини, й до його поверхні і одночасно триваюче випаровування вологи з поверхні.

Випаровуються волога поглинається агентом сушіння і несеться в атмосферу.

Безпосередній вплив на продуктивність сушарки і якість дріжджів надає тривалість сушіння, на яку, в свою чергу, залежить від початкового і кінцевого вологовмісту, товщини шару продукту, температури нагріву вальців і регулюється частотою їх обертання.

#### **2.4 Аналіз процесу вибору температури агента та тривалість сушіння**

При сушінні видаляється волога, зв'язана з матеріалом фізико-механічними і фізико-хімічними зв'язками. В процесі сушіння волога переміщується з внутрішніх шарів матеріалу до його поверхні і з поверхні випаровується в навколишнє середовище.



Ри  
сунок  
2.3 —

Крива сушіння

Процес сушіння описується кривими сушіння, які характеризують зміну середньої (інтегральної) вологості матеріалу  $W_c$  під час сушіння  $\tau$ . Аналіз таких кривих показує, що на початку процесу, коли вологість матеріалу зменшується по кривій аб має місце короткочасна стадія прогріву матеріалу (I). Тривалість цієї стадії залежить від товщини зразка. Далі вологість (humidity) змінюється за лінійним законом:

$$\psi_1 = \frac{dW^c}{d\tau} = \text{const.}$$

Цей період сушіння називають періодом постійної швидкості сушіння (II) лінія (б–к<sub>1</sub>). В період II температура на поверхні матеріалу дорівнює температурі мокрого термометра (temperature of the wet thermometer), проходить адиабатне випаровування (adiabatic evaporation) вологи. Якщо є вільна волога, парціальний тиск водяної пари над матеріалом дорівнює тискові над чистою водою і не залежить ні від вологості матеріалу, ні від його характеру або виду.

В кінці сушіння крива сушіння асимптотично наближається до лінії рівноважної вологості, причому  $W_p$  (рівноважна вологість) відповідає вибраному режиму сушіння. При рівноважній вологості сушіння закінчується, його швидкість рівна нулю. Для тонких матеріалів період I настільки короткочасний, що на кривій сушіння його не видно.

Перевагою вакуум–сушарок є більш інтенсивне сушіння при низьких температурах, що важливо для речовин, які не витримують високої температури. Наприклад, для тиску грійної пари  $2 \cdot 10^5$  Па ( $t_n = 120^\circ\text{C}$ ), і вакуумі в камері  $0,867 \cdot 10^5$  Па, температура матеріалу буде порядку  $66^\circ\text{C}$ , а перепад температур дорівнює  $120 - 54 = 66^\circ\text{C}$ . Вакуумне сушіння вимагає меншої витрати теплоти внаслідок майже відсутності втрат з повітрям, що викидається з сушарки. Наприклад, на 1 кілограм води, що випаровується при температурі  $40^\circ\text{C}$ , потрібно  $2570$  кДж теплоти у вакуумній сушарці. Перевагою вакуум–сушарок є стерильність середовища. Герметичність сушильної камери дає гарантію проти забруднення продукту пилом з навколишнього середовища й окислювання його киснем повітря. Вакуумне сушіння дозволяє також виключити виділення з матеріалу шкідливих парів і газів у навколишнє середовище, що особливо важливо при сушінні отруйних речовин.

Так як двовальцева вакуумна сушлка є безперервного типу дії, то потрібно дуже ретельно контролювати температуру і тиск пару якию подається на вальці. Також на якість сушіння впливає частота обертання вальців. Тому початкова вологість дріжджевої суспензії необхідний параметр для визначення рекомендованої температури агента сушки і швидкості обертання вальців.

Таким чином маємо необхідний параметр для вибору критерія температури агента та швидкості обертання вальців: початкова вологість дріжджевої суспензії. Початкова вологість може бути виміряна на вході в сушилку.

Регулювання тривалості сушки будемо виконувати в залежності від температури агента. В свою чергу від залежності температури агента буде змінюватися частота обертання вальців яка в свою чергу буде впливати на тривалість сушки.

Температурні режими для вакуумної двовальцевої сушарки приведені в таблиці 2.1[12]

Таблиця 2.1 — Температурні режими вакуумної двовальцевої сушарки

Початкова вологість, %	Температура пара, °С,	Тиск пара, ат.	Товщина плівки на вальцях, мм	Частота обертання вальців, об/хв
60-65	116,5-121,2	11,5	1	6-8
65-70	122,3-125,8	10,5	1	6-8
70-76	126,2-129,7	9,5	1	5-7
76-80	130,6-138,9	9,0	1	5-6
80-85	141,2-146,7	8,5	1	3-5

Отримані в результаті аналізу фактори вибору параметрів регуляторів дозволяють перейти до синтезу моделі управління даними резервування контурів управління обладнанням сушарки зерна шахтного типу, для побудови АСУ підтримки прийняття рішень оператором.

## **2.5 Синтез моделі управління даними**

### **2.5.1 Обґрунтування методу моделювання**

Аналіз критеріїв по сушці дріжджів і є основними для прийняття рішень оператором, дозволив виділити відмітні їх ознаки:

- 1) Динамічність показників вологості дріжджевої суспензії між партіями;
- 2) Неповнота опису процесів сушіння дріжджів на сушарках вальцевого типу, викликана конструктивними відмінностями сушарок, особливостями енергоносія.

Наведені ознаки свідчать про те, що поставлена задача не дозволяє використовувати класичні методи і може бути вирішена за допомогою методів ситуаційного управління[13].

### **2.5.2 Вимоги методу до вирішення завдання**

Рішення поставленого завдання вимагає врахування низки особливостей методу:

1) Ситуаційне управління вимагає створення попередньої бази знань про об'єкт управління і способах управління ним. З огляду на, що є інструкція по суті і відомі методи управління процесом, це завдання можна вважати вирішеною;

2) Необхідно описати ситуації на мові, що дозволяє відобразити всі основні ненадлишкових параметри і зв'язку для класифікації ситуації і пропозиції рішення по управлінню;

3) Мова опису ситуації повинен дозволяти відобразити якісні знання, які не формалізуються математично;

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

5) Система повинна дозволяти коригувати логіко-трансформаційні правила (ЛТП) в процесі експлуатації;

Наведені вимоги є підставою для побудови семіотичної моделі управління [13] даними контурів управління сушаркою дріжджів.

### **2.5.3 Розробка мови ситуаційного управління сушаркою**

Для розробки МСУ[13] необхідно ввести поняття, імена і відносини, що описують стан дріжджової суспензії.

Виходячи з наведених вище чинників, введемо значущі поняття, наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Поняття, що описують стан дріжджової суспензії

Позначення	Опис
A	Група початкової вологості дріжджової суспензії
B	Температура пара
C	Тиск пара
D	Зона кривої сушки
E	Частота обертання вальців

Для кожного з понять введемо свій список імен.

Таблиця 2.2 - Імена належать поняттю A

Позначення	Опис
A1	Початкова вологість 60-65%
A2	Початкова вологість 65-70%
A3	Початкова вологість 70-76%
A4	Початкова вологість 76-80%
A5	Початкова вологість 80-85%

Таблиця 2.3 - Імена належать поняттю B

Позначення	Опис
B1	Температура пара 116,5-121,2 °C,
B2	Температура пара 122,3-125,8 °C,
B3	Температура пара 126,2-129,7 °C,
B4	Температура пара 130,6-138,9 °C,
B5	Температура пара 141,2-146,7 °C,

Таблиця 2.4 - Імена належать поняттю C

Позначення	Опис
C1	Тиск пара, ат. 11,5
C2	Тиск пара, ат. 10,5
C3	Тиск пара, ат. 9,5
C4	Тиск пара, ат. 9,0
C5	Тиск пара, ат. 8,5

Таблиця 2.5 - Імена належать поняттю E

Позначення	Опис
D1	Частота обертання вальців 6-8 об/хв
D2	Частота обертання вальців 6-8 об/хв
D3	Частота обертання вальців 5-7 об/хв
D4	Частота обертання вальців 5-6 об/хв
D5	Частота обертання вальців 3-5 об/хв

Таким чином, отримана модель для розрахунку координат продукції в базі рецептів-налаштувань регуляторів сушарки зерна в складі АСУ підтримки прийняття рішень оператором. В результаті проведених досліджень можна сформулювати наукове положення:

Для підтримки прийняття рішень оператором сушарки по налаштуванню контурів управління необхідно і достатньо використовувати початкову вологість продукції.

## ВИСНОВОК

В результаті аналізу обладнання, режимів роботи двовальцевої сушарки дріжджів, принципів вибору температури агента сушіння, а також тривалості циклу сушіння, було обґрунтовано напрямок досліджень з використанням методів ситуаційного управління.

Згідно з методом ситуаційного управління були сформульовані вимоги до вирішення завдання, що мають на увазі наявність бази знань про об'єкт управління, опис ситуацій на мові управління, який здатний відображати не формалізуються математично знання в умовах відсутності повної інформації, можливість корекції ЛТП системи, результативність застосування системи.

Виходячи з висунутих вимог, була розроблена семиотична модель управління даними контурів управління сушаркою дріжджів, яку можна представити у вигляді мережі з вершинами, що представляють собою деяку формальну систему параметрів регуляторів, а зв'язки між вершинами - переходи до нових систем під впливом характеристик вологості дріжджової суспензії. Для отриманої моделі був розроблений АСУ сушаркою.

Сформульовано наукове положення:

для підтримки прийняття рішень оператором сушарки дріжджів з налаштування контурів управління необхідно і достатньо використовувати значення початкової вологості дріжджової суспензії.



## 3 СИНТЕЗ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

### 3.1 Розробка схеми функціональної структури

Основні елементи лінії виробництва дріжджів піддаються класифікації і виділенню в окремі об'єкти керування. Тому, для вирішення завдання керування системою, необхідний аналіз елементів і методів керування обладнанням технологічної лінії, з поданням останнього у вигляді моделі "вхід-вихід" і внутрішніх моделей керування.

Виходячи з опису процесу керування і технічних вимог, автоматизована система керування ділянкою сушки дріжджів, далі АСУ ДСД, повинна підтримувати такі функції:

- обмін даними за узгодженим протоколом між блоком керування процесом БКП і пультом технолога ПТ на відстані до 120 м;
- автоматичне керування технологічним обладнанням ТО згідно з режимами роботи лінії;
- протиаварійний захист ПАЗ обладнання лінії та персоналу при роботі в ручному і автоматичних режимах;
- автоматичне стеження за дотриманням часових інтервалів перехідних станів ТО;
- зберігання в базі даних пульта технолога БД ПТ та передачу на БКП витягів часу перехідних станів ТО;
- отримання ТС від датчиків ТО;
- автоматизоване керування режимами лінії виробництва, такими як запуск, робота, зупинка з ПТ;
- переведення керування лінією в ручний режим;
- живлення ланцюгів датчиків.

Виходячи з переліку наведених функцій, схема функціональної структури буде виглядати, як показано на рисунку 3.1

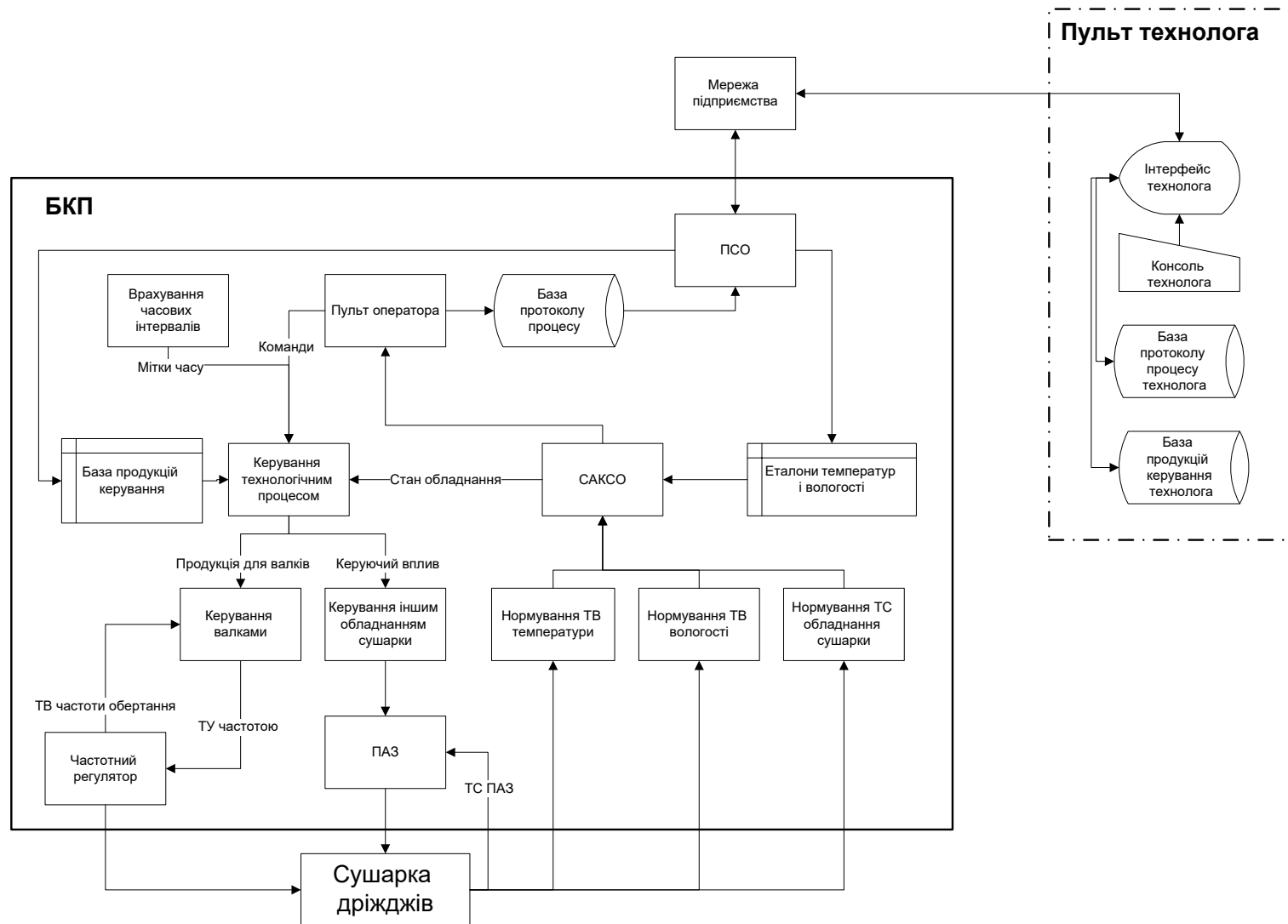


Рисунок 3.1 – Схема функціональної структури АСУ ДСД.

## **3.2 Розробка принципової схеми системи управління**

### **3.3.1 Аналіз входів і виходів АСУ ДСД**

Для визначення входів і виходів АСУ ДСД необхідно провести аналіз і класифікацію входів і виходів датчиків і виконавчих механізмів технологічного обладнання.

В результаті аналізу, отримана класифікація входів, виходів і тимчасових затримок, представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Перелік входних та вихідних сигналів. АСУ ДСД

№ п/п.	Найменування інформації (Сигнали, дані)	Ідентифікатор	Напр. вх./вих.	Функ-ція	Вид	Джерело / Одержувач	Форма подання (Розрядність, точність)		Період вв./вив., сек.
							Зовнішня	Внутрішня	
1	Температура агента сушки	аТЕ	Вхід	Вимір	Rt1000	Датчик ОВЕН ПВТ100	0,25 В	16 бит	0,5
2	Подачу агента сушки увімкнути	уТЕ1	Вихід	Упр.	Норм. разомкн.	Пускач	24 В	1 бит	0,2
3	Подача агента сушки увімкнена	хТЕ1	Вхід	Контр.	Норм. разомкн.	Контакт пускача	24 В	1 бит	0,2
4	Подачу тиску увімкнути	уРЕ1	Вихід	Упр.	Норм. разомкн.	Пускач	24 В	1 бит	0,2
5	Подача тиску увімкнена	хРЕ1	Вхід	Контр.	Норм. разомкн.	Контакт пускача	24 В	1 бит	0,2
6	Тиск агента сушки	аРЕ	Вихід	Вимір	Вихід 0...10 В.	Датчик ОВЕН ПД100И	24 В	1 бит	0,2

Продовження таблиці 3.1

№ п/п.	Найменування інформації (Сигнали, дані)	Ідентифікатор	Напр. вх./вих.	Функція	Вид	Джерело / Одержувач	Форма подання (Розрядність, точність)		Період вв./вив., сек.
7	Вологість матеріалу	aME	Вхід	Вимір	Вихід 0...10 В.	Датчик ОВЕН ПВТ100	24 В	1 бит	0,2
8	Увімкнення приводу вальців	yMS1	Вихід	Упр.	Норм. разомкн.	Пускач	24 В	1 бит	0,2
9	Привід вальців увімкнений	xMS2	Вхід	Контр.	Норм. разомкн.	Контакт пускача	24 В	1 бит	0,2
10	Частота обертання приводу вальців	yMS	Вихід	Упр.	Вихід 0...10 В	Трьохфазний частот.перетворювач	24 В	1 бит	0,2
11	Частота обертання приводу вальців	aMS	Вхід	Вимір	Вихід 0...10 В	Трьохфазний частот.перетворювач	24 В	1 бит	0,2

### 3.2.2 Вибір елементної бази системи управління

- Схема розміщення датчиків двовальцевої вакуумної сушарки привелена на рисунку 3.2.

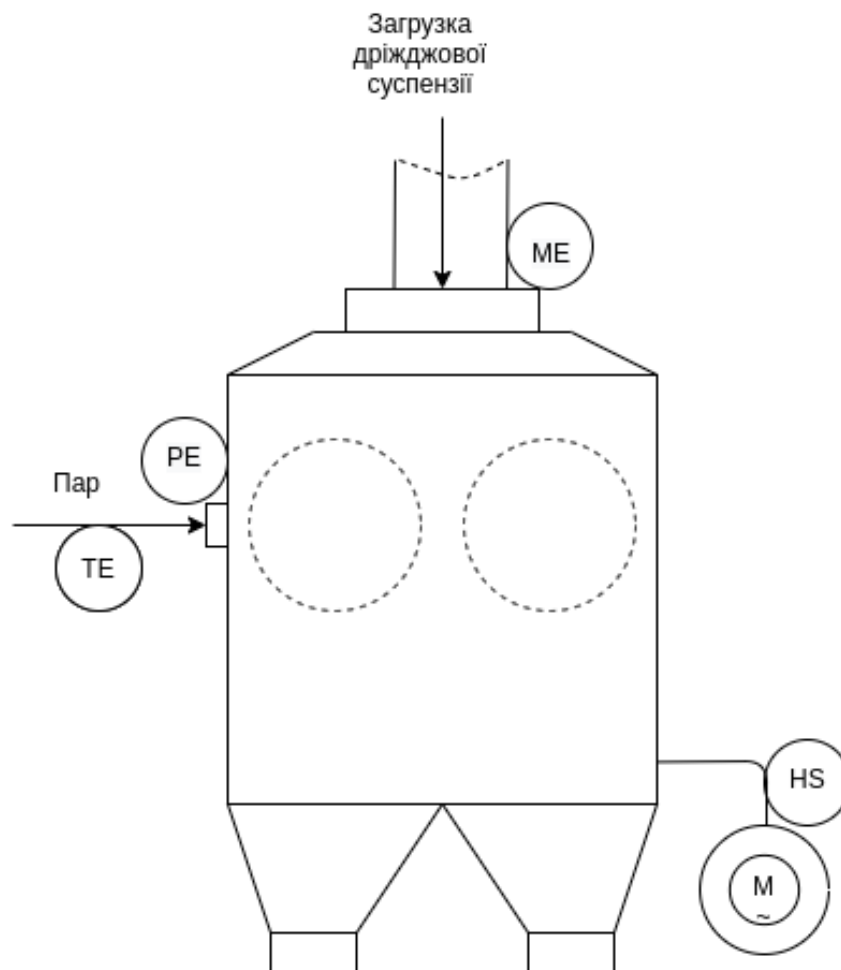


Рисунок 3.2 – Схема розміщення датчиків АСУ ДСД.

- ME — датчик вологості дріжджевої суспензії
- PE — датчик тиску пари подаваної на вальці
- TE — датчик температури пари
- HS — трьохфазний частотний перетворювач

З огляду на, що більшість підприємств для автоматизації процесу виробництва в даний час використовує обладнання фірми Siemens, для пульта оператора АСУ ДСД буде обране обладнання з елементної бази цієї лінії.

НМІ-панель SIMATIC HMI TP1200 Comfort, зовнішній вигляд представлений на рисунку 3.3. SIMATIC HMI об'єднує широку гаму апаратури оперативного управління і моніторингу різної продуктивності, орієнтовану на вирішення завдань людино-машинного інтерфейсу безпосередньо в промислових умовах.



Рисунок 3.3 – HMI-панель SIMATIC HMI TP1200 Comfort

Особливості SIMATIC HMI TP1200 Comfort [14]:

Повна підтримка вимог концепції Totally Integrated Automation (TIA): підвищення продуктивності, зниження інженерних витрат, зниження витрат на експлуатацію протягом усього життєвого циклу.

Наочна візуалізація процесу з використанням полів введення-виведення, графіки, кривих, бар-графіків, текстової інформації і растрових зображень.



Наявність бібліотек графічних об'єктів, що дозволяють спростити розробку проекту.

Можливість відображення Інтернет сторінок, документів Adobe Acrobat, MS Word і MS Excel.

Централізоване управління роботою панелей для реалізації алгоритмів енергозбереження на основі протоколу PROFInergy.

Низькі витрати на виконання пуско-налагоджувальних робіт та обслуговування:

- збереження / відновлення даних проекту через інтерфейси PROFINET, USB, MPI, PROFIBUS DP або за допомогою SIMATIC HMI SD карти;
- дистанційна завантаження / зчитування параметрів конфігурації і операційної системи з автоматичною ідентифікацією цього процесу;
- можливість завантаження специфічних драйверів;
- тривалий термін служби дисплея і клавіатури;
- не обслуговуються збереження даних при перебоях в харчуванні панелі.

Можливість використання у всіх регіонах світу:

підтримка 32 мов для проектування і формування повідомлень, включаючи російську мову;

- до 32 обраних інтерактивних мов;
- мовно-залежні повідомлення і графіка.

Наявність стандартних програмних і апаратних інтерфейсів, що підвищують гнучкість застосування панелей:

- два слоти для установки SIMATIC HMI SD карт для розширення пам'яті, створення резервних копій і відновлення даних проекту;
- PROFINET і MPI / PROFIBUS для централізованого управління оперативними і проектними даними або підключення до програмованим контролерам SIMATIC S7 / WinAC;
- наявність інтерфейсу USB приладу для завантаження / зчитування проекту;

- наявність інтерфейсу USB-Host для підключення USBStick, клавіатури, миші, принтера і т.д .;
- в панелях з діагоналлю екрану від 7 "і вище: наявність аудіо входу і аудіо виходу, можливість використання Media Player;
- збереження архівів і рецептур в форматі CSV файлів, що дозволяє використовувати для їх обробки стандартні комп'ютерні програми (наприклад, MS Excel).

Модульне розширення опціональним пакетом Sm @ rtServer для організації обміну даними з іншими SIMATIC HMI системами і дистанційного обслуговування панелі оператора.

Наявність елемента управління для зчитування і відображення діагностичної інформації, для отримання доступу до якої раніше був необхідний STEP 7.

Для управління процесом сушки обраний контролер Simatic S7-1215C DC / DC / DC рисунок 3.4, з наступними характеристиками [14]:

- Робоча пам'ять 100 кбайт, завантажується пам'ять об'ємом до 4 Мбайтна, що розширюється картою пам'яті Memory Card ємністю до 24 Мбайт.
- Напряга живлення: 24 В DC, 120 ... 230 В AC.
- Зміни входів / виходів: 2 аналогових входи + 14 дискретних входів (24 В DC) + 2 аналогових виходу 0 ... 20мА + 10 дискретних виходів з замикаються контактами реле або з транзисторними ключами (2AI (0-10) + 14DI + 2AO (0-20мА) + 10DO релейних або транзисторних).
- Конфігурація розширення: 3 комунікаційних модуля + сигнальна плата SB + 8 сигнальних модулів SM (3хСМ + 1хSB + 8хSM).
- Функції: швидкісний рахунок / вимір частоти - 3х100 кГц + 3х30 кГц, імпульсні виходи - 2х100 кГц.



ису

нок

3.4

–

Sim

atic

S7-

121

5C

AC

/

DC

/

DC

ля

керування частотою обертання валків обертаємо частотний перетворювач Danfoss 3 ф 18 кВт VLT Micro FC51 рисунок 3.5, з характеристиками [15] :

- Напряга живлення: 380-480 В
- Кількість фаз: 3
- Номінальний струм: 37,0 А
- Потужність: 18,5 кВт
- Тип блоку: M5
- Розміри (ВхШхГ): 335 × 165 × 248 мм



Рисунок 3.5 - Частотний перетворювач Danfoss 3 ф 18 кВт VLT Micro FC51

Перетворювач має наступні переваги:

- Modbus RTU;
- повний контроль і управління торцевих приводом за допомогою функції RS-485 FC-bus;
- інтерфейс панелі управління логічно продуманий і зручний у використанні;
- аналоговий релейний прохід для струму (0-20 мА) - ~ 240В / 2А;
- 5 аналогових входів: старт / стоп, скидання, підключення термистора і т. д.;
- компаундне покриття плати;
- весь процес має комплектацію ПІ-регулятором;
- фільтр для перетворення і придушення перешкод радіочастот;
- операторська панель з можливістю швидкої зйомки для ремонту, установки або демонтажу;
- якісний тепловідвід з підвищеними показниками ефективності;

Для взаємодії частотного регулятора з контролером повинен бути застосований комутаційний модуль Simatic CM 1241 з програмним драйвером для USS.

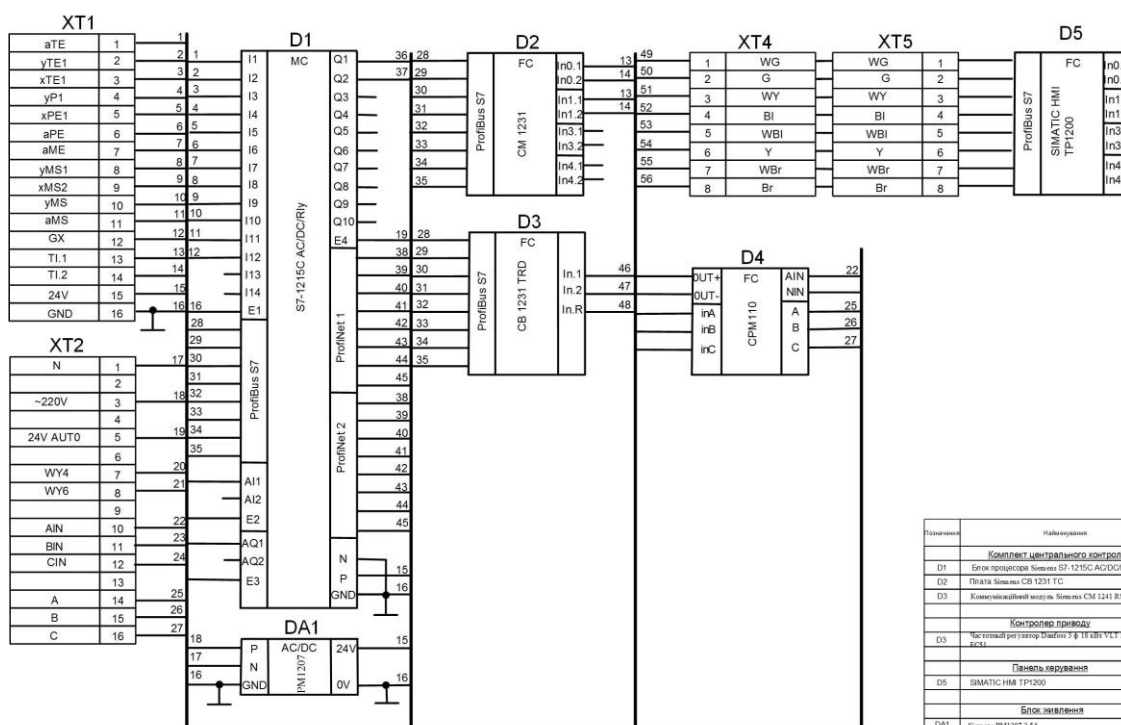
Для зв'язку з АРМ досить використовувати вбудований порт ProfiNet.

Для живлення комплексу контролера і дискретних датчиків буде використаний блок живлення РМ 1207 2,5А.

Всі потреби у входах і виходах для АСУ ДСД задоволені повністю.

### 3.3.3 Реалізація принципової схеми системи управління

На підставі обраної елементної бази, опису входів і виходів системи, реалізована система управління, представлена на малюнку 3.6:



Позначення	Найменування	Кол.	Примітка
<b>Комплект центрального контролера</b>			
D1	Блок процесора Siemens SF-1215C AC/DC/DC	1	
D2	Плата Siemens CB 1231 TC	1	
D3	Комплекційний модуль Siemens CM 1241 ES-485		
<b>Контроль приводу</b>			
D3	Частотний регулятор Danfoss F 11143 VLT Micro drist.	1	
<b>Панель управління</b>			
D5	SIMATIC HMI TP1200	1	
<b>Блок живлення</b>			
DA1	Сиستم РМ1207 2,5А	1	
<b>Роз'єми</b>			
XT1, XT2	Клеммная колода СИКА-5115	2	
XT3	Клеммная колода СИКА-2082	1	
XT4, XT5	Разъем RJ 45 F5U IP 67	2	
XT6	Витка АВЛ SS2530	1	

Рисунок 3.3 - Принципова схема АСУ ДСД

Отримана принципова схема може бути використана для розробки математичних моделей управління процесом за допомогою АСУ ДСД.



## ВИСНОВОК

На підставі огляду технологічного процесу роботи двовальцевої сушарки дріжджів були побудована схема функціональної структури і схема автоматизації. Був проведений аналіз вхідних і вихідних сигналів розробляємої АСУ і обраний КТС для її принципової реалізації. Отримана принципова схема АСУ ДСД виконана в обсязі, який дозволяє перейти до розробки програмного забезпечення системи.

## **4 Розробка програмного забезпечення нижнього рівня**

### **4.1 Призначення і область застосування програмного забезпечення**

Програмне забезпечення призначене для управління ділянкою сушки дріжджевої суспензії лінії виробництва сухих дріжджів підприємства ТОВ «Балекс» (ХАРКІВСЬКИЙ ДРІЖДЖОВИЙ ЗАВОД).

Розроблюване програмне забезпечення є нижнім рівнем програмного забезпечення АСУ ДСД. Воно призначене для управління виробничим обладнанням в реальному часі. Пуск і зупинка лінії можливі як з місцевого пульта, так і з програмного забезпечення верхнього рівня. Управління процесом сушки проводиться БКП автоматично.

### **4.2 Обґрунтування технічних характеристик програми**

Виходячи з технічних вимог, програма нижнього рівня АСУ ДСД, яка розташовується на контролері в БКП, повинна виконувати наступні функції:

- прийом даних про вологість;
- прийом даних про температуру пари;
- прийом даних про тиск пари;
- прийом даних про частоту обертання приводу;
- зберігання і управління базою інструкцій по сушці дріжджів на даній сушарці;
- попередній вибір з бази інструкцій рецептів по налаштуванню частоти обертання приводу;
- попередній вибір з бази інструкцій рецептів по налаштуванню частоти температури пари;
- розрахунок відхилення і корекція вибору з бази інструкцій рецептів по налаштуванню температури і в'ягос'єму зерна за прохід;
- вибір з бази продукцій налаштувань контурів управління частоти обертання приводу і температури сушіння дріжджів за рецептами початкової вологості;



— надання оператору рекомендацій за рецептами вологості НМІ.

Реалізація програми можлива тільки з урахуванням таких особливостей застосовуваного промислового контролера. Інтерпретатор SIMATIC HMI TP1200 Comfort безперервно циклічно сканує записану в контролер програму і виконує її. При цьому система команд, представляючи собою мову релейно-контактних схем, виключає можливість зациклення всередині самої технологічної програми.

Читання дискретних та аналогових виходів і видача керуючих впливів відбувається поза сканів програми в окремі проміжки часу, тому осередки введення-виведення можуть брати участь в обчисленнях без ризику несанкціонованих переключень.

Ініціалізація програми проводиться автоматично при подачі живлення. Початкові дані по ініціалізації прописуються в контролер при конфігуруванні..

Підготовка даних для контролю з пульта оператора, підготовка даних для управління, видача керуючих впливів можуть бути реалізовані єдиним алгоритмом, виконуваним в один скан програми.

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

Програма повинна використовувати такі вхідні дані:

дані про вологість дріжджової суспензії;

команду включення від НМІ

Програма повинна видати наступні вихідні дані на НІМ:

- пропонуваній рецепт сушки;
- частоту обертання приводу;
- температуру агента сушки;
- тиск подачі пари;

Технічні і програмні засоби для розробки програми обумовлені довідковим керівництвом по застосуванню контролерів Simatic S7-1215C Середовище розробки - програма Siemens TIA Portal V.14 для Windows OS.

### **4.3 Опис розробленої програми**

#### **4.3.1 Загальні відомості**

Текст програми розміщений в проекті GD3 для Siemens TIA Portal V.14. Всі тексти і завантаження модуль програми приховані.

Для завантаження програми в контролер Необхідно серед Siemens TIA Portal V.14. Одного разу завантажена в контролер програма розміщується в незалежній пам'яті і в наступних завантаженнях не потребує. Для виконання програми використовується вбудований в S7 інтерпретатор. Запуск програми на виконання відбувається при включенні живлення.

#### **4.3.2 Функціональне призначення**

Програма формує пропозиції з налагодження керуючих контурів технологічного обладнання сушарки в штатних режимах роботи для подання на панелі НМІ оператора для прийняття рішення і передачі їх налаштувань підсистем управління.

Програма здатна самостійно готувати оперативні дані запитів, а також вести управління базами інструкцій і продукцій.

Програма здатна почати роботу тільки за участю НМІ , АСУ вищого рівня або АРМ.

Програма не реалізує ПАЗ сушарки та її підсистем.

Програма не веде протокол процесу.

Програма не керує каналами зв'язку.

#### **4.3.3 Опис логічної структури програми**

Програма користувача розміщена в сегменті оперативної пам'яті програм користувача контролера S7-1215C і включає:

- організаційний блоки Main, ProductionControl, DryerMoisture;
- блок даних Instruction, CurrentRecept;
- функції getRecept.

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

Блок DryerMoisture викликається 5 разів на хвилину. Він осередненою дані по вологості дріжджової суспензії.

Блок ProductionControl викликається кожні 200 мс. Він запускає функцію getRecept, якщо була дана команда запустити підсистему.

Блок даних Instruction рецепти налаштування сушарки.

Блок даних CurrentRecept надає поточні настройки регулятора для прийняття рішення оператором по перенесенню їх в регулятори підсистем.

Функція getRecept визначає та передає налаштування сушарки відповідно по вхідних даних влогості.

Програма написана на мові Java, код програми представлений в додатку А.

#### **4.3.4 Використовувані технічні засоби**

Для виконання програми необхідні: модуль контролера S7-1215C AC / DC / Rly - 1 шт .; SIMATIC HMI TP1200 Comfort - 1 шт.

#### **4.3.5 Виклик і завантаження**

Програма спочатку завантажується в незалежну пам'ять Simatic S7-1215C з персонального комп'ютера допомогою засобів Siemens TIA Portal V.14 по інтерфейсу Ethernet, де і знаходиться весь термін експлуатації системи. Виклик програми на виконання відбувається по включенню живлення контролера.

Вхідна точка в програму - головний організаційний блок Main проекту.

### 4.3.6 Вхідні і вихідні дані

Вхідні, вихідні внутрішні дані зведені в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1. - Дані для програми нижнього рівня АСУ ВС.

Name	Data type	Address	Retain	Accessible from HMI/O PC UA	Writable from HMI/O PC UA	Visible in HMI engineering	Supervision	Comment
aME	Int	%IW96	False	True	True	True		Вологість матеріалу
aPE	Int	%IW98	False	True	True	True		Тиск агента сушки
yPE1	Int	%IW100	False	True	True	True		Подачу тиску увімкнути
xPE1	Int	%IW102	False	True	True	True		Подача тиску увімкнена
aTE	Int	%IW80	False	True	True	True		Температура агента сушки
X1	Bool	%IO.0	False	True	True	True		
X2	Bool	%IO.1	False	True	True	True		
X3	Bool	%IO.2	False	True	True	True		
X4	Bool	%IO.3	False	True	True	True		
X5	Bool	%IO.4	False	True	True	True		
X6	Bool	%IO.5	False	True	True	True		
X7	Bool	%IO.6	False	True	True	True		
Y1	Bool	%Q0.0	False	True	True	True		
Y2	Bool	%Q0.1	False	True	True	True		
Y3	Bool	%Q0.2	False	True	True	True		
Y4	Bool	%Q0.3	False	True	True	True		
Y5	Bool	%Q0.4	False	True	True	True		
yMS	Int	%QW64	False	True	True	True		Частота обертання приводу вальців
aMS	Int	%IW64	False	True	True	True		Частота обертання приводу вальців
yTE1	Int	%IW66	False	True	True	True		Подачу агента сушки увімкнути
xTE1	Int	%IW68	False	True	True	True		Подача агента сушки увімкнена
yMS1	Int	%IW70	False	True	True	True		Увімкнення приводу вальців
xMS2	Int	%IW72	False	True	True	True		Привід вальців увімкнений

### 4.4 Очікувані техніко-економічні показники

Застосування розробленої програми на БКП в комплекті системи АСУ ДСД здатне повністю усунути простої технологічного обладнання через неоптимального управління, так як тривалість скана інтерпретатора контролера ніколи не перевищить 0,5 с. Застосування АСУ ДСД здатне

скоротити обслуговуючий персонал з 7 до 3 ставок з річним економічним ефектом за рахунок економії не менше 130 тис.грн.

## **ВИСНОВОК**

Для вирішення завдання автоматизації була розроблена схема електрична структурна АСУ ДСД. Виходячи з аналізу технологічного процесу структурної схеми і технічних вимог сформульовані вимоги до схеми електричної принципової, проведено аналіз інформаційних входів і керуючих виходів БКП АСУ ДСД. Обґрунтовано системи рівнянь для управління обладнанням ділянки вироблення спирту.

Отримана структурна схема відповідає виставленим технічним вимогам.

Як результат вибору і обґрунтування елементної бази з урахуванням структурної схеми системи розроблена принципова схема БКП АСУ ДСД.

Отримана функціональна схема відповідає виставленим технічним вимогам.

Виходячи з аналізу інформаційних входів і виходів системи, а також принципової схеми розроблено програмне забезпечення нижнього рівня для БКП АСУ ДСД. Програмне забезпечення дозволяє управляти технологічним обладнанням ділянки і повністю задовольняє технічним вимогам.

Таким чином, розроблене технічне рішення для АСУ ДСД задовольняє сформульованим технічним вимогам в повному обсязі.

## **5 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ**

### **5.1 Формулювання вимог до експерименту**

Необхідно експериментальним шляхом перевірити умови необхідні для сушки продукції, обґрунтовані в розділі 2 для підтримки прийняття рішень по налаштуванню контурів управління двовальцевої сушарки дріжджів.

Для проведення експерименту необхідно провести випробування розробленої програми для АСУ ДСД для нормальних і неприпустимих умов за вхідними даними.

Мета експерименту - дослідним шляхом перевірити адекватність розробленої семіотичної моделі управління даними контурів управління сушаркою дріжджів в складі АСУ.

### **5.2 Опис експерименту**

Для експерименту використовуємо вже розроблене в розділі 4 програмне забезпечення DY1, встановлений комплект S7-1200, як показано на рисунку 5.1, і включає: процесор CPU 1215C AC / DC / DC, . Комплект S7-1200 повинен бути підключений через Ethernet-концентратор або безпосередньо до робочої станції Simatic, або до будь-якого персонального комп'ютера, на якому повинна бути встановлена і здатна виконуватися середовище налагодження TIA Portal V14 з відкритим проектом DY1.

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

Про адекватність моделі можна судити за випадковим збігом очікуваних даних наведених в контрольному прикладі.

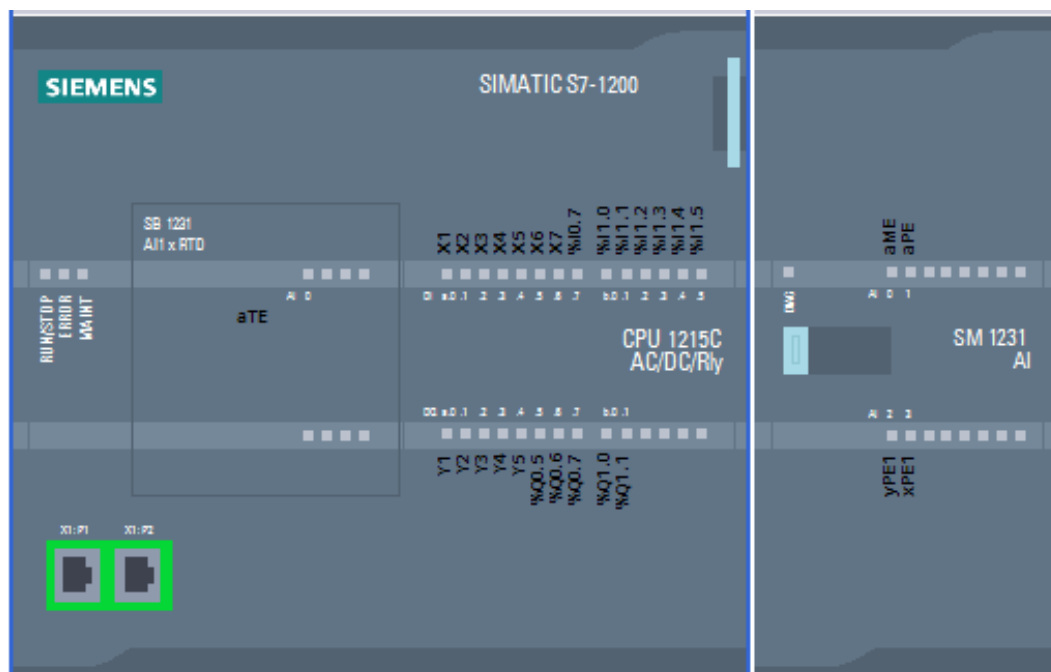


Рисунок 5.1 — Комплект АСУ S7-1200, застосований для експериментальних досліджень

Суть експерименту в тому, що подаючи різні інструкції по суті дріжджів домогтися отримання очікуваних рекомендацій по частоті обертання вальців, а потім показати можливість отримання неправильних або неоднозначних рекомендацій при відсутності одного з необхідних описів.

Оскільки проводитимуться випробування програмного забезпечення системи, ГОСТ 19.301-79 передбачає написання контрольного прикладу для проведення випробувань.

### 5.3 Контрольний приклад для проведення випробувань

#### 5.3.1 Підготовка до роботи і запуск випробувального стенду

Таблиця 5.1 - Послідовність дій при підготовці до роботи і запуску

№ п/п	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.	Увімкнути комп'ютер	Комп'ютер включився, завантажилася операційна система Windows
3.	Запустити TIA Portal V14 і відкрити в ньому проект DY1	На екрані відкритому середовищі TIA Portal V14 з завантаженим проектом DY1
4.	Подати живлення з мережі 220В на - Simatic S7-1215C	Через 10 секунд індикатор "RUN" на CPU 1215 загориться зеленим
5.	У середовищі TIA Portal натиснути кнопку "Go online"	Через 10 секунд кнопка "Go online" стане неактивною, а кнопка "Go offline" - активної



### 5.3.2 Дослідження достатності класів описів

Таблиця 5.2 - Послідовність дій при дослідженні достатності

№ п/п	Дія	Результат
1.	Відкрити блок даних "Instruction"	Через 10 секунд після натискання кнопки колонка "Start value" стане помаранчевої
2.	Підготувати запис в базу знань, блоку даних "Instruction" виконати присвоєння: moisture = 65 temperature = 120 pressure = 11.5 frequency= 6	У відповідних клітинках в колонці "Start value" блоку даних "Instruction" відобразяться дані, що вводяться
3.	Провести пошук в базі знань блоку даних "CurrentRecept"	В блоку даних "CurrentRecept" відобразяться дані: moisture = 65 temperature = 120 pressure = 11.5 frequency= 6

### 5.3.3 Дослідження необхідності класів описів

Таблиця 5.3 - Послідовність дій при дослідженні необхідності

№ п/п	Дія	Результат
1.	Відкрити блок даних "Instruction"	Через 10 секунд після натискання кнопки колонка "Start value" стане помаранчевої
2.	Провести пошук в базі знань блоку даних "CurrentRecept"	В блоку даних "CurrentRecept" відобразяться дані: moisture = 0 temperature = 0 pressure = 0 frequency= 0

### 5.4 Аналіз результатів експерименту

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

## ВИСНОВОК

В результаті проведеного експерименту була показана адекватність запропонованої семіотичної моделі управління даними контурів управління сушаркою дріжджів, представленої у вигляді моделі розрахунку координат продукції в базі рецептів-налаштувань регуляторів сушарки дріжджів в складі АСУ підтримки прийняття рішень оператором. Модель розрахунку дозволяє сформулювати на основі бази знань, яка описує режими сушіння з інструкції по сушці дріжджів, рецепт сушки, що містить настройки контурів підсистем автоматичного регулювання частотою обертання вальців сушарки,

які після узгодження рецепта з оператором, можуть бути перенаправлені в відповідні регулятори.

## ВИСНОВКИ

У ході виконання магістерської кваліфікаційної роботи був проведений аналіз обладнання, режимів роботи двовальцевої сушарки дріжджів, принципів вибору температури агента сушіння, а також тривалості циклу сушіння, було обґрунтовано напрямок досліджень з використанням методів ситуаційного управління.

Згідно з методом ситуаційного управління були сформульовані вимоги до вирішення завдання, що мають на увазі наявність бази знань про об'єкт управління, опис ситуацій на мові управління, який здатний відображати не формалізуються математично знання в умовах відсутності повної інформації, можливість корекції ЛТП системи, результативність застосування системи.

Виходячи з висунутих вимог, була розроблена семиотична модель управління даними контурів управління сушаркою дріжджів, яку можна представити у вигляді мережі з вершинами, що представляють собою деяку формальну систему параметрів регуляторів, а зв'язки між вершинами - переходи до нових систем під впливом характеристик вологості дріжджової суспензії. Для отриманої моделі був розроблений АСУ сушаркою.

Дослідження стану питання, дозволило довести доцільність розробки комп'ютерної системи на ділянці сушки дріжджів.

На основі обзору технологічного процесу комп'ютерної системи на ділянці сушки дріжджів було побудовано функціональну та принципову схему керування, що були використані для розробки програмного забезпечення проектованої комп'ютерної системи.

Сформована концепція, узагальнююча вище перелічені результати, дозволила створити програмне забезпечення, що відповідає вимогам до складу магістерської роботи.

Проведення експерименту дозволило підтвердити відповідність розробленої системи вимогам, що були сформульовані у технологічному завданні.

## Перелік посилань

1. Бері Девід Біологія дріжджів. - М. : Харчова промисловість 1971-120 с.
2. Бочарова М.М. Мікрофлора дріжджового виробництва. - М. : Світ 1995-231с.
3. Аргунов С.В., Глазунов А.В., Капутьцевіч Г.Д. Особливості росту дріжджів, Біотехнологія, 1993.- №5- с. 22-25
4. Плевако Е.А. Технологія дріжджів - М. : Харчова промисловість, 1999-240 с.
5. Палагіна К.К. Технологічні розрахунки дріжджового виробництва-М. : Харчова промисловість, 1998-54 с.
6. Тулякова Т.Т. Пасхін В.Ю. Стабілізація біотехнологічних характеристик середовищ, при виробництві сухих дріжджів // Харчова промисловість, 2005 №9-с.80-82
7. Бакланов А.А. Формування «Піраміди смаку» з використання дріжджових екстрактів, Харчова промисловість, 2006 №3-с.52
8. Антипов С.Т., Кретов І.Т. та ін. Машина і апарати харчових виробництв. Книга 1 М. : Вища. Шк., 2001. с.
9. <https://owen.ua>
10. <http://www.dinel.cz>
11. <https://www.aaronequipment.com>
12. Нестеров А.В. Сушка. - Л. Санкт Петербург (Процеси і апарати хімічної технології). 2020. -240 с.
13. Поспелов Д.А. Ситуаційне управління. Теорія і практика, (1986 рік) 285с.
14. <https://new.siemens.com>
15. <https://electrocontrol.com.ua>

## Додаток А

## Програмне забезпечення. текст програми

**Блок CurrentRecept:**

```
public class CurrentRecept {  
  
    private Double temperature;  
    private Double pressure;  
    private Double frequency;  
  
    public CurrentRecept(Double temperature, Double pressure, Double frequency)  
    {  
        this.temperature = temperature;  
        this.pressure = pressure;  
        this.frequency = frequency;  
    }  
  
    public Double getTemperature() {  
        return temperature;  
    }  
  
    public Double getPressure() {  
        return pressure;  
    }  
  
    public Double getFrequency() {  
        return frequency;  
    }  
  
    public void setTemperature(Double temperature) {  
        this.temperature = temperature;  
    }  
  
    public void setPressure(Double pressure) {  
        this.pressure = pressure;  
    }  
  
    public void setFrequency(Double frequency) {  
        this.frequency = frequency;  
    }  
}
```

**Блок DryerMoisture:**

```
public class DryerMoisture {

    private Double moisture;

    public Double getMoisture() {
        return moisture;
    }
}
```

### **Блок Instructions:**

```
public class Instructions {

    public Map<Double, Map<String, Double>> getInstructions() {
        return instructions;
    }

    private Map<Double, Map<String, Double>> instructions = new HashMap<>();

    private Map<String, Double> recept1 = new HashMap<>();
    private Map<String, Double> recept2 = new HashMap<>();
    private Map<String, Double> recept3 = new HashMap<>();
    private Map<String, Double> recept4 = new HashMap<>();
    private Map<String, Double> recept5 = new HashMap<>();

    public Instructions(){
        recept1.put("temperature",120.0);
        recept1.put("pressure",11.5);
        recept1.put("frequency",6.0);

        recept2.put("temperature",122.5);
        recept2.put("pressure",10.5);
        recept2.put("frequency",7.0);

        recept3.put("temperature",126.2);
        recept3.put("pressure",9.5);
        recept3.put("frequency",5.0);

        recept4.put("temperature",130.6);
        recept4.put("pressure",9.0);
        recept4.put("frequency",4.0);
    }
}
```

```

recept5.put("temperature",141.2);
recept5.put("pressure",8.5);
recept5.put("frequency",3.0);

instructions.put(60.0, recept1);
instructions.put(65.0, recept2);
instructions.put(70.0, recept3);
instructions.put(76.0, recept4);
instructions.put(80.0, recept5);
}
}

```

### **Блок ProductionControl:**

```

public class ProductionControl {

    private Instructions instructions;
    private Map<Double, Map<String, Double>> instructionsTable;

    public ProductionControl() {
        instructions = new Instructions();
        instructionsTable = instructions.getInstructions();
    }

    private CurrentRecept setCurrentRecept(Map<String, Double> recept) {
        return new CurrentRecept(recept.get("temperature"), recept.get("pressure"),
recept.get("frequency"));
    }

    public CurrentRecept getRecept(Double moisture) {

        if (moisture >= 60 && moisture < 65) {
            return setCurrentRecept(instructionsTable.get(60.0));
        } else if (moisture >= 65 && moisture < 70) {
            return setCurrentRecept(instructionsTable.get(65.0));
        } else if (moisture >= 70 && moisture < 76) {
            return setCurrentRecept(instructionsTable.get(70.0));
        } else if (moisture >= 76 && moisture < 80) {
            return setCurrentRecept(instructionsTable.get(76.0));
        } else if (moisture >= 80 && moisture < 85) {
            return setCurrentRecept(instructionsTable.get(80.0));
        } else {
            return new CurrentRecept(0.0, 0.0, 0.0);
        }
    }
}

```



```
    }  
  }  
}
```

**Блок Main:**

```
public class Main {  
  
    public static void main(String[] args) {  
  
        DryerMoisture dryerMoisture = new DryerMoisture();  
        ProductionControl productionControl = new ProductionControl();  
  
        productionControl.getRecept(dryerMoisture.getMoisture());  
  
    }  
}
```