

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації,
електроінженерії та радіоелектроніки
(повне найменування інституту, назва факультету)

Автоматика та телекомунікації
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ” 20 р.

Випускна кваліфікаційна робота

магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка та дослідження системи контролю параметрів зберігання зерна
у зерносушарці»

Виконав : студент 6 курсу, групи СУАм-19

(шифр групи)

спеціальності

151 «Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології»

(шифр і названапряму підготовки, спеціальності)

Іванова Владислава Олександровича

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник Лесіна Є. В.1, к.ф.-м.н., доцент

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає
запозичень з праць інших авторів без відповідних
посилань.

Студент

(підпис)

Покровськ – 2020 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації,
електроінженерії та радіоелектроніки
(повне найменування інституту, назва факультету)

Автоматика та телекомунікації

(повна назва кафедри)

Захист відбувся _____
(дата)

з оцінкою _____

секретар ДЕК _____
(підпис)

Випускна кваліфікаційна робота

магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка та дослідження системи контролю параметрів зберігання зерна
у зерносушарці»

Виконав студент групи СУАм-19 _____ Іванов В. О.
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Керівник _____ Лесіна Є. В.
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Зав. каф. автоматики та телекомунікацій _____
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Консультанти _____
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Нормоконтролер _____ ас. Д. О. Жуковська
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Покровськ – 2020 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації
електроінженерії та радіоелектроніки

Кафедра автоматика та телекомунікації

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

_____/_____
“ ____ ” ____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Іванову Владиславу Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____
«Розробка та дослідження системи контролю параметрів зберігання зерна у
зерносушарці»

керівник роботи: Лесіна Євгенія Вікторівна

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

затверджені наказом від 23.09.2020 року №693

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: результати науково-дослідної роботи,
преддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

- 1) Огляд найбільш близьких технічних рішень.
- 2) Структурна схема зерносушарки.
- 3) Функціональна схема системи автоматичного контролю сушарки.
- 4) Алгоритм роботи опитування датчиків.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
 - 1) Структурна схема.
 - 2) Технічні засоби.
 - 3) Функціональна схема.
 - 4) Алгоритм роботи системи.
 - 5) Програмна реалізація роботи системи.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз об'єкта	05.05.2020	
2	Огляд існуючих рішень	08.05.2020	
3	Розробка структурної схеми	15.05.2020	
4	Вибір технічних засобів	18.05.2020	
5	Розробка функціональної схеми	23.05.2020	
6	Розробка алгоритму роботи системи	26.05.2020	
7	Розробка програмної реалізації роботи системи	02.06.2020	
8	Охорона праці	12.06.2020	
9	Оформлення	15.06.2020	

Студент

(підпис)
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)
(прізвище та ініціали)

Лист зауважень

Посада П.І.Б.	Суть зауваження, оцінка та підпис

АНОТАЦІЯ

Іванов Владислав Олександрович «Розробка та дослідження системи контролю параметрів зберігання зерна у зерносушарці» Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». – ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2020.

Робота містить 88 сторінок, складається з вступу, п'яти розділів, висновків, переліка використаних джерел з 30 найменувань, 29 рисунків, 5 таблиць.

Дипломна робота направлена на модернізацію системи автоматичного контролю температури в зерносушарці. Проведено аналіз найбільш близьких технічних рішень. Виявлено, що використання засобів у вигляді датчиків температури та вологості вирішує поставлені в роботі задачі. В роботі підібране обладнання та представлені його технічні характеристики. В якості модернізації сушарки розроблено алгоритм роботи системи автоматичного контролю сушарки.

Ключові слова: СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ, ШАХТА, ДАТЧИК, МІКРОКОНТРОЛЛЕР, ІНТЕРФЕЙС ВЕНТИЛЯТОР, ТЕМПЕРАТУРА, АЛГОРИТМ.

ABSTRACT

Ivanov Vladislav Aleksandrovich "development and research of a system for monitoring grain storage parameters in a grain dryer" final qualification work for the master's degree in the specialty 151 Automation and computer-integrated technologies.
- State Higher Educational Institution of Donntu, Pokrovsk, 2020.

The work contains 88 pages, consists of an introduction, five sections, conclusions, a list of sources used from 30 titles, 29 Figures, 5 tables.

The thesis is aimed at upgrading the automatic temperature control system in the grain dryer. The analysis of the closest technical solutions is carried out. It is revealed that the use of tools in the form of temperature and moisture sensors solves the tasks set in the work. The paper selects the equipment and presents its technical characteristics. As an upgrade of the dryer, an algorithm for the operation of the automatic control system of the dryer has been developed.

Keywords: AUTOMATION SYSTEM, MINE, SENSOR, MICROCONTROLLER, FAN INTERFACE, TEMPERATURE, ALGORITHM.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	9
ВСТУП.....	10
1 ХАРАКТЕРСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ДЛЯ ЯКОГО РОЗРОБЛЮЄТЬСЯ МОДЕРНІЗАЦІЯ	12
1.1 Особливості розташування елеватора.....	12
1.2 Логістика підприємства	13
Висновки до розділу 1	18
2 РОЗРОБКА ПРОЕКТУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	19
2.1 Аналіз технологічних вимог для сушіння зерна.....	19
2.1.2 Аналіз варіантів технологічних способів підвищення ефективності видалення вологи з зерна.....	22
2.1.3 Правильна технічна експлуатація зерносушарок.....	25
2.2 Аналіз варіантів управління, визначення обсягу автоматизації.....	26
2.2.1 Визначення САУ автоматизації зерносушарки.....	26
2.2.2 Розробка системи автоматичного управління.....	31
2.2.3 Система автоматичного регулювання.....	39
Висновки до розділу 2	47
3 ВИБІР ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ	48
3.1 Аналіз вдосконалення технічних засобів автоматизації	48
3.1.1 Поняття контролер та його функціональні можливості.....	48
3.1.2 Вибір контролера для нашої САУ	50
3.1.2.1 Характеристики контролеру лінійки S7-1200 (Siemens).....	50
3.1.3 Вибір датчиків	54
3.2 Побудова структури роботи САУ.....	55
3.2.1 Розробка системи автоматичного регулювання	57

3.2.2 Побудова структурної алгоритмічної схеми САР сушарки, адаптованої для аналізу в Matlab	61
Висновки до розділу 3	66
4 РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ТА РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ	67
4.1 Візуалізація	67
4.2 Розрахунок надійності	69
Висновки до розділу 4	71
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	72
5.1 Загальні вимоги	72
5.2 Обов'язки посадових осіб, що організують виконання робіт із підвищеною небезпекою	73
5.3 Проведення робіт із підвищеною небезпекою	77
5.4 Порядок проведення вогневих робіт.....	79
5.5 Мікроклімат робочої зони	83
Висновки до розділу 5	84
ВИСНОВКИ.....	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	86

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АПК–автоматичний пристрій керування;
ВМ–виконуючий механізм;
ВП– виконуючий пристрій;
ВП–вхідні пристрої;
ЛПК–логічні пристрої керування;
НП – нормуючий перетворювач ;
ОУ– об’єкт управління;
ПП – первинний перетворювач;
ПЛК–програмований логічний контролер;
ПО – панель оператора;
ПТЛ – поточні технологічні лінії;
Р – регулятор;
РКС – релейно-контактний сигнал;
САУ – система автоматичного управління;
САР – система автоматичного регулювання;
ТМА – технічні методи автоматизації;
ТП–технологічний процес;
ТЗА–технічні засоби автоматизації;
SB – сигнальна плата;

ВСТУП

Актуальність роботи. На даний час більшість підприємств використовує обладнання, яке застаріло. Відповідно, підвищити якість продукції та управління можливе за рахунок заміни даного обладнання на більш нове і сучасне. Тому найбільш доцільно використовувати автоматизовані системи управління, з використанням сучасних засобів автоматизації. Виходячи з вищевказаного, і враховуючи той факт, що на даний час не всі підприємства харчової промисловості використовують у своїй роботі сучасні засоби автоматизації, можна зробити висновок, що мета даної роботи яка полягає у розробці та дослідженні системи контролю параметрів зберігання зерна у зерносушарці є актуальною на сьогоднішній час.

Мета. Обґрунтуванням оптимального варіанта автоматичного управління процесом сушіння зернових з урахуванням вимог функціональності, безпеки та економічності, а також розробка програми автоматичного формування позицій на кресленні загального виду щита автоматики.

Об'єкт дослідження - зерносушильний комплекс.

Предмет дослідження - система контролю швидкості та температури зерносушарки.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити **наступні наукові завдання:**

- проаналізувати технологічні вимоги до процесу сушіння зернових, можливі технологічні схеми, їх переваги для реалізації технологічних вимог, можливі варіанти автоматичного управління;
- на підставі аналізу визначити прийнятний обсяг автоматизації зерносушарки;
- сформулювати технічні вимоги до системи автоматичного управління процесом сушіння зернових;

- розробити економічно найбільш доцільний варіант автоматичного управління, регулювання та контролю з урахуванням новітніх розробок в області ТМА і пристроїв управління, реалізувати цей варіант управління у вигляді схем;
- провести моделювання роботи САР (по одному з контурів регулювання) і визначити параметри якості регулювання;
- розрахувати надійність САУ і в разі необхідності запропонувати заходи щодо забезпечення високої надійності роботи системи;

Методи дослідження— схематичне та комп'ютерне моделювання системи.

Наукова новизна отриманих результатів. Розроблено систему автоматичного управління зерносушаркою у вигляді щита автоматики.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено структуру та принципову схему роботи системи.

Структура та обсяг роботи. Випускна кваліфікаційна робота обсягом 88 машинописних сторінок, складається з вступу, п'яти розділів, висновків, переліка використаних джерел, що складається з 30 найменувань. Робота містить 29 рисунків, 5 таблиць.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ДЛЯ ЯКОГО РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ МОДЕРНІЗАЦІЯ

1.1 Особливості розташування та головні виробничі показники елеватора

У середині сімдесятих років минулого сторіччя у Донецькій області, а саме в Олександрівському районі, з'явився новий, дуже потужний, «будинок хліба» - Легендарненський елеватор. Цю потужну елеваторну споруду розташували на межі трьох областей України: Донецької, Дніпропетровської, Харківської. Таке вигідне розташування «зерно-зберігального» велета було обумовлене тим, що, окрім планових надходжень зерна від колгоспів і радгоспів регіону, тут передбачалося зберігати зерно Державного резерву.

Головна перевага розташування елеватора – це зручність залізничного сполучення, у даному разі – близькість існування залізничної станції «Легендарна» з якою елеватор має сполучення під'їзною колією, що дає змогу своєчасно проводити відвантаження зернових з підприємства.

Окрім того великою перевагою для елеватора є наявність близько розташованих автомобільних доріг, що дає змогу проводити заготівлю зернових та їх відвантаження автомобільним транспортом.

Виробнича потужність елеватора складає – 149,3 тис. тонн, що робить його найпотужнішим зерносковищем у Донецькій області.

Головними виробничими показниками є:

- приймання на добу з:
- автомобільного транспорту - 2 тис. тонн.
- відвантаження на добу на:
- автомобільний транспорт - 2 тис. тонн;
- залізничний транспорт – 0,7 тис. тонн.

Технологічні процеси на підприємстві – механізовані. Лабораторія оснащена сучасним обладнанням, запроваджено комп'ютеризовану систему температурного контролю.

В цілому ідеологія підприємства основана на гнучких схемах роботи з клієнтами: з максимальним урахуванням їхніх потреб. Філія ПАТ "ДПЗКУ" "Легендарненський елеватор" створене на підставі постанови КМУ від 10.08.2010р. №764 про утворення державного підприємства "Державна продовольчо-зернова корпорація України".

1.2 Логістика підприємства

Легендарненський елеватор виконує наступні операції на підприємстві:

- аналіз якісних характеристик зернопродуктів;
- зважування;
- приймання;
- очищення;
- сушіння;
- зберігання;
- відвантаження.

Розглянемо технологічну схему руху що представлена на рисунку 1.1

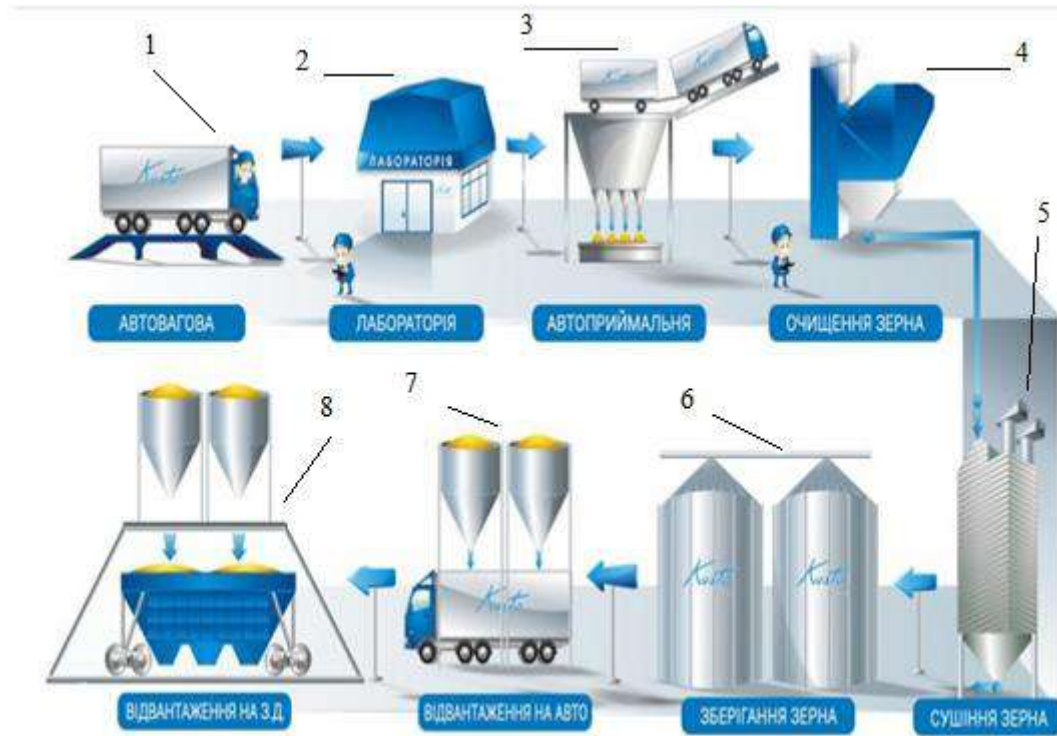


Рисунок 1.1 – Технологічна схема руху зерна на елеваторі

Для приймання та обробки насіння, на елеваторі присутні:

- 1. Авто та жд вагова;
- 2. Виробничо-технологічна лабораторія;
- 3. Пункти розвантаження зерна з авто та залізничного транспорту;
- 3. Авторозвантажувачі марки;
- 4. Сепаратор очищення зерна;
- 5. Дві сушильні установки типу ДСП-32вт;
- 6. Зовнішні силоса зберігання зерна;
- 7, 8. Стаціонарні пункти авто відвантаження та залізничні відвантаження.

Зерно, яке потрапляє на елеватор підлягає аналізу, за результатами якого визначають його якість. З усіх партій, які поступають з автомобільного і залізничного транспорту, відбирають зерно на проби. Для приймання олійних та зернових культур встановлені норми якості показників.

- тип насіння;
- підтип зерна;

- клас;
- маса;
- вміст зернових та смітних домішок;
- присутність шкідників в зернових культурах;
- волога;
- зольність;

Лабораторія – це структурний підрозділ філії «Легендарненський елеватор». Основною функцією лабораторії є вимірювання фізичних та хімічних показників якості зерна та олійних культур з потрібною точністю, а також надання основних рекомендацій для усунення недоліків і визначення причин їх появи з метою вилучення в подальшому майбутньому. За керування лабораторією відповідальний начальник виробничо-технологічної лабораторії. До його функціональних обов'язків входить:

- виконувати аналізи і випробування з метою визначення хімічного складу і основних властивостей матеріалів відповідно до вимог стандартів і технічних умов;
- приймати технологічні проби і зразки для проведення аналізів і випробувань; оформляти результати аналізів і випробувань, вести їх облік, готувати технічну документацію на роботи, які виконуються лабораторією;
- вчасно доповідати підрозділи підприємства про результати аналізів і випробувань; виконувати допоміжну і підготовчу операції для проведення особливо складних лабораторних робіт;
- брати участь у розробленні нових методів хімічних аналізів, механічних випробувань, відбиранні технологічних проб, металографічних дослідженнях; стежити за справним станом установок, приладів, інструменту та іншого лабораторного устаткування, виконувати просте його регулювання і вносити необхідні виправлення в технічну документацію відповідно до одержаних результатів. [19]

Післязбиральна обробка зерна направлена на приведення прибраної з поля зернової маси в стійкий при зберіганні стан та покращення якості прийнятого зерна. Повний цикл післязбиральної обробки включає в себе: приймання зерна та формування партій, очищення від домішок, сушіння та активне вентилявання.

Робота із зерном повинна базуватися на трьох принципах: прогресивна технологія, поточні методи обробки зерна, повна механізація та автоматизація виробничого процесу.

Приймання і обробку зерна доцільно проводити на поточних технологічних лініях (ПТЛ) методом повного потоку, не перериваючи процес аж до приведення зерна в стійкий при зберіганні стан.

В основу організації виробничого процесу на зерновому комплексі покладена технологічна схема приймання та обробки зерна із урахуванням формування партій за цільовим призначенням та якісним показником. В зв'язку з цим надзвичайна роль відведена робітникам зернового комплексу, які в період приймання зерна повинні професійно скласти уяву про особливості зерна, яке приймається, точно визначити якість кожної партії, встановити раціональні режими обробки та зберігання, підготувати до роботи все обладнання та всі можливі прилади. [3]

При направленні зерна у приймальний пристрій враховується число культур та партій різної якості, які можливо одночасно розвантажувати. Оператор приймального пристрою не повинен допустити змішування зерна різних культур і якості.

Для забезпечення безперебійного приймання зерна необхідно виділити накопичувальні бункери. Масу приймального зерна визначають за результатами зважування на автомобільних вагах в присутності здавальника. Безпосередньо при прийманні зерна із кожного автомобіля (партій зерна) відбирають щупом або пробовідбірником точкової проби у згідно зі стандартом чотирьох, шести або восьми точках в залежності від довжини кузова: при довжині кузова до 3,5 м - в чотирьох точках; від 3,5 до 4,5 м - в шести точках, а при довжині кузова більше 4,5 м - у восьми точках. Проби відбирають на відстані від 0,5 до 1 м від

переднього та заднього бортів та 0,5 м - від бокових бортів. Загальна маса точкових проб повинна бути 1; 1,5 та 2 кг відповідно для кожної схеми відбору точкових проб. З точкових проб формують об'єднану пробу, яку піддають швидкому аналізу: дають органолептичну оцінку (колір, блиск, запах), визначають тип, підтип, зараженість шкідниками хлібних запасів та вологість (на електро-вологомірах). За цими показниками направляють машину на розвантаження у відповідності з планом розміщення зерна, розробленим перед прийманням зерна нового врожаю.

Зерно, яке поступає на елеватор, лабораторія направляє на обробку, формування товарних партій та зберігання, виходячи з його якості.

Очищення зерна від домішок - найважливіший прийом в обробці зерна, який суттєво впливає на стабільність якості зерна, що зберігається. Даний процес покращує якість партій зерна, які передаються на переробку, підвищує ефективність роботи та продуктивність технологічного обладнання, яке включено в схему процесу після очищення, підвищує ступінь використання зерна за рахунок використання виділених відходів на фуражні цілі. На елеваторі очищення зерна відбувається за допомогою двох сепараторів, продуктивністю 50 і 100 т/год. [20]

Зерно яке пройшло процес очищення, та пройшло аналізи на вологість, відправляється на сушіння або на зберігання в силососховища елеватора. Якщо вологість зерна перевищує допустиму норму для зберігання, то зерно спочатку подається в накопичувальне силососховище ємністю 240 тони, а потім, за потребою, в сушарку. Порційна зернова сушарка періодичної дії марки «ДСП-32вт», гравітаційного типу. Після аерації зерно із сушарки подається на зберігання в основні силососховища. Основні силососховища (8 шт.) виготовлені із залізобетонних конструкцій. Їхня ємність становить 38000 тон кожне. Вони оснащені системою температурного контролю і системою аерації, що забезпечує зберігання зерна в оптимальних умовах.

Висновки до розділу 1

В першому розділі було досліджено та описано головні організаційно-економічні та управлінські характеристики. Досліджена логістика підприємства та описана технологічна схема руху зерна на елеваторі. Також були описані особливості розташування та головні виробничі показники філії ПАТ «Державна продовольча-зернова корпорація України» «Легендарненський елеватор».

2 РОЗРОБКА ПРОЕКТУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.

2.1 Аналіз технологічних вимог для сушіння зерна.

Зернові і насіннєві суміші (купи) в процесі післязбиральної обробки на пунктах, агрегатах і комплексах повинні бути доведені до необхідної кондиції. Це регламентується державними стандартами на продовольче і фуражне зерно, а також на насіннєвий матеріал [7, 8]. В основному кондиційна вологість зернових, призначених для тривалого зберігання, - 14%. Витяги зі стандартів за рекомендованою вологістю зернових різного призначення наведені в довідковому посібнику [9]. Однак якість зерна визначається і багатьма іншими показниками, на які впливають режими сушіння. Під режимом сушіння розуміють певне поєднання таких параметрів, як температура, вміст води і швидкість руху агента сушіння (теплого повітря) і гранично допустима температура нагріву зерна.

Для отримання продовольчого та насіннєвого зерна високої якості необхідно вибирати параметри процесу сушіння з урахуванням ряду факторів: як біофізичних властивостей зерна (виду і типу зернової культури, його початкової вологості і температури), так і технологічних показників процесу сушіння (початкових і кінцевих температури і вологості теплоносія, завантаження і сушіння зерна в сушарці та інше). Для забезпечення якісного процесу сушіння насіннєвого, продовольчого, фуражного зерна температура його нагрівання не повинна перевищувати значень, вказаних в таблиці 2.1 [5]. Проведена лабораторією сушки робота по визначенню насіннєвих якостей зерна при тепловій сушці показала, що при правильній сушці і правильному виборі великих температур не тільки не знижується якість насіннєвого зерна, а й навпаки, збільшується його енергія проростання, схожість і врожай [3]. При неправильному виборі великих температур сушильного агента гальмується

біологічна активність зерна (зменшується енергія проростання), а при великих нагріваннях відбувається часткова або повна втрата сходження.

Таблиця 2.1 – Температура сушки продовольчого та насіннєвого зерна.

Культура	Початкова вологість, %	Гранична температура нагрівання зерна °С	
		продовольчого	насіннєвого
Пшениця	До 18.	55	40
	Від 18 до 22.	52	40
	Більше ніж 22	50	40
Жито, Ячмінь	Незалежно від вологості	55	40
Овес	То же	50	40
Просо	»	40	40
Рис	»	35	35
Кукурудза	До 18.	50	40
	Свыше 22	50	40
Горох, вика	До 18	50	40

Деякі режими сушіння зернових культур, випробувані у виробничих умовах, наведені в таблиці 2.2

В даний час сушать зернові на зерносушильних комплексах, до складу яких входять найбільш поширені шахтні або колонкові сушарки. Також існує безліч інших видів сушарок, використовуваних окремо або в фермерських господарствах[9]. Перші повинні мати додатково до шахт охолоджувальні колонки. В інших зона нагріву, сушки і охолодження суміщені в шахті сушарки, що робить сушарку більш компактною. Тому зупинимося на колонкових сушарках. Серед них можна виділити сушарку СЗК-8, конструкція якої проста у виконанні і монтажі. Сушарка працює на чистому нагрітому повітрі, що може послужити основою для розробки контуру рекуперації теплоносія і може дати деякий економічний ефект, що полягає в скороченні витрати тепла на нагрівання теплоносія.

Таблиця 2.2 – Вищі межі температури агента сушіння і нагрівання продовольчого і кормового призначення в шахтних зерносушарках.

Культура	Початкова вологість зерна, %	Гранична температура зерна ,	Гранична температура агента сушки в зерносушарці, °С							
			Працюючих в одноступінчатому	працюючих в двофакторному режимі		ДСП 32-ОТх2 при послідовній сушці				
				I зона	II зона	Перша сушарка			Друга сушарка	
						I зона	II зона	Охолоджу юча	I зона	II зона
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Пшениця: з нормальною клейковиною від 40 до 80 од. ИДК	До 17	50	120	110	120	—	—	—	—	—
	Від 17 до 20	50	100	100	120	—	—	—	—	—
	Від 20 до 25	50	100	90	100	90	100	Атм. Пов.	110	120
зі слабкою клейковиною більше 80 од. ИДК	До 17	55	—	—	—	130	150	150	150	Атм. пов.
	Від 17 до 20	55	—	—	—	130	150	150	150	Атм. пов.
	Від 20 до 25	55	—	—	—	130	150	150	150	Атм. пов.
	Більше 25	55	90	80	90	—	—	—	—	—
Твердих, цінних і сильних сортів	До 20	50	—	100	110	90	100	Атм. пов.	100	110
	Більше 20	50	—	—	—	90	100	Атм. пов.	100	110
Жито, ячмінь промислові	незалежно від початкової вологості	60	160	130	160	—	—	—	—	—
Овес	Теж	50	140	130	160	—	—	—	—	—
Просо	»	40	80	80	100	—	—	—	—	—
Гречиха	»	40	90	90	110	—	—	—	—	—

2.1.2 Аналіз варіантів технологічних способів підвищення ефективності видалення вологи з зерна

Проаналізувавши елеватори можемо сказати, що у використовуваних в наш час зерносушарках застосовуються різноманітні технологічні способи підвищення ефективності видалення вологи з зерна [11]. Основними способами є:

- змішування зерна різної вологості і температури;
- короткочасний попередній нагрів сирого або суміші сирого і рециркулюючого просушеного зерна;
- відлежування багатокомпонентної по вологості і температурі суміші зерна або однорідного зерна;
- застосування різних способів підведення агента сушіння до зерна;
- утилізація теплової енергії при охолодженні просушеного зерна.

Кожен з перерахованих способів має різний вплив на вдосконалення технології сушіння зерна та зниження енерговитрат.

Змішування зерна різної вологості. Сутність процесу полягає в поверненні (рециркуляції) в сушарку частини просушеного зерна і змішуванні його з подаються на сушку сирим зерном з ціллю зниження вологості та підвищення температури сирого зерна за рахунок тепло- і масообмінних процесів, що відбуваються між сирим і просушеним зерном. Даний процес можна здійснити на сучасних зерносушарках, що працюють в циркуляційному режимі (при запуску сушарки, коли просушується перша пускова партія зерна), або при сушінні зерна з високою вологістю, наприклад зерна кукурудзи, коли для видалення зайвої вологи недостатньо одного пропуску через зерносушарку. В окремих випадках він може дати суттєвий ефект, але при цьому завжди знижується продуктивність сушіння.

Попередній нагрів сирого зерна. Практично у всіх сучасних зерносушарок сушильна шахта розділена на зони попереднього нагріву, сушки і охолодження. Основна мета попереднього нагрівання - підвищення температури зерна до

гранично допустимої (при даній вологості) і одночасне випаровування до 30-40% від загальної кількості води, що випаровується з зерна в процесі сушіння. При цьому інтенсифікується дифузія води з внутрішніх шарів зернівок до їх поверхні, в результаті знижуються витрати теплоти на випаровування води при подальшій сушці, що дозволяє заощадити паливо.

Попередній нагрів зерна може здійснюватися в малорухливому шарі в спеціальних установках з власним джерелом нагріву теплоносія. Подібна технологічна схема сушіння реалізована в зерноочисно-сушильному комплексі ЗСК-30 ВАТ «Амкодор» і ЗСК-20-01.

Відлежування зерна. Відлежування багатоконпонентної по вологості і температурі суміші зерна ґрунтується на частковому перерозподілі води між сирими і сухими компонентами суміші при одночасному вирівнюванні їх температури. Ефективність між зернових тепло- і масообмінних процесів залежить від тривалості відлежування. Численними дослідженнями різних авторів встановлено, що при змішуванні зерна з різною температурою вирівнювання її між окремими компонентами суміші відбувається за незначний проміжок часу (до 10-15 хв).

У практиці зерносушіння застосовується прийом відлежування однорідного по вологості і температурі зерна. Це характерно, наприклад, для сушки дуже вологого зерна в умовах послідовного пропуску його через паралельно розташовані шахти однієї і тієї ж зерносушарки або через шахти двох паралельно встановлених зерносушарок.

У зарубіжній практиці цей прийом знаходить широке застосування в умовах роздільної сушки зерна, коли основна маса води видаляється з зерна в зерносушарці, а досушування (після відлежування) здійснюється на установках активного вентилявання атмосферним повітрям або штучно охолодженим і зневодненим повітрям.

У першому випадку тривалість відлежування однорідного зерна обмежується місткістю надсушильних бункерів і залежить від початкових параметрів зерна, обраних режимів сушки і швидкості випуску зерна із

зерносушарки. У другому випадку тривалість відлежування визначається місткістю установок активного вентилявання і може досягати 6-8 ч.

В процесі відлежування волога з внутрішніх шарів окремих підсушених зернівок дифундує до їх поверхні, збезводненої перед цим прийомом в зерносушарках, таким чином зерно як би виділяє вологу. В результаті подальше зневоднення такого зерна проходить більш інтенсивно, що сприяє значному зниженню витрат теплової енергії на сушку.

Рекуперація (повторне використання) теплоти відпрацьованого агента сушіння. В даний час у вітчизняному та зарубіжному зерносушінні є певний досвід використання теплоти відпрацьованого агента сушіння, втрати якої, за даними цілого ряду дослідників, можуть досягати 30-40% всіх непродуктивних витрат теплоти в зерносушарках. Наприклад у Франції фірмою Law розроблена рекуперативна зерносушарка з використанням теплоти відпрацьованого агента сушіння, який перед викидом в атмосферу проходить через теплообмінник, де віддає частину свого тепла рідині (гліколевій воді). Підігріта вода прямує в інший теплообмінник, що знаходиться на шляху проходження зовнішнього повітря, що надходить в сушарку, який таким чином частково підігрівається, що знижує витрати палива на сушку. Для більшості французьких сушарок характерно повторне використання слабо насиченого парами відпрацьованого агента, що виходить з нижньої частини зон сушіння з температурою 50-60 ° С, шляхом повернення у верхню частину сушарки або в топку (на змішування з агентом сушіння). В залежності від способу використання вторинного тепла і конструкції сушарки можна досягти економії від 10 до 30% тепла на кожен кілограм випарюваної вологи.

2.1.3 Правильна технічна експлуатація зерносушарок.

Експлуатація зерносушарок відповідно до інструкцій і технологічних регламентів не завжди є достатньою гарантією якісного сушіння при мінімальних енерговитратах. Багато що залежить від кваліфікації обслуговуючого персоналу, обізнаності його про слабкі місця експлуатованих зерносушарок, про ступінь впливу тих чи інших факторів на якість зерна, про витрату палива і електроенергії на сушку.

Таким чином, економію палива в процесі сушіння зерна забезпечують такі прийоми:

1. Автоматизація процесу сушіння - організація контролю вологості і регулювання заданого значення вологості просушеного зерна. Це дозволяє оптимально витратити агент сушіння і повітря, запобігає уникнути пересушування.

2. Удосконалення конструкції зерносушарки:

- зведення до мінімуму нерівномірності нагріву і сушіння зерна (рівномірний розподіл агента сушіння по перетину шахти і по довжині коробів);
- безперервний випуск просушеного зерна;
- рекуперація тепла насиченого вологою відпрацьованого агента сушіння, що подається на повторне використання, за допомогою спеціальних систем для зневоднення;
- сушка в умовах розрідження (методом пропускання агента сушіння через шар зерна витяжними вентиляторами);
- ведення процесу охолодження зерна на виносних охолоджувальних установках в умовах, що дозволяють максимально використовувати внутрішню теплову енергію зерна для випаровування вологи.

2.2 Аналіз варіантів управління, визначення обсягу автоматизації.

Визначення необхідного обсягу датчиків, вторинних приладів, виконавчих пристроїв здійснюється на основі детального аналізу роботи технологічного обладнання, визначення алгоритму управління обладнанням. При цьому вирішуються такі питання:

- визначення режимів роботи обладнання і допустимих переходів між ними;
- встановлення технологічних параметрів, що підлягають автоматичному управлінню, регулювання, контролю, сигналізації, уточнення меж їх вимірювання з метою подальшого відбору технічних завдань, що реалізують ці функції;
- визначення необхідних засобів автоматичного захисту і блокувань;
- вибір технічних завдань, які найбільш повно відповідають висунутим вимогам і умовам роботи об'єкта, що автоматизується;
- розміщення приладів і апаратури на щитах, визначення способів подання інформації про хід технологічного процесу.

2.2.1 Визначення САУ автоматизації зерносушарки.

Визначимо основні технічні завдання для обраної зерносушарки. Виходячи з технологічних вимог, в процесі сушіння зернових потрібно забезпечити необхідну вологість на виході з сушарки (відповідно, потрібно її контролювати, тому слід передбачити датчик вологості зерна, відібраного, наприклад, для контролю в під сушильному бункері), але також важливо не допустити перегріву зерна, що вимагає контролю його температури в камерах сушки і нагріву. Крім того, для стабілізації температури теплоносія, що подається в камери сушіння і нагрівання, теж слід передбачити датчики температури. В цілях економії тепла передбачається використовувати відпрацьований агент сушіння повторно, але тільки якщо його вологість не дуже

велика, тобто необхідний датчик вологості відпрацьованого теплоносія. Для останнього потрібно додатково встановити повітряний клапан (з електрифікованим приводом), який буде змінювати напрямок агента сушіння: викид назовні або повторне використання. В іншому склад приводів залишається таким, як передбачено конструкцією сушарки. Але, щоб не перегріти зерно, за сигналами датчиків температури слід встановлювати швидкість вивантаження, тому для двигунів випускних пристроїв і вивантажувального шнека має бути передбачено регулювання частоти обертання за допомогою перетворювачів частоти. Як пристрій управління можна запропонувати контролер, до якого підключається панель оператора (ПО). Використання контролера дозволить забезпечити необхідний режим сушки в залежності від типу і виду зерна, т. я. буде варіюватися температура нагріву зерна і температура теплоносія. ПО дозволить оперативно відслідковувати хід процесу, крім того, з її допомогою можна передбачити завдання оператором типу і виду зернової культури, відповідно до яких повинні бути забезпечені оптимальні режими сушіння. Контролер, отримуючи сигнали від датчиків, за заданою програмою керує виконавчими механізмами через вихідні сигнали.

Даний склад технічного завдання автоматизації відображений на рисунку 2.1. Попередньо можна визначити, що для реалізації автоматичного управління необхідний контролер з 7 аналоговими входами для підключення датчиків температури і вологості і двома дискретними входами для датчиків рівня, а також двома аналоговими виходами для зв'язку з перетворювачами частоти та 17 дискретними виходами для управління виконавчими механізмами.

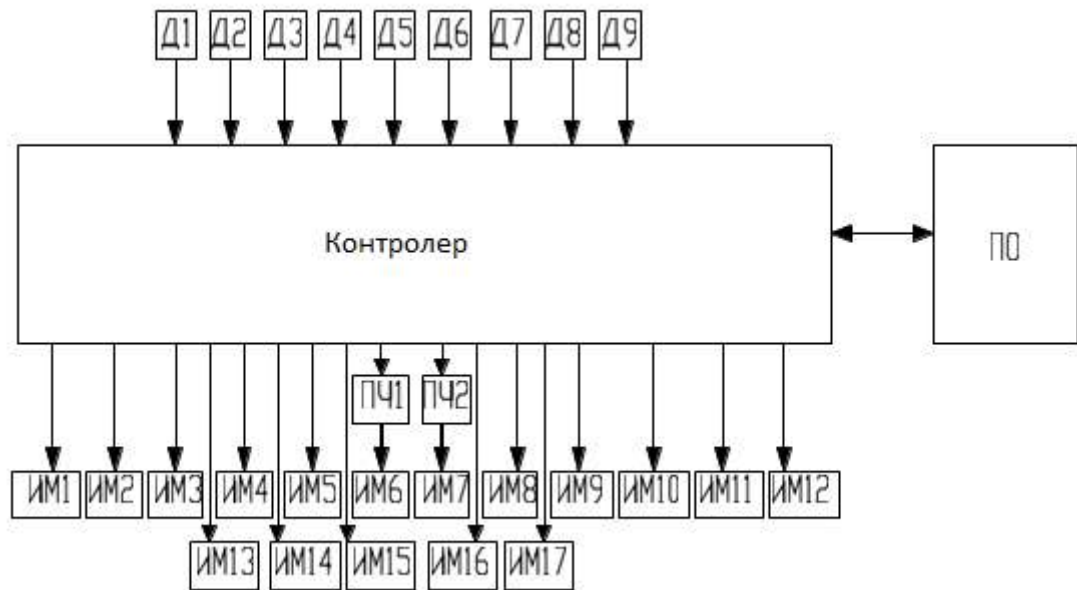


Рисунок 2.1 – Структура САУ сушарки: Д1 - датчик вологості зерна на вході; Д2 - датчик вологості зерна на виході; Д3 - датчик вологості теплоносія; Д4 - датчик температури зерна в камері нагрівання; Д5 - датчик температури зерна в камері сушіння; Д6 - датчик температури теплоносія в камері нагрівання; Д7 - датчик температури теплоносія в камері сушіння; Д8 - датчик верхнього рівня зерна; Д9 - датчик нижнього рівня зерна; ПО - панель оператора; ПЧ1 і ПЧ2 - перетворювачі частоти; ИМ1 - двигун норії завантаження; ИМ2 - двигун норії сирого зерна; ИМ3 - двигун вентилятора сушарки; ИМ4 - двигун вентилятора рекуперації; ИМ5 - двигун норії сухого зерна; ИМ6 - двигун випускних пристроїв; ИМ7 - двигун вивантажувального шнека; ИМ8 і ИМ9 - двигуни топкових вентиляторів; ИМ10 і ИМ11 - двигуни топкових насосів; ИМ12 - виконавчий механізм заслінки; ИМ13 - виконавчий механізм клапана; ИМ14 і ИМ15 - клапани «малий вогонь»; ИМ16 і ИМ17 - клапани «великий вогонь»

Аналізуючи даний технічний процес автоматизації, визначаємо вид автоматичного пристрою управління, яке буде керувати об'єктом. Так, як наш об'єкт автоматизації - складний технологічний процес, що складається з окремих операцій і механізмів, а мета управління - забезпечити певну послідовність роботи і перехід з режиму на режим за певних умов, то в якості АПК

використовуємо автомат. Крім того, метою управління є підтримання температури нагріву зерна і вихідної вологості, тому пристрій управління також буде виконувати функцію регулятора.

Отже, покажемо обсяг автоматизації технологічного процесу на схемі автоматизації (рисунок 2.2).

Зерно після первинного очищення надходить в норію сирого зерна (з електродвигуном М3). При великих обсягах надходження зерна використовується додаткова норія завантаження (М4) з завальної ямою. З норії зерно надходить в приймальний бункер сушарки і розподіляється по двох колонках. Для контролю верхнього і нижнього рівня в бункері сушарки використовуємо датчики рівня LS. У нижній зоні колонок вивантажний пристрій (М7) подає зерно в нижній бункер, звідки шнеком (М6) вивантажує його в залежності від вологості (МЕ2) через перекидний клапан (М12) на вивантаження через норію сухого зерна (при вологості менше 14%) або на повторну сушку (при вологості більше 14%).

У початковий період сушіння зерно пропускають на повторну сушку через перекидний клапан (М12). При стабілізації режиму сушіння до кондиційної вологості клапан встановлюється на вивантаження зерна із сушарки.

В камеру нагріву надходить теплоносій від теплогенератора 2. Пройшовши через шар зерна, теплоносій віддає тепло, насичується вологою і викидається назовні вентилятором (М1).

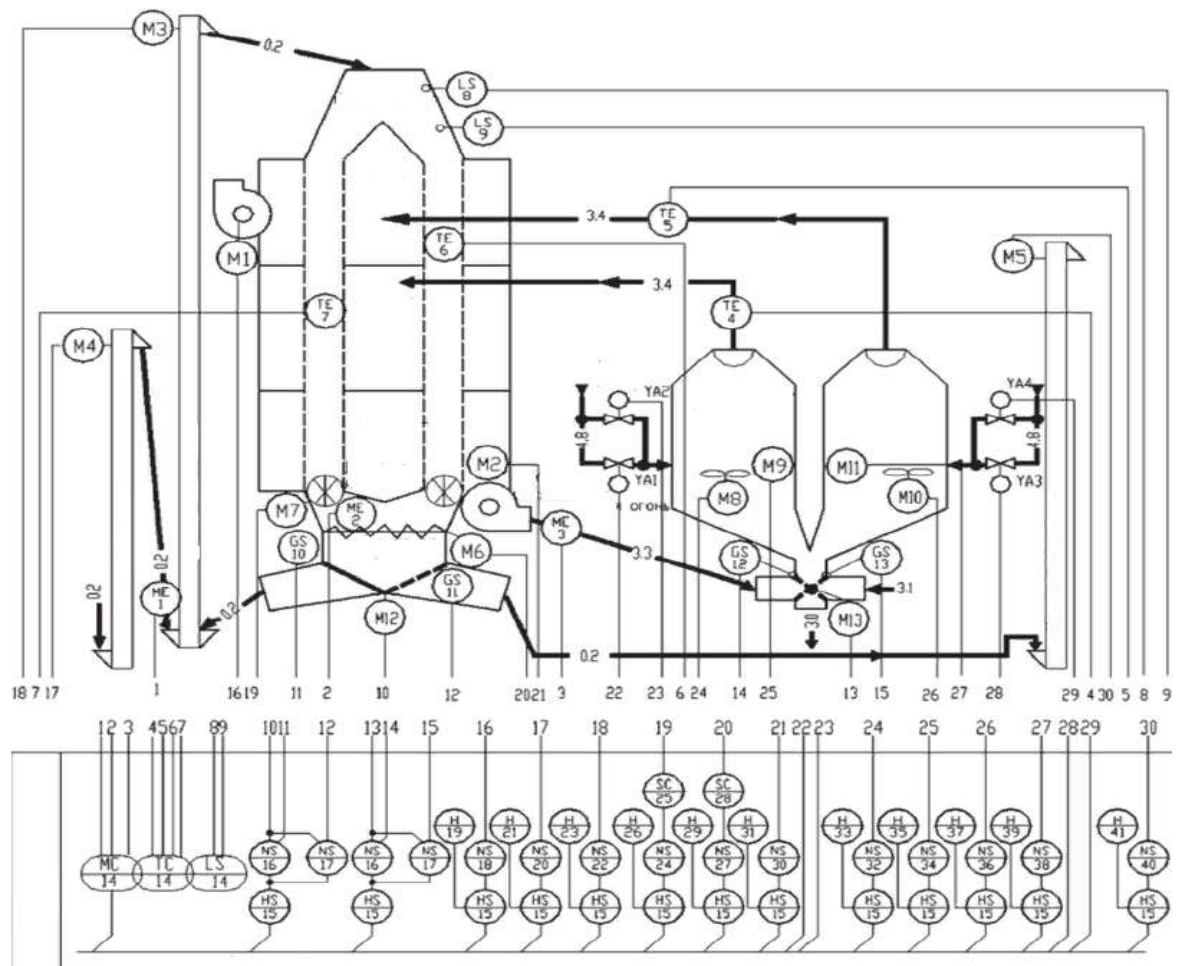


Рисунок 2.2 – Принципова схема автоматизації сушарки.

У камері сушіння зерно має меншу вологість, ніж в зоні нагріву, і піддається більшій температурі теплоносія, який, пронизуючи зерно, насичується вологою в меншій мірі.

Вентилятор рекуперації (M2) подає повітряні потоки з камер сушіння і охолодження до розподільника (M13), який в залежності від вологості відпрацьованого теплоносія (ME3) встановлює розподільник на викид теплоносія або на його повторне використання.

У теплогенераторах повітря підігрівається в теплообміннику. Згоряння палива відбувається в камері згоряння. Відпрацьовані гази не змішуються з теплоносієм і викидаються назовні. Для контролю температури теплоносія використовують термометри опору TE4 і TE5.

Контролер повинен змінювати пропускну здатність сушарки в залежності від вихідної та кінцевої вологості зерна. Температура і подача теплоносія

регулюється автоматично окремо для кожної камери в залежності від температури нагріву зерна (TE6 і TE7). При вологості сирого зерна менше 22%, вимірюваної вологімометром ME1, механізм M13 перемикає потоки теплоносія на рекуперацію.

При відхиленні від норми температури (TE6 і TE7) або вологості зерна на виході (ME2) контролер видає команду випускним пристроїв (M6 і M7) збільшити або зменшити швидкість переміщення зерна по колонках (перетворювач частоти SC) і / або змінити режим роботи відповідного теплогенератора (перейти з «великого» (клапани YA2 і YA4) на «малий вогонь» (клапани YA1 і YA3) і навпаки).

2.2.2 Розробка системи автоматичного управління

Система автоматичного управління (САУ) - це сукупність об'єкта управління (ОУ) і автоматичного пристрою керування (АПК), взаємодіючих між собою [13].

Методика розробки САУ ТП визначається видом АПК. В залежності від структури ОУ можна виділити три види АПК:

- автомат, або логічний автоматичний керуючий пристрій (ЛПК), де всі вхідні, вихідні величини і параметри станів можуть приймати тільки дискретні значення і використовуються для управління поточними технологічними лініями, що складаються з окремих операцій і механізмів, і складними машинами, що складаються з сукупності елементів; при цьому мета управління - зв'язати ці елементи, забезпечити певну послідовність роботи, перехід з режиму на режим при певних умовах;
- регулятор, або пристрій автоматичного регулювання, який забезпечує зворотний замкнутий ланцюг в технологічному агрегаті (установці, апараті) для стабілізації вихідного параметра (параметрів) установки;

- комбінований автоматичний керуючий пристрій, що включає обидва пристрої, зазначені вище.

Спрощена структурна схема САУ з першим видом АПК представлена на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Спрощена схема САУ: X - входи об'єкта; Y - стан об'єкта; U_o , U - керуючі впливи; H - ручний вплив; C_v , C_i , C_s , C_u - сигнали від датчиків, які контролюють входні і вихідні параметри об'єкта, а також стан агрегатів і пристроїв технологічної лінії; C_k - сигнали, що формуються командними апаратами; Z - мета управління.

САУ крім об'єкта управління складається з пристрою управління, сукупності датчиків, командних апаратів, виконавчих механізмів. Пристрій управління, відстежуючи стан ОУ за сигналами датчиків входів і виходів, формує керуючий вплив, який виконавчий механізм перетворює в форму, сприйнятту керованим входом об'єкта. Впливати на керовані входи об'єкта може і оператор (вручну). Також оператор або командні апарати можуть взаємодіяти з пристроєм управління, змінюючи налаштування або встановлюючи інший режим роботи.

Структура ОУ може бути представлена у вигляді сукупності виробничих ланок, пов'язаних між собою матеріальними потоками. Так як ОУ є

розподіленим, то розгорнута структура управління таким об'єктом може бути представлена у вигляді малюнка 2.4. Як правило, ланки обробки чергуються з ланками зберігання, які пов'язані ланками транспортування. Виробнича ланка (технологічна операція) - будь-який механічний або фізико-хімічний вплив на продукт або перетворення одних продуктів в інші.

Функціонування технологічного ОУ полягає в зміні стану ланок обробки і транспортування (перехід з однієї операції на іншу) і зміні стану ланок зберігання (кількості продуктів, що зберігаються в них) і забезпечується виконавчими пристроями (ВП).

ВП - це пристрій САУ або САР, що впливає на процес відповідно до отриманої інформації [14].

ВП САУ складається з двох функціональних блоків: робочого органу і виконавчого механізму (ВМ). Часто ВП САУ позиційного дії - «увімкнено-вимкнено». В його якості використовуються транспортери, компресори, насоси та інші пристрої з електроприводами, засувки, шибери, клапани з приводними електромагнітами, гідро- і пневмоциліндрами.

Функцію автоматичного включення і відключення електроприводів ВМ виконують магнітні пускачі. Вони, також як контактори і реле, перетворюють електричний сигнал в операцію - перемикання контактів. Ці пристрої мають різне конструктивне рішення, але в їх основу покладено один принцип дії [15].

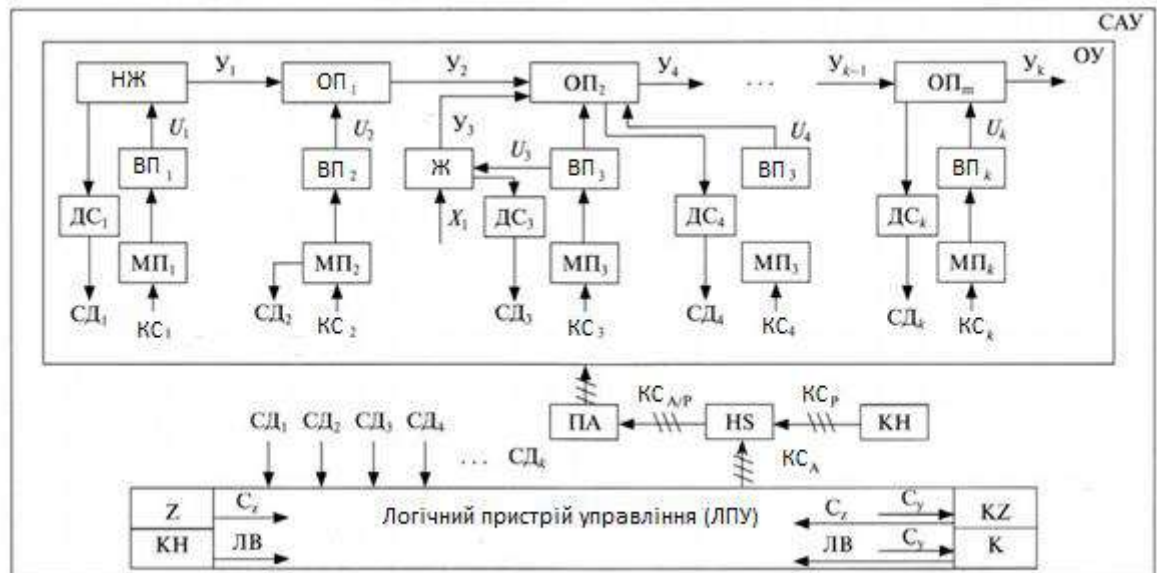


Рисунок 2.4 – Узагальнена схема САУ (розподілений ОУ):

НЖ - накопичувач-живильник; Ж - живильник; ОП - технологічна операція; ВП - виконавчий пристрій; ДС - датчик стану; ПА - пускові апарати;

HS – перемикач режиму роботи (автоматичний-річний);

КН - командні апарати ручного впливу; Z - програмне реле часу; KZ - реле часу; K - реле; МП - магнітний пускач; X - вхідні впливу; Y - вихідні координати; U - керуючі впливи;

ЛВ - логічні дії датчиків і командних апаратів; СД - сигнали з датчиків;
КС - керуючий сигнал; КСА - керуючі сигнали автоматичного управління; КСР
- сигнали ручного управління.

Релейні прилади використовуються як підсилювачі сигналу - для включення виконавчих пристроїв; як розмножувачі контактів - для виконавчих пристроїв, які не мають власних контактів (наприклад, електромагнітних клапанів); як логічні елементи - в схемах управління; як командні елементи - в схемах контролю, захисту та сигналізації.

Як датчики стану ОУ в САУ використовуються датчики типу «датчик-реле». Для непрямого визначення стану ОУ можуть застосовуватися також контакти магнітних пускачів ВП.

Датчиком називається перетворювач контрольованої регульованої величини в вихідний сигнал для дистанційної передачі і подальшого використання. Він характеризується вхідними і вихідними величинами, чутливістю.

Датчик-реле застосовується для визначення точкового значення фізичних величин, таких як: температура, тиск, вакуум, різниця тиску (для визначення порогового значення витрати, рівня, протоки), витрата, рівень (різниця тиску, положення поплавця, наповнення резервуара (ємності) сипучими або рідкими матеріалами), швидкість руху (по різниці тиску, по відхиленню рухомого елемента і ін.), розмір, швидкість, обертання, частота, якість (рН-потенціал, Rodox-потенціал і ін.).

Датчик-реле використовується для знаходження кінцевого або проміжного положення рухомих елементів, відстані між елементами, для розпізнавання різних матеріалів і т. д. У датчиках-реле вимірювальний сигнал порівнюється з мірою, відповідно якої встановлена величина виміру. На виході такого датчика формується дискретний сигнал («так-ні»), який функціонує в електричному ланцюзі контролю або управління, де контактну комутацію дискретного сигналу може здійснювати механічний контакт, контакт реле або геркон (рисунк 2.5)

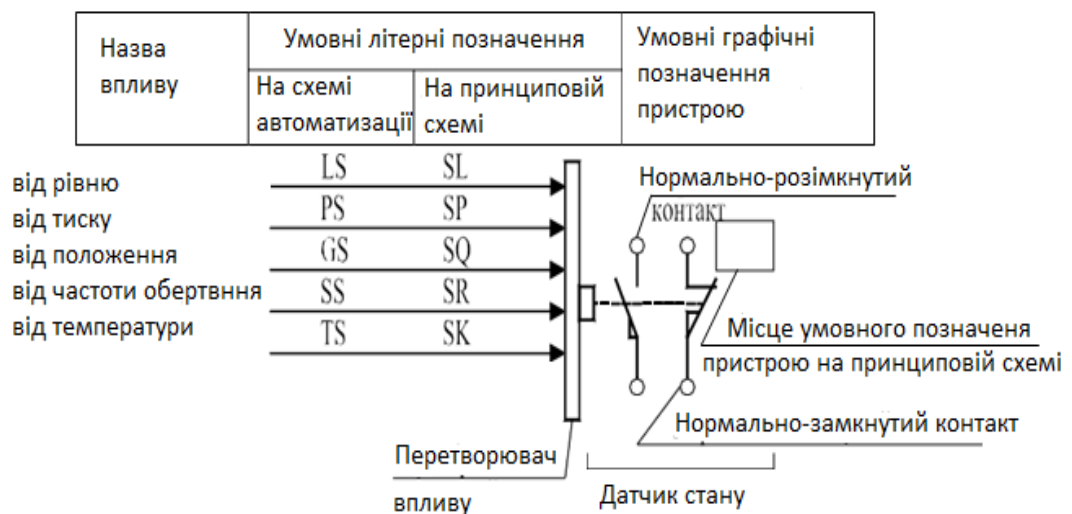


Рисунок 2.5 – Схема датчику стану.

Діє перетворювач впливу відповідно до граничним значенням, а саме перемикання контактів відбувається при визначеному рівні впливу. При зниженні рівня впливу стан контактів відновлюється. Поріг спрацьовування контактів забезпечується настроюванням приладу. Зворотне спрацьовування може відбуватися при дещо меншому значенні, ніж при прямому спрацьовуванні, що пояснюється інерційністю окремих ланок приладу, люфтів механічних елементів.

Перетворювачі одних і тих же дій можуть мати різні конструктивні рішення - механічні, електронні та ін. Прикладом реалізації механічного перетворювача рівня рідини в ємності може бути схема пристрою, зображеного на малюнку 2.6. Тут підвищення рівня води в ємності впливає на поплавков і викликає поворот коромисла, на іншому кінці якого закріплена перемичка. При досягненні водою певного рівня перемичка замикає контакти. При зниженні рівня води в ємності контакти розмикаються. Установку порогового значення рівня води в ємності можна забезпечити розчином в коромислі.



Рисунок 2.6 – Схема датчику рідини в посуді.

До командних апаратів відносяться: кнопки, перемикачі, тумблери, а також реле часу. За допомогою перших в автоматичні системи ручним впливом оператора подаються дискретні сигнали, другі забезпечують циклічну роботу обладнання у відповідності з часовим алгоритмом. [15]

Пристрій управління логічного типу реалізує алгоритм функціонування ОУ, тобто встановлює послідовність включення-відключення ВП об'єкта в залежності від сигналів командних апаратів і датчиків стану.

При реалізації ЛПК на релейно-контактної (РКС) елементній базі (рисунок 2.7) сигналу управління на ВП формується ланцюгом управління, в який можуть входити контакти командних апаратів, релейних датчиків, проміжних реле, реле часу, магнітних пускачів ВП і ін. Елементний склад і конфігурація кожної ланцюга управління формується відповідно до алгоритму управління ОУ. При розробці РКС та описі алгоритму управління ОУ використовують Булеву алгебру, теорію автоматів, таблиці автоматів, граф станів, логічні таблиці. [3]

Великим недоліком реалізації ЛПУ на релейних елементах є велика металоємність, так як ряд логічних, часових і інших функцій доводиться виконувати за допомогою окремих апаратів. У зв'язку з цим збільшується обсяг монтажних робіт і знижується надійність роботи САУ ТП.

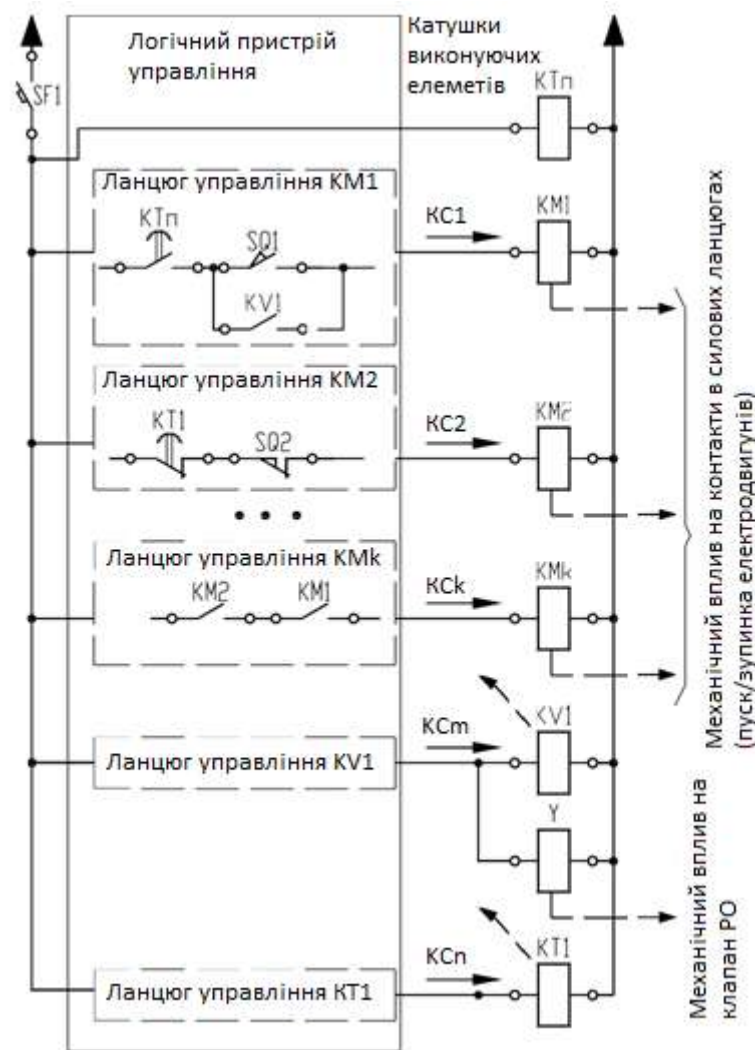


Рисунок 2.7 – Блок-схема ЛПУ, реалізованого на релейно-контактній елементній базі: КТп – програмне реле часу; КМ1...КМk – котушки магнітних пускачів; KV1 – проміжне реле; Y – електромагнітний клапан; КТ1 – реле часу; КС1...КСn – керуючий сигнал.

Заміною ЛПУ на релейних елементах стали мікропроцесорні пристрої керування, які мають на порядок більшу надійність.[16] У 1996 р фірма Siemens, яка була піонером в області розробки контролерів, освоїла їх масове виробництво. Потім і інші фірми, такі як Schneider Electric, Mitsubishi, досить швидко випустили свої аналоги. Основною особливістю реалізації управління на базі програмованого контролера є те, що структура управління реалізується в програмі, а датчики і виконавчі елементи з'єднуються за типовою схемою підключення (рисунок 2.8).

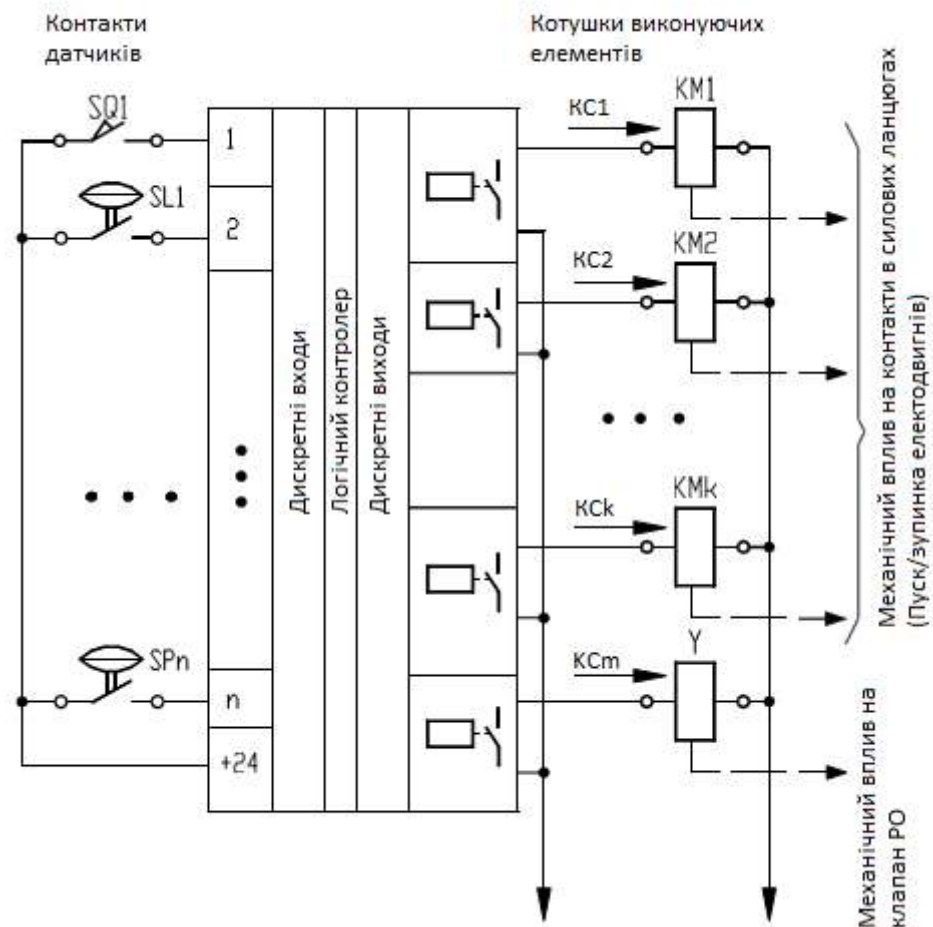


Рисунок 2.8 – Блок-схема ЛПУ, реалізованого на контролері: KM1... KMk - котушки магнітних пускачів; Y - електромагнітний клапан; KC1...KCm - керуючий сигнал.

2.2.3 Система автоматичного регулювання

Під системою автоматичного регулювання розуміють сукупність об'єкта управління і пристрою автоматичного регулювання - регулятора (Р) (рисунок 2.9).

Об'єктом регулювання є технологічна установка, функціонування якої характеризується якісними показниками: технологічним параметром Y, а також штучно створюваним вхідним впливом X, прямо або побічно впливає на стан

параметра. Найпростіші ОУ мають одну вихідну величину і, відповідно, один вхідний вплив.

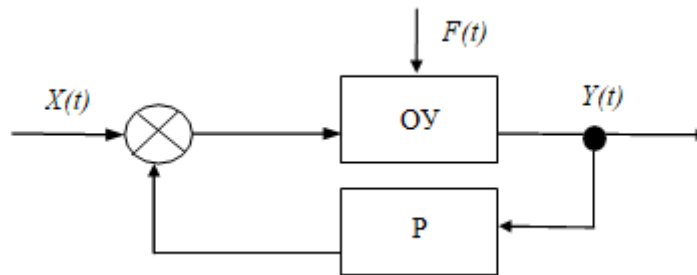


Рисунок 2.9 – Структурна схема САР.

Функціонування технологічних установок характеризується наявністю збурюючих і задаючих впливів.

Збурюючий вплив, або перешкода, (F) виникає в результаті взаємодії автоматичної системи із зовнішнім середовищем і викликає незаплановані зміни вихідної змінної. Такі дії призводять до порушення рівноваги матеріальних і енергетичних потоків і виникнення несталої роботи ОУ. Основним джерелом збурення є зміна навантаження ОУ. Можливі також впливи, пов'язані зі зміною складу або якості сировини або енергії, що надходять на об'єкт, або зі зміною інтенсивності протікання процесів.

Заданий вплив (Z) - спланований вплив на одному з входів автоматичної системи.

Таким чином, регулювання - сукупність операцій із застосування технічних засобів, що зберігають задану фізичну величину, для знаходження відповідності вимірюваної величини заданій величині і видачі регулюючої величини для управління регулюючим пристроєм.

Структурні схеми регуляторів приведені на рисунку 2.10. Конструктивно контур регулювання складається з датчика, який регулює прилад і виконавчого органу.

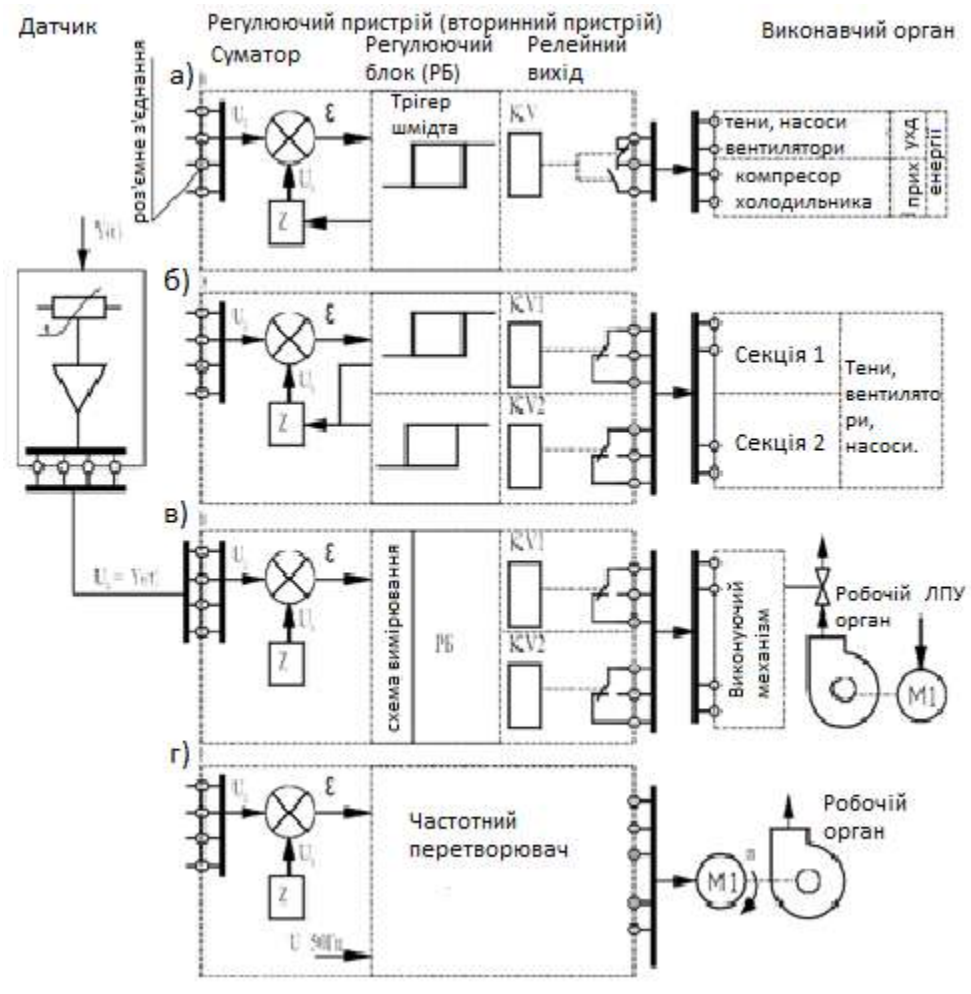


Рисунок 2.10 – Блок-схема пристроїв автоматичного регулювання:

а - двопозиційний регулюючий прилад; б - трьохпозиційний регулюючий прилад; в - прилад безперервного регулювання; г - перетворювач частоти.

Сприймають зміни параметрів ОУ датчики (рисунок 2.11). Датчик САР складається з первинного вимірювального перетворювача (ПП) і нормуючого перетворювача (НП).

ПП - технічний засіб з нормативними метрологічними характеристиками, що служить для перетворення вимірюваної величини в іншу величину або вимірювальний сигнал, зручний для обробки, зберігання, подальших перетворень, індикації або передачі. За характером перетворення розрізняють аналогові, цифро-аналогові, аналого-цифрові перетворювачі.

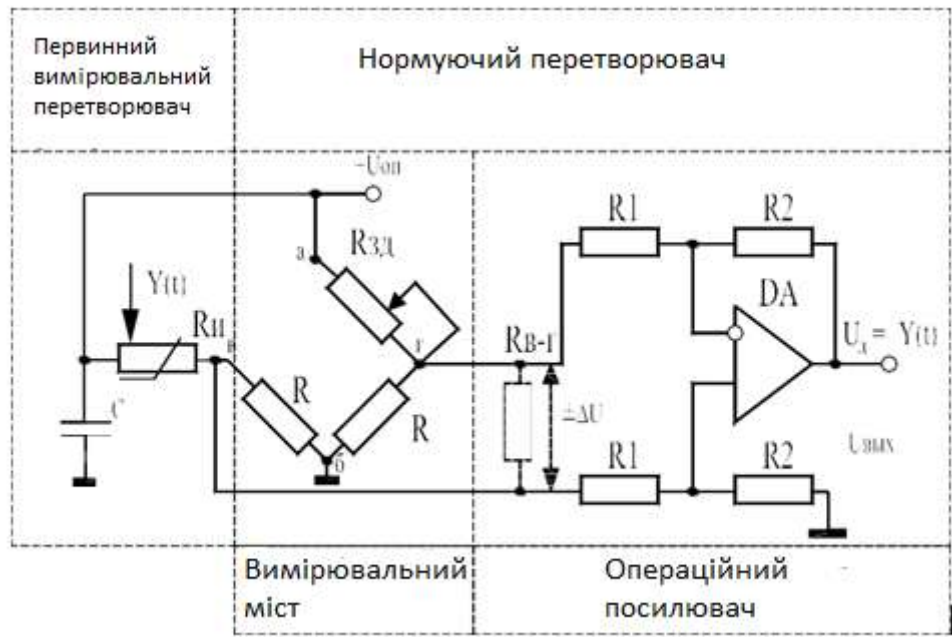


Рисунок 2.11 – Датчик регулятора з первинним вимірювальним перетворювачем параметричного типу.

НП, або нормалізатор, перетворює сигнал від термоелектричного перетворювача, сигнал постійного струму, сигнал постійної напруги, сигнал взаємної індукції в уніфікований струмовий сигнал, або сигнал напруги. НП може бути об'єднаний в один виріб з блоком живлення.

Для вимірювання зовнішньої дії $Y(t)$ використовується ПП R_{II} (рисунок 2.11) потенціометричного типу, який є одним з плечей вимірювального моста. До точок а й б моста прикладається напруга $U_{оп}$. Умовою рівноваги вимірювального моста, коли $U_{в-г} = 0$, є співвідношення $R_{II}R = R_{зд}R$. При зміні $Y(t)$ змінюється значення параметру $R_{II} \pm \otimes R$ і порушується рівновага вимірювального моста. На діагоналі в-г з'являється напруга $\pm \otimes U$, яке перетворюється в сигнал $U_d = Y(t)$.

При використанні ПП генераторного (термопара) або індукційного типу (діфтрансформатор) змінюється елементна база вимірювального моста, але принцип роботи залишається тим самим.

Конструктивно датчик може бути виконаний як єдиний виріб, в якому ПП суміщений з електронним модулем. Такий засіб автоматизації називається

інтелектуальним вимірювальним перетворювачем з уніфікованим вихідним сигналом і використовується спільно з регулятором мікропроцесорного типу.

В регуляторах апаратного типу нормалізатор конструктивно поєднаний з другорядним приладом.

Регулюючі прилади в контурі регулювання реалізують певні закони регулювання (позиційні або безперервні).

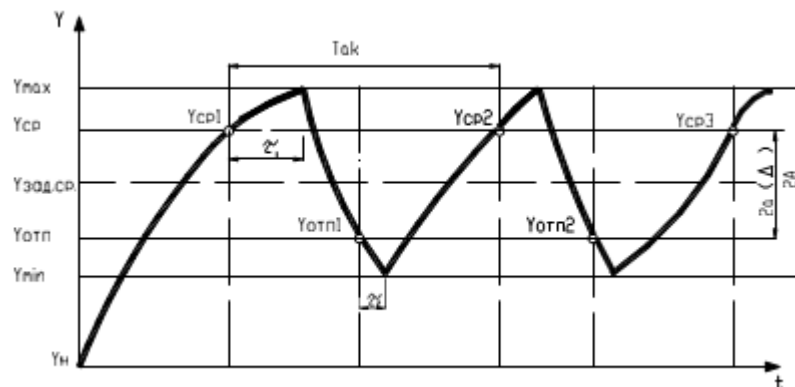


Рисунок 2.12 – Динаміка двохпозиційного регулювання: Y_n , $Y_{\min}$ і $Y_{\max}$ - початкове, мінімальне і максимальне значення регульованого параметра; $Y_{\text{ср}}$ і

$Y_{\text{отп}}$ - значення регульованого параметра, при якому спрацьовує і відпускається реле регулятора; $Y_{\text{зад. ср}}$ - задане значення регульованого параметра; τ_1 і τ_2 - час запізнювання для умов припливу і відпливу; $T_{\text{ак}}$ - період автоколивань; Δ - зона неоднозначності; a - амплітуда автоколивань; A - амплітуда автоколивань з урахуванням запізнювання.

Позиційне регулювання застосовується, якщо за технологічними вимогами допускається значне відхилення регульованого параметра від норми. При позиційному регулюванні перехідні процеси в об'єкті регулювання носять коливальний характер (рисунок 2.12).

У сумуючому пристрої вторинного приладу при включенні регулятора відбувається порівняння заданого значення контрольованого параметра $Y_3 = U_3$ з поточним $Y(t) = U_d$ значенням параметра $\varepsilon = U_3 - U_d$. сигнал неузгодженості ε надходить на вхід регулюючого блоку.

У двохпозиційного регулятора регулюючий блок налаштовується на два параметри: і $\Delta = Y_{\text{ср}} - Y_{\text{отп}}$ У точках $Y_{\text{ср1}}$, $Y_{\text{ср2}}$, $Y_{\text{ср3}}$... відбувається спрацьовування реле регулятора, а в точках $Y_{\text{отп1}}$, $Y_{\text{отп2}}$... - відпускання реле, що враховується при управлінні регулюючими органами. У ланцюгах управління виконавчими органами, які представляють в ОУ енергію або матеріальні потоки (ТЕНи, насоси і так далі) використовують нормально-розімкнуті контакти, а в ланцюгах управління, наприклад компресора холодильника, нормально-замкнуті.

Трьохпозиційні регулятори (рисунок 2.10, б), на відміну від двохпозиційних (рисунок 2.10, а), мають на виході регулюючого блоку два виконавчих елемента (реле), що дозволяє розділити ВП на дві секції і шляхом комутації поліпшити якість регулювання. Моменти спрацьовування реле показані на рисунку 2.13, а. Стан контактів трипозиційного регулюючого приладу для трьох діапазонів вимірюваного параметра відображено на діаграмі (рисунок 2.13, б), де знак «+» позначає замикання контакту, а знак «-» - розмикання.

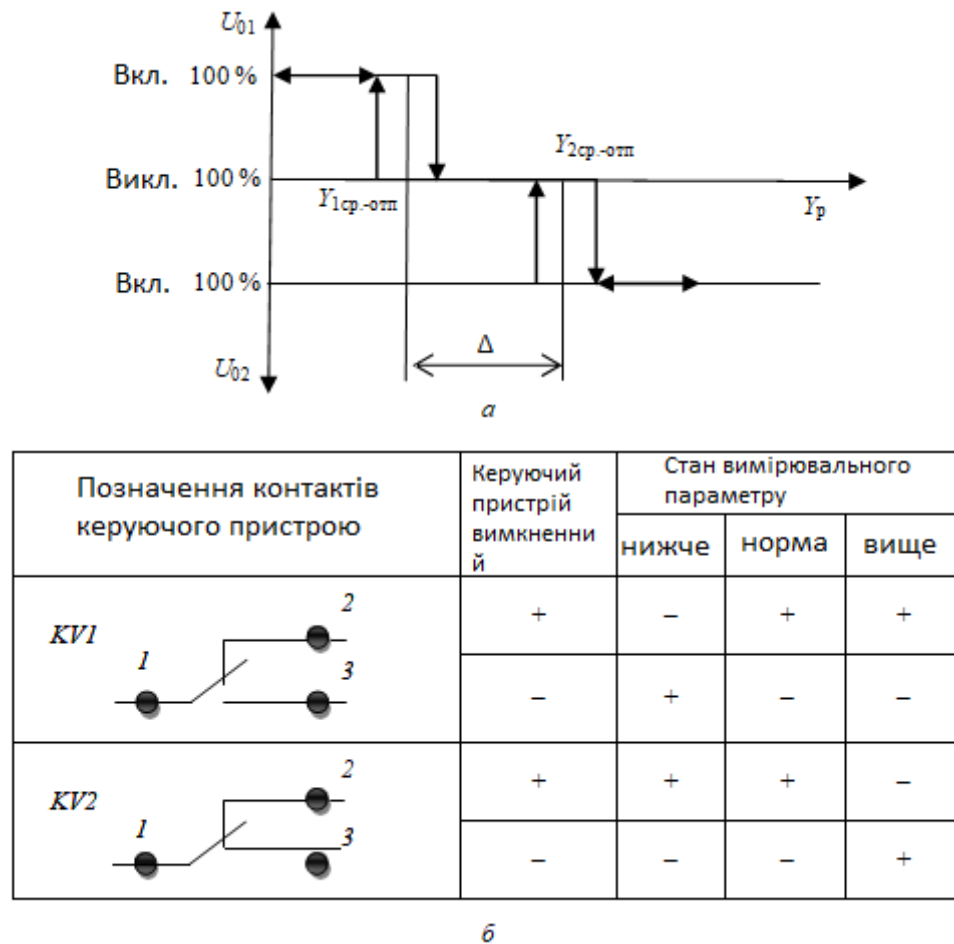


Рисунок 2.13 – Статична характеристика трипозиційного регульованого приладу (а) і діаграма спрацювання контактів його реле (б): U_{01} і U_{02} - керуючий вплив; Y_p - робоча зона регулює приладу, в одиницях параметра регульованої величини.

Регулятори безперервної дії (рисунок 2.10, в) використовуються при підвищених технологічних вимогах до якості регулювання, при цьому допускаються невеликі відхилення параметра $Y(t)$ від його номінального значення Y_H , $Y_{min} < Y_H = Y_{зад.сер} < Y_{max}$. Під час налаштування такого регулятора на вході регулює блоку встановлюється зона нечутливості, відповідна допустимому відхиленню параметра $Y(t)$. Якщо значення параметра знаходиться в межах заданої зони, регулювання не відбувається (рисунок 2.14). При появі в приладі команд «більше» або «менше» в регулюючому блоці

формується закон регулювання (П, ПІ або ПІД). Сформований сигнал надходить на одне з реле (KV1 або KV2) в залежності від знака неузгодженості.

Реалізація закону регулювання в регуляторах безперервної дії забезпечується імпульсним включенням реле зі змінною тривалістю і частотою імпульсів, які формуються налаштуванням регулятора [4, 18, 19].



Рисунок 2.14 – Динаміка безперервного регулювання.

ВП регулятора безперервної дії складається з двох функціональних блоків: ВМ з сервоприводом і регулюючого органу, що забезпечує плавну зміну потоку матеріалу. Зміна напрямку переміщення регулюючого органу забезпечується спрацюванням одного з реле регулюючого блоку регулятора.

Регулятори безперервної дії з частотно-регульованим приводом (рисунок 2.10, г) забезпечують регулювання продуктивності агрегату шляхом зміни частоти обертання асинхронного електродвигуна в функції ПІД-регулювання. Це дозволяє відмовитися від використання в регуляторі безперервної дії виконавчих механізмів та регулюючих органів і дозволяє уникнути втрат енергії в регулюючому органі. Такі регулятори знаходять широке застосування в системах, що вимагають підтримки рівня, тиску, повітряного потоку на заданому

рівні. Крім зазначеної вище функції регулювання частотно-регульований привід володіє широкими функціональними можливостями управління, контролю і захисту електроприводу.

Отже, в разі наявності системи з ЛПК методика розробки САУ передбачає розробку алгоритму управління ОУ з використанням Булевої алгебри або теорії автоматів, таблиць автоматів, графів станів або логічних таблиць і переклад цього алгоритму в структурні формули управління або структурну схему управління, а на базі останніх - розробку програми управління.

Висновки до розділу 2.

В даному розділі були описані та проаналізовані принципова схема автоматизації сушарки, блок-схема пристроїв автоматичного регулювання. Аналіз технологічних вимог для сушіння зерна. Також був проведений аналіз варіантів технологічних способів підвищення ефективності видалення вологи з зерна, правильна технічна експлуатація зерносушарок, аналіз варіантів управління, визначення обсягу автоматизації і визначення САУ автоматизації зерносушарки.

3 ВИБІР ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1 Аналіз вдосконалення технічних засобів автоматизації

У разі проектування САУ процесом сушіння зернових, доводиться мати справу з пристроєм управління виду автомат і регулятор. Однак, перш ніж приступати до розробки САУ процесом сушіння зернових, необхідно визначитися з типами ТЗА, особливості яких доведеться враховувати при реалізації алгоритму управління. Але на етапі розробки САУ можуть повертатися до вибору ТЗА.

3.1.1 Поняття контролер та його функціональні можливості

За останні роки в якості пристроїв управління набули поширення програмовані контролери. Програмований контролер - це керуючий пристрій, який виконує операції з інформацією, зчитаної зі входів, відповідно до програми що зберігається в його пам'яті і формує керуючі сигнали, що подаються на його виходи.

Контролери за їх призначенням розподіляються на контролери, призначені для управління конкретним технологічним процесом, і універсальні, які можуть бути запрограмовані на розсуд інженера.

До перших можна віднести контролери фірми «ОВЕН», налаштовані під конкретну виробничу задачу: контролер для регулювання температури в системах опалення та вентиляції ТРМ33-Щ4, контролери холодильних машин ТРМ974, ТРМ961 [20]. Такі контролери вирішують конкретне власне завдання, можуть бути переналаштовані на передбачений заздалегідь режим, але не можуть використовуватися для вирішення іншої конкретної задачі, на відміну від гнучких контролерів другої групи.

Друга група контролерів за своїм конструктивним виконанням може бути підрозділена на мікроконтролери, моноблочні і модульні [21].

Мікроконтролери - це малі контролери, які в єдиному, легко програмованому блоці заміняють безліч окремих компонентів (реле часу, проміжні реле, контактори і так далі.). Функції таких контролерів досить широкі, але вони можуть обробляти обмежену кількість вхідних сигналів (до 18) і керувати обмеженою кількістю виконавчих механізмів (до 13), що підключаються до виходів. Так, наприклад, поширені сьогодні α -контролери (фірми Mitsubishi) [16] можуть не тільки виконувати функції логічного управління, а й управляти в реальному часі, обробляти аналогові сигнали, вести регулювання (вбудована функція ПД-регулятора). Вони дозволяють пересилати дані по GSM-модему, легко програмуються і перепрограмовуються. Контролер α -серії розроблений як компактне універсальний виріб для вирішення нескладних завдань. Однак слід виключити використання контролерів даної серії, коли потрібно забезпечити підвищену надійність управління (атомні станції та процеси, що несуть підвищену небезпеку для обслуговуючого персоналу).

Моноблочні контролери - це компактні програмовані контролери, що складаються з базового блоку, який може доповнюватися модулями розширення і спеціальними функціональними модулями. Прикладом таких контролерів є контролери серії FX (Mitsubishi Electric).

Модульні контролери - це поєднання на єдиному базовому шасі модулів центральних процесорів, комунікації, спеціальних модулів, модулів вводу / виводу. Це дозволяє конфігурувати індустріальну систему, що забезпечує побудову автоматизованих систем управління виробництвом.

Вибирають контролер за функціональними можливостями, кількістю входів і виходів, роду вхідних і вихідних сигналів (дискретні), напрузі живлення, вартості.

3.1.2 Вибір контролера для нашої САУ

У нашому випадку в якості пристрою управління раціонально використовувати контролер, який вибирають, в першу чергу, за функціональними можливостями, кількістю входів і виходів, роду вхідних і вихідних сигналів (дискретні), напрузі живлення і, звичайно, вартості.

Контролер реалізує функції управління, регулювання та контролю. В даному випадку (САУ сушарки) для контролера використовується 20 дискретних виходів, два аналогових виходу, 7 дискретних входів і 7 аналогових входів. Реалізувати цю конфігурацію, використовуючи найбільш простий в програмуванні контролер α (Mitsubishi), не можна через обмежену кількість входів і виходів. Тому слід зупинитися на лінійці контролерів Siemens, які одними з перших з'явилися на ринку контролерів. Сучасною недорогою серією контролерів Siemens є S7-1200 [22]. Дана серія включає процесорні модулі, до яких для розширення входів і виходів можуть бути підключені сигнальні модулі. В якості процесорного модуля виберемо S7-1200 CPU 1214 DC / DC / DC з напругою живлення 24 В, 10 дискретними виходами, 15 входами (13 дискретними і 2 аналоговими). Оскільки аналогових входів недостатньо, а також не вистачає виходів, то необхідно підібрати сигнальні модулі: SM 1231 - для підключення датчиків температури (4 канали) [22], SM тисяча двісті двадцять два - для розширення дискретних виходів [22], SM 1234 - для підключення датчиків вологості (3 канали) і зв'язку з перетворювачами частоти [22].

3.1.2.1 Характеристики контролеру лінійки S7-1200 (Siemens)

Програмований логічний контролер (ПЛК) S7-1200 (рисунок 3.1), основні характеристики якого представлені в таблицях (3.1 і 3.2), забезпечує гнучкість і дозволяє вирішувати досить велике коло завдань автоматизації. CPU об'єднує в компактному корпусі мікропроцесор, вбудований блок живлення, вхідні і

вихідні ланцюги, утворюючи потужний ПЛК. CPU контролює входи і змінює виходи відповідно до логіки програми користувача, яка може включати булеві логічні операції, рахунок, складні математичні операції, відлік часу і зв'язок з іншими інтелектуальними пристроями.

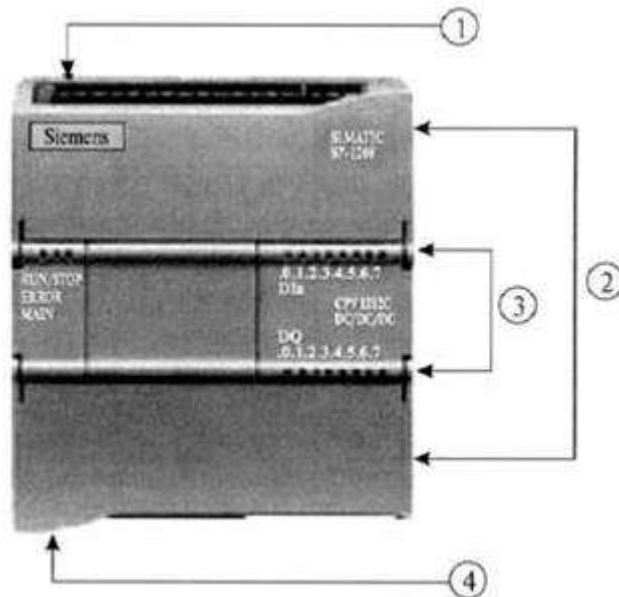


Рисунок 3.1 – Загальний вид CPU S7-1200: 1 – роз’єм живлення; 2 – знімний клемний блок для підключення зовнішніх пристроїв (датчиків і виконавчих механізмів); 3 – гніздо для карти пам’яті під верхніми дверцятами; 4 – світлодіоди стану для вбудованих входів/виходів.

Ряд функцій забезпечення безпеки допомагають захистити доступ як до CPU, так і до керуючої програми. CPU забезпечений портом PROFINET для обміну даними через мережу PROFINET.

Сімейство S7-1200 пропонує ряд сигнальних модулів і сигнальних плат для розширення можливостей CPU. Їх характеристика наведена в таблиці 3.1. Сигнальна плата (SB) дозволяє додавати входи / виходи до CPU. Є можливість встановлювати одну SB з дискретними або аналоговими входами/виходами. SB підключається спереду CPU. Для розширення функціональних можливостей CPU можна використовувати сигнальні модулі. Вони підключаються з правого

боку CPU. Схеми підключення зовнішніх ланцюгів до модифікацій контролера S7-1200 CPU 1214C представлені на рисунку 3.2

Таблиця 3.1 – Основні технічні характеристики CPU S7-1200:

Характеристика	Модифікація		
	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Фізичний розмір (мм)	90×100×75		110×100×75
Пам'ять користувача: - робоча пам'ять; - завантажувальна пам'ять; - зберігається пам'ять	25 Кбайт 1Мбайт 2Кбайта		50 Кбайт 2 Мбайта 2 Кбайта
Локальні вбудовані входи/виходи: - дискретні; - аналогові	6 входів/ 4 виходів 2 входи	8 входів/ 6 виходів 2 входи	14 входів/ 10 виходів 2 входи
Додаткові сигнальні модулі	Ні	2	8
Сигнальна плата	1		
Імпульсні виходи	2		
Швидкість виконання арифметичних операцій	18 мкс/команду		
Швидкість виконання булевих операцій	0,1 мкс/команду		

Таблиця 3.2 – Характеристики модулів розширення до CPU S7-1200:

Модуль	Вид комутації	Кількість комутаційних сигналів		
		Тільки введення	Тільки виведення	Комбінація введення і виведення

Продовження таблиці 3.2

Сигнальний модуль (SM)	Цифровий	8 входів пост. Струму	8 виходів пост. Струму 8 релейних виходів	8 входів пост. Струму / 8 виходів пост. Струму 8 входів пост. Струму / 8 релейних виходів
		16 входів пост. Струму	16 виходів пост. Струму 16 релейних виходів	16 входів пост. Тока / 16 виходів пост. Тока 16 входів пост. Тока / 16 релейних виходів
	Аналоговий	4 аналогових входи 8 аналогових входів	2 аналогових вихода 4 аналогових виходи	4 аналогових входи / 2 аналогових виходи
Сигнальна плата (SB)	Цифровий	—	—	2 входи пост. Струму / 2 виходи пост. Струму
	Аналоговий	—	1 аналоговий вихід	—
Комунікаційний модуль (CM) RS485 RS232				

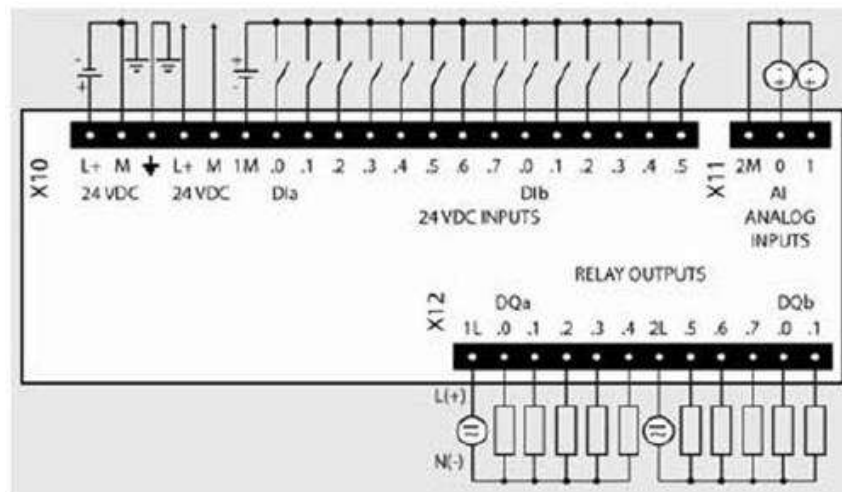


Рисунок 3.2 - Схеми підключення зовнішніх ланцюгів до контролера S7-1200 CPU 1214C, модифікація 6ES7 214-1AG40-0XB0 (напруга живлення =24В, 10 дискретних виходів, = 24 В / 0,5 А, з них 4 імпульсних виходу до 100 кГц).

3.1.3 Вибір датчиків

При виборі датчиків керуються такими показниками:

- лінійність і однозначність статичної характеристики (нелінійність не більше 0,1-0,3%);
- стабільність характеристик у часі;
- висока перевантажувальна здатність;
- високу швидкодію і чутливість (характерні значення вимірюваних величин - в діапазоні 1/3 ... 2/3 меж вимірювань);
- інерційність приладу повинна бути значно нижче інерційності об'єкта.

Якщо передавальна функція об'єкта має вигляд:

$$W_{об}(P) = \frac{k_{об} \cdot e^{\frac{\tau_{об}}{P}}}{T_{об} \cdot P + 2}, \quad (3.1)$$

- а передавальна функція датчика

$$W_{д}(P) = \frac{k_{д} \cdot e^{\frac{\tau_{д}}{P}}}{T_{д} \cdot P + 2}, \quad (3.2)$$

то повинні бути виконані умови:

$$\tau_{д} \leq (0,2 \dots 0,3) \cdot \tau_{об}, \quad (3.3)$$

$$T_{д} \leq (0,2 \dots 0,3) \cdot T_{об}, \quad (3.4)$$

де $k_{об}$, $k_{д}$ - коефіцієнт передачі об'єкта і датчика відповідно; $\tau_{об}$, $\tau_{д}$ - запізнювання в об'єкті і датчику; P - коефіцієнт Лапласа; $T_{об}$, $T_{д}$ - постійна часу об'єкта і датчика.

Вибирають датчики в два етапи:

1) за видом контролюючого параметра і умовами роботи визначають різновид датчика;

2) після вибору всіх елементів в САУ знаходять типорозмір датчика. Типорозмір датчика визначається також можливістю підключення до входів контролера або регулятора.

При виборі датчиків слід керуватися даними каталогів. Крім того, принцип дії багатьох типів датчиків викладено в спеціальній літературі [23, 24].

3.2 Побудова структури роботи САУ

На підставі отриманих окремих структурних схем всіх елементів можна скласти повну структурну схему управління ТП, по можливості мінімізувавши її (рисунок 3.3), або зупинитися на отриманих структурних формулах управління, які послужать підставою для розробки програми управління.

За наявності дозволяючого сигналу на включення у1 спрацьовують топкові вентилятори Х8 і Х10. Після витримки на розігрів сушарки (замикається контакт z1) спрацьовують топкові насоси Х9, Х11, вентилятор сушарки Х1, норія сирого зерна Х3. За сигналами датчиків температури b7, b8 починається процес регулювання температури теплоносія через клапани «великого» і «малого вогню» Х14 ... Х17. Далі спрацьовує норія завантаження Х4. Коли зерно досягає необхідного рівня, датчик b5 подає сигнал дозволу на роботу випускних пристроїв Х7 і вивантажувального шнека Х6. При допустимій вологості зерна на виході (b12) заслінка переводиться в положення на вивантаження зерна, спрацьовує норія сухого зерна Х5. За сигналом датчика вологості відпрацьованого теплоносія b13 встановлюється положення повітряного клапана Х13, Х13. Якщо необхідно завершити процес сушіння (відсутність сигналу у1), лінія завантаження сушарки відключається автоматично і протягом часу z2 відбувається робота вивантажувальних пристроїв, після цього зупиняють топку і обладнання сушарки.

Таким чином, структурна схема управління працює відповідно до заданого нами алгоритмом.

3.2.1 Розробка системи автоматичного регулювання

У загальному вигляді математична модель зерносушарки як ОУ може бути представлена залежністю між вхідними та вихідними змінними. Температура нагріву θ і вологість ω зерна на виході з зерносушарки залежать від температури θ_T , витрати L , відносної вологості φ подається в сушарку теплоносія, початкової температури θ_{T0} , початкової вологості ω_0 зерна, швидкості руху V і часу t перебування зерна в сушильній камері, а також конструктивних параметрів K сушарки:

$$\theta, \omega = f(\theta_T, L, \varphi, \omega_0, \theta_{T0}, V, t, K), \quad (3.5)$$

У подібних зерносушилках вихідними керованими параметрами є температура θ і вологість ω зерна на виході, а вхідними керуючими параметрами - температура θ_{T0} теплоносія і швидкість руху V зерна через шахту [3]. Початкова температура θ_0 , і вологість ω_0 зерна на вході в сушарку з точки зору автоматичного управління є возмущаючими впливами. Математична модель зерносушарки представлена на рисунку 3.4.

Всі передавальні функції в моделі рівні висловом

$$W(P) = \frac{K(TP+1)e^{-\tau P}}{T_2^2 P^2 + T_1 P + 1}. \quad (3.6)$$

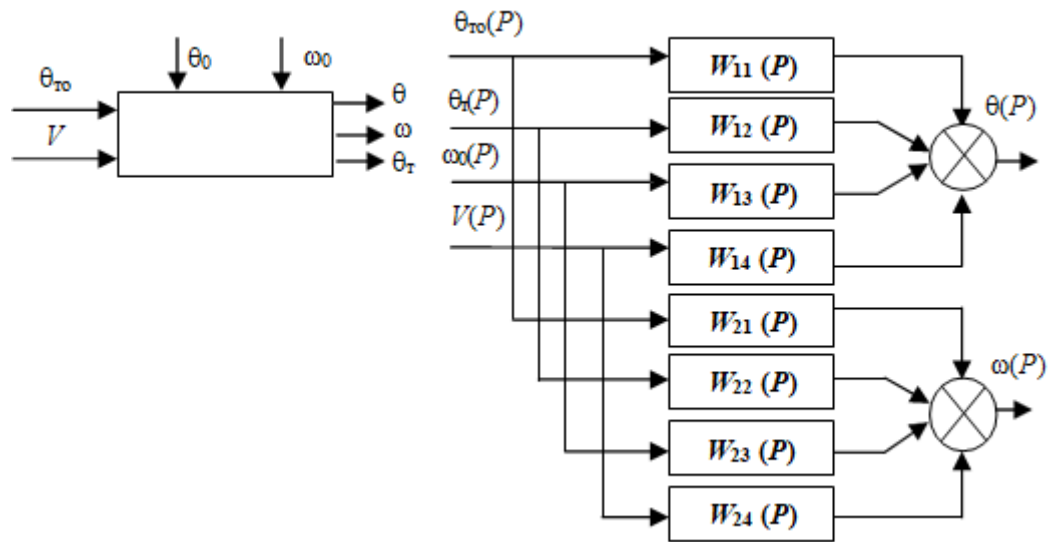


Рисунок 3.4 – Математична модель шахтної зерносушарки як ОУ температурою і вологістю.

Коефіцієнти для функцій шахтної зерносушарки ($T_1 = 176 \text{ c}$, $T_2 = 86 \text{ c}$):

$W_{11}(P) - K = 0,31; \tau = 60 \text{ c}; T = 88 \text{ c};$

$W_{12}(P) - K = 0,6; \tau = 1380 \text{ c}; T = 0 \text{ c};$

$W_{13}(P) - K = -0,2; \tau = 1680 \text{ c}; T = 0 \text{ c};$

$W_{14}(P) - K = 1,33; \tau = 60 \text{ c}; T = 84 \text{ c};$

$W_{21}(P) - K = 0,063; \tau = 300 \text{ c}; T = 0 \text{ c};$

$W_{22}(P) - K = 0,11; \tau = 1800 \text{ c}; T = 80 \text{ c};$

$W_{23}(P) - K = 0,67; \tau = 1500 \text{ c}; T = 80 \text{ c}.$

$W_{24}(P) - K = 8,1; \tau = 300 \text{ c}; T = 60 \text{ c}.$

Розглянемо контур регулювання по каналу: швидкість руху V зерна через шахту - температура θ зерна на виході - переда точна функція $W_{14}(P)$.

Визначимо закон регулювання, що реалізується за допомогою САР в контурі регулювання. Оскільки вивантажний пристрій може змінювати швидкість вивантаження плавно, то і закон регулювання необхідно прийняти плавний. Основна умова вибору принципу регулювання визначається співвідношенням запізнювання регулюючого впливу і постійної часу ОУ τ / T [4]. Вважається, що якщо $\tau / T < 0,2$, то може бути використано позиційне

регулювання, а при $\tau / T > 1$ потрібні особливо чутливі регулятори, наприклад імпульсні. У проміжку від 0,2 до 1 застосовується плавне регулювання. В даному випадку співвідношення дорівнює 0,71, що підтверджує можливість використання законів плавного регулювання.

При постійній часу об'єкта $T = 84$ с, часу запізнення $\tau = 60$ с і часу регулювання $t_{\text{рег}} = 300$ з наведеними нижче формулами визначимо координати на діаграмі.

$$\psi_{\Pi} = \frac{T}{\tau} = \frac{84}{60} = 1,14,$$

$$\psi_c = \frac{t_{\text{рег}}}{\tau} = \frac{300}{60} = 5.$$

Обраний закон регулювання і регулятор повинні забезпечити один з типових перехідних процесів.

Уявімо контур регулювання у вигляді функціональної схеми (рисунок 3.5), зручною для проведення аналізу.

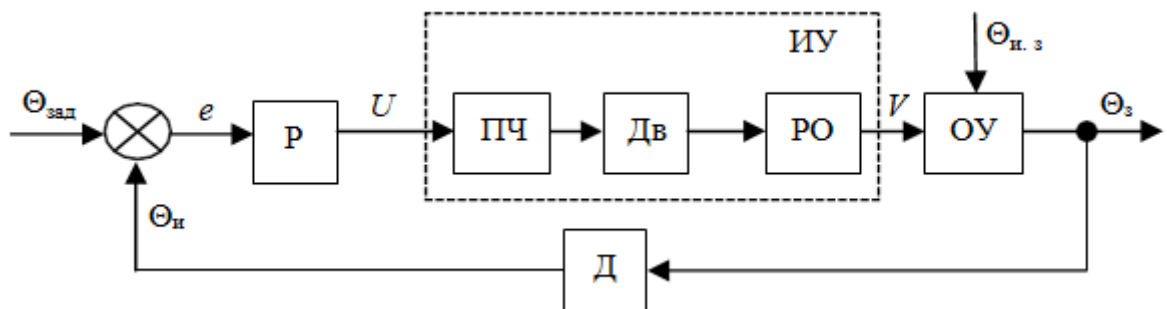


Рисунок 3.5 – Функціональна схема САР сушарки по контуру температура нагріву зерна - швидкість вивантаження: Р - регулятор; ПЧ - перетворювач частоти; Дв - двигун; РО - робочий орган; ОУ - об'єкт управління; Д – датчик.

Отже, регульованим параметром є температура нагріву зерна Θ_3 , максимальне значення якої визначається видом і типом зернової культури. Збурюючий вплив - температура зерна на вході $\Theta_{н.з}$, керуючий вплив - швидкість вивантаження зерна V . Поточне значення температури вимірює датчик температури D . Сигнал з датчика надходить в контролер, який є і порівнюючим пристроєм, і регулятором P . Сигнал порівняння надходить на блок в програмі контролера, який формує закон регулювання, і на аналоговому виході контролера формується плавно змінний сигнал напруги U , який надходить на перетворювач частоти ПЧ, що встановлює частоту двигуна Дв вивантажного пристрою РО. ПЧ, Дв і РО складають виконавчий пристрій ВП.

Але для аналізу САР необхідно знати математичний опис ланок, щоб на його підставі скласти структурну алгоритмічну схему (рисунок 3.6). Передавальна функція сушарки по заданому каналу регулювання приведена вище. ВП складається з декількох блоків: ПЧ, Дв і РО, які стоять послідовно, тому їх можна представити у вигляді еквівалентної ланки, передавальна функція якої отримана шляхом перемноження передавальних функцій складових ланок. У структурній алгоритмічній схемі вони будуть замінені одним блоком з відповідною функцією передачі[29].

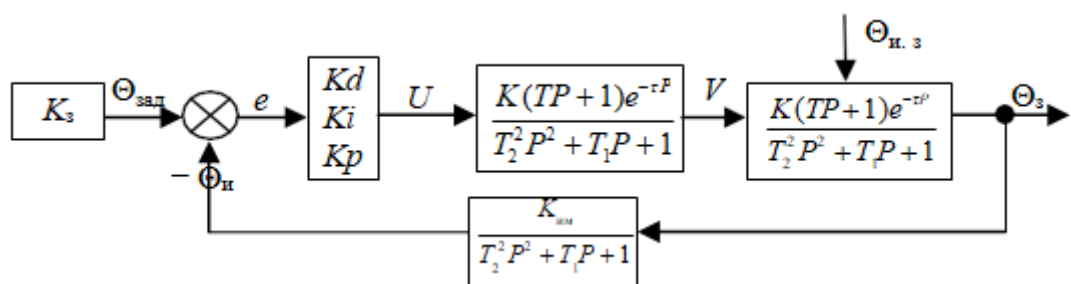


Рисунок 3.6 – Структурна алгоритмічна схема САР сушарки по контуру температура нагріву зерна - швидкість вивантаження.

3.2.2 Побудова структурної алгоритмічної схеми САР сушарки, адаптованої для аналізу в Matlab

Сучасні програмні засоби дозволяють легко моделювати роботу САУ, якщо відомо математичний опис її основних ланок. Найбільш повні можливості для вирішення таких завдань дає матрична лабораторія Matlab, яка має потужні засоби математично орієнтованого програмування, діалогу, графіки та комплексної візуалізації [30]. Популярності системи Matlab сприяє її потужне розширення Simulink, що надає користувачеві зручні і прості засоби (в тому числі візуального об'єктно-орієнтованого програмування) для блочного моделювання лінійних і нелінійних динамічних систем, а також безліч інших пакетів розширення системи.

Щоб проаналізувати контур регулювання в Matlab, необхідно уявити структурну схему рисунку 3.6 у вигляді типових блоків бібліотеки Simulink (рисунок 3.7).

Запуск системи Matlab здійснюється з робочого меню через кнопку «Пуск» або за допомогою ярлика на робочому столі. Після запуску з'являється основне вікно системи.

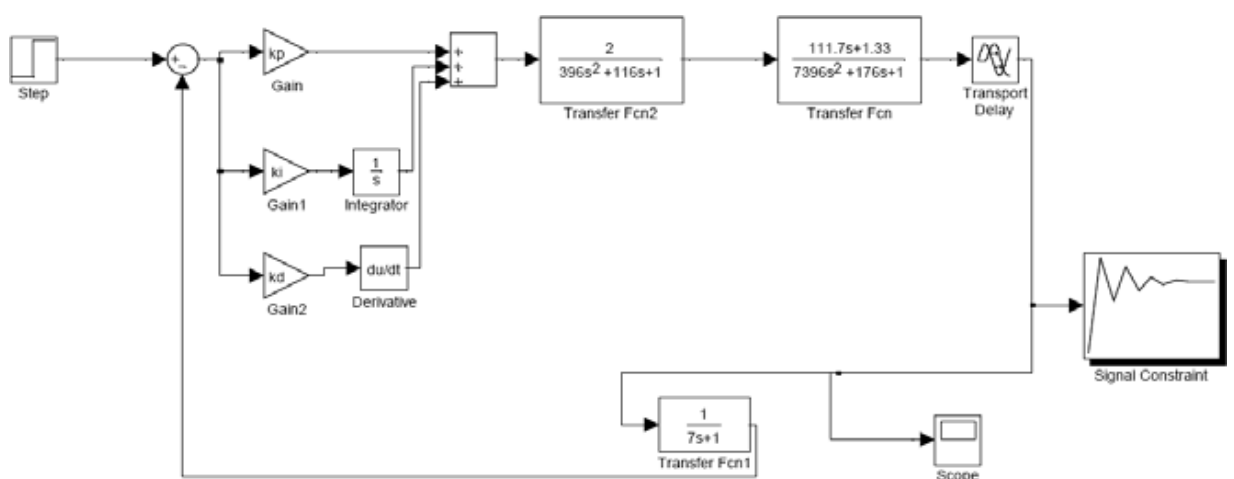


Рисунок 3.7 – Структурна алгоритмічна схема САР сушарки, адаптована для аналізу в Matlab.

Для підбору параметрів ПД-регулятора необхідно задати модель САР в системі Matlab. Для цього потрібно відкрити пакет блочного ситуційного моделювання Simulink через кнопку «Пуск» системи Matlab або інструмент. При цьому відкривається вікно Simulink Library Browser, в якому вибираємо меню File → New → Model.

Оптимізацію САР проведемо по перехідній функції об'єкта [30] згідно структурній схемі, подавши на вхід одиничний поетапний вплив і задавши наступні обмеження: перерегулювання $\leq 20\%$, статична помилка дорівнює нулю, час регулювання не більше 300 с.

Однак, перш ніж приступити до моделювання та оптимізації САР, потрібно задати початкові значення параметрів регулятора: K_p , K_i і K_d . Тому в головному вікні Matlab в області Command Window задамо: $K_p = 1$, $K_i = 0$, $K_d = 0$ (пропорційний закон регулювання).

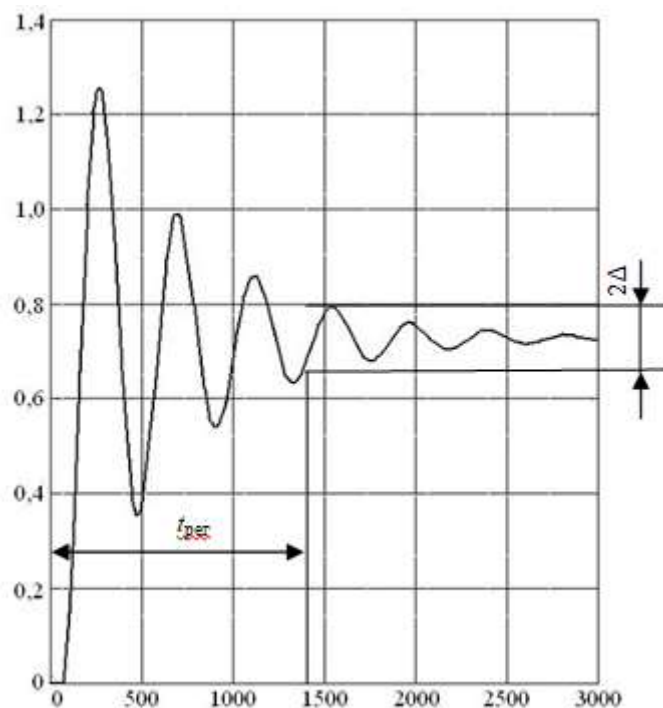


Рисунок 3.8 – Перехідна функція САР сушарки з початковими параметрами: 2Δ - допустима статична помилка; $t_{рег}$ - час регулювання.

Запустимо моделювання і переглянемо графік перехідного процесу (рисунок 3.8), встановивши у вікні Simulink в області Simulation Stop Time час моделювання, рівне 3000 с, і натиснемо на кнопку старту. Щоб переглянути графік, відкриємо вікно Scope. Для більшої наочності натиснемо на кнопку Автомасштабу вікні Scope. При цьому на графіку маємо суттєву величину статичної помилки (50%) і значну тривалість часу регулювання (950 с).

Далі перейдемо до підбору параметрів регулятора, використовуючи блок Signal Constraint. Виберемо потрібний блок та викличемо діалог оптимізації, де необхідно задати гранці (перетягуються мишею), в які повинен укладатися перехідний процес. Щоб налаштувати змінювані параметри K_p , K_i і K_d , необхідно відкрити меню Optimization → Tuned Parameters і натиснути на кнопку Add. Після натискання на кнопку старту відбуватиметься підбір параметрів з одночасною побудовою графіків (рисунок 3.9).

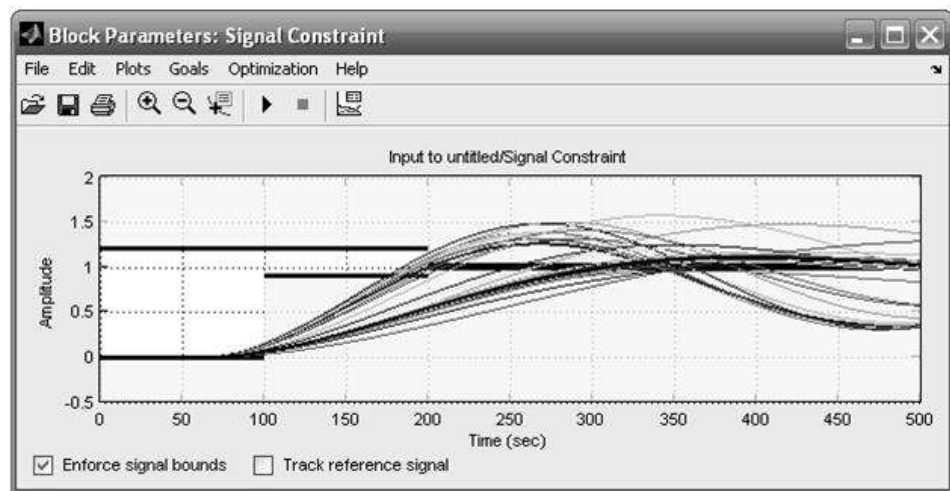


Рисунок 3.9 – Підбір параметрів в блоці оптимізації Matlab.

Після входження графіка в задані межі в вікні оптимізації будуть обчислені оптимальні змінювані параметри, а у вікні Scope буде показаний графік оптимізованої САР.

В якості методу оптимізації за умовчанням встановлено метод градієнтного спуску. Однак при використанні даного методу не вдалося отримати необхідні показники перехідного процесу (рисунок 3.10). Крім того,

спостерігаються зростаючі коливання. Тому змінимо метод оптимізації на симплекс метод, де результат набагато краще (рисунок 3.11). Зациклення забезпечується при параметрах: $K_d = -7,6 \cdot 10^{-4}$; $K_i = 0,0018$; $K_p = 0,43$. Час регулювання становить 900 с, перерегулювання - 10%.

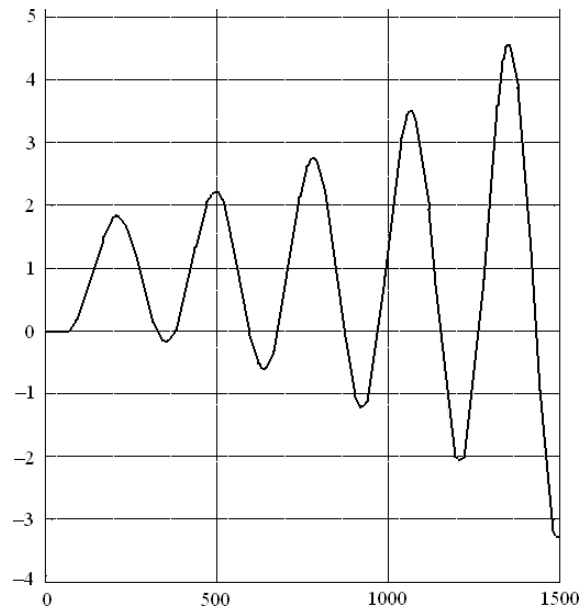


Рисунок 3.10 – Результат моделювання при використанні методу градієнтного спуску.

Однак найкращий результат виходить при використанні методу прямого пошуку (рисунок 3.12). Зациклення забезпечується при параметрах: $K_d = 49,3$; $K_i = 0,0024$; $K_p = 0,76$. Час регулювання становить 280 с, перерегулювання - 7%, запізнювання - 60 с, статична помилка дорівнює нулю.

Дані параметри знадобляться для того, щоб задати значення в контурі регулювання, що реалізується в програмі контролера.

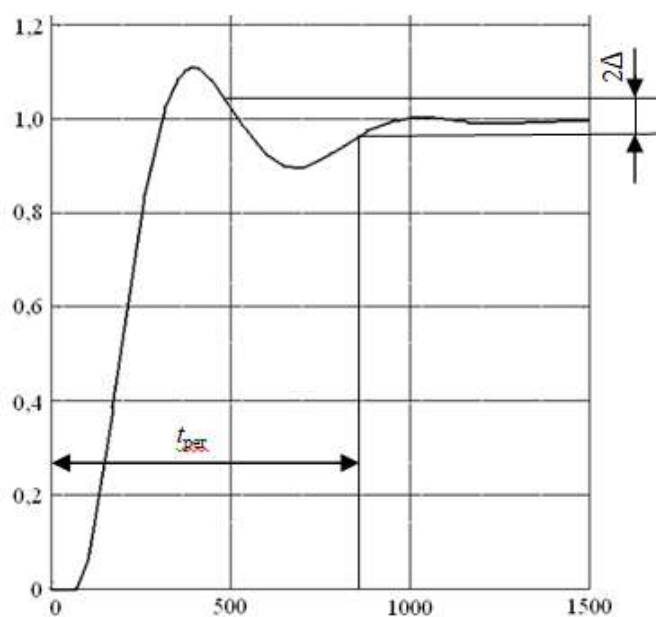


Рисунок 3.11 – Результат моделювання при використанні Симплекс-методу.

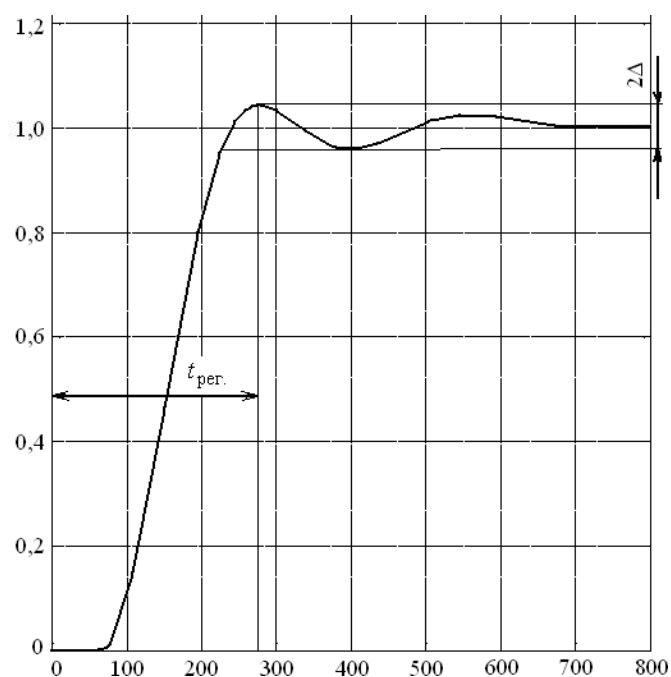


Рисунок 3.12 – Перехідна функція САР сушарки з оптимальними параметрами (Результат моделювання при використанні методу прямого пошуку).

Висновки до розділу 3.

В цьому розділі було наведено математичну модель шахтної зерносушарки як ОУ температурою і вологістю, повну структурну схему управління технічним процесом сушки зерна. Описані основні технічні характеристики пристроїв які використовуються для розробки системи автоматичного управління. Була розроблена та описана функціональна схема САР сушарки по контуру температури нагріву зерна - швидкість вивантаження. Короткий опис використаного програмного забезпечення, та наведена структурна алгоритмічна схема САР сушарки, адаптована для аналізу в Matlab.

4 РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ТА РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ

4.1 Візуалізація

Візуалізація - метод подання інформації у вигляді оптичного зображення (наприклад, у вигляді малюнків, фотографій, графіків, діаграм, структурних схем, таблиць, карт і т. д.).

При візуалізації управління використовують такі технічні засоби:

- комп'ютер зі встановленою SCADA-системою (Trace mode, Genesis) і периферією;
- контролер з панеллю оператора;
- контролер з дисплеєм.

Вибір технічних засобів для забезпечення візуалізації залежить від кількості інформації та величини ОУ. У разі масштабних об'єктів використовують SCADA-системи [27]. Для візуалізації контрольованих параметрів окремих технологічних ліній або установок підходить контролер з панеллю оператора, а для невеликих установок досить і невеликого вбудованого дисплея контролера.

Для візуалізації процесу сушіння зернових будемо використовувати панель оператора, що підключається до контролера Siemens S7-1200. Виберемо панель SIMATIC KTP600 Basic color DP (має 5,7 "кольоровий сенсорний TFT-дисплей, шість функціональних клавіш, інтерфейс RS 422 / RS 485) [22]. Програмування панелі здійснюється за допомогою програми TIA portal.

Слід передбачити кілька робочих екранів панелі оператора. На першому екрані будемо відстежувати роботу механізмів сушарки в цілому (рисунок 4.1), тому на зображення всього пристрою накладаємо сигнальні лампи з прив'язкою до відповідних параметрів програми, реалізованої в контролері. На другий екран панелі оператора винесемо значущі для контролю параметри: температуру в

чотирьох точках і вологість в трьох (рисунок 4.2). Перехід на дані екрани організовується через завантажувальний екран, а перемикання між ними проводиться за допомогою відповідних кнопок у верхньому лівому кутку.

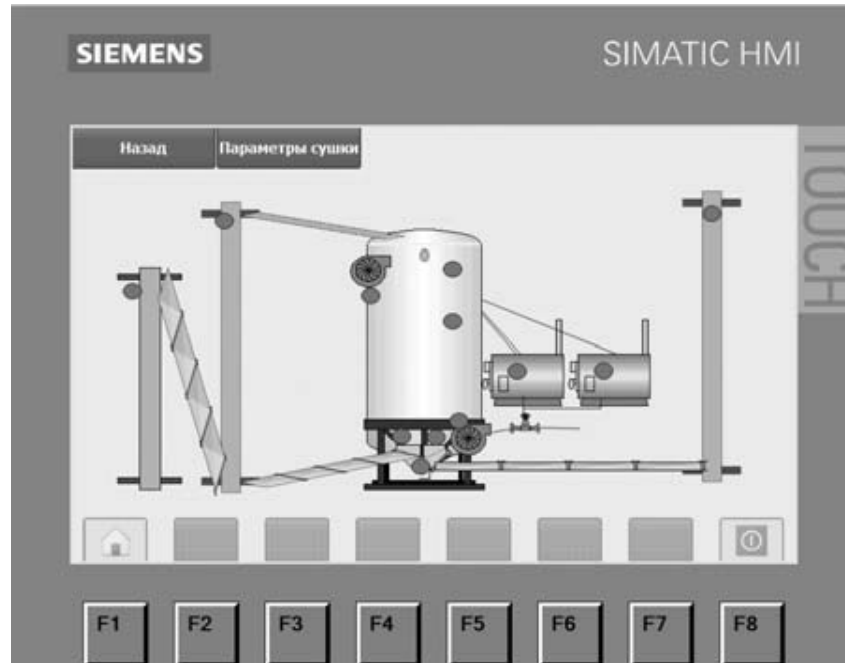


Рисунок 4.1 – Перший екран оператора.

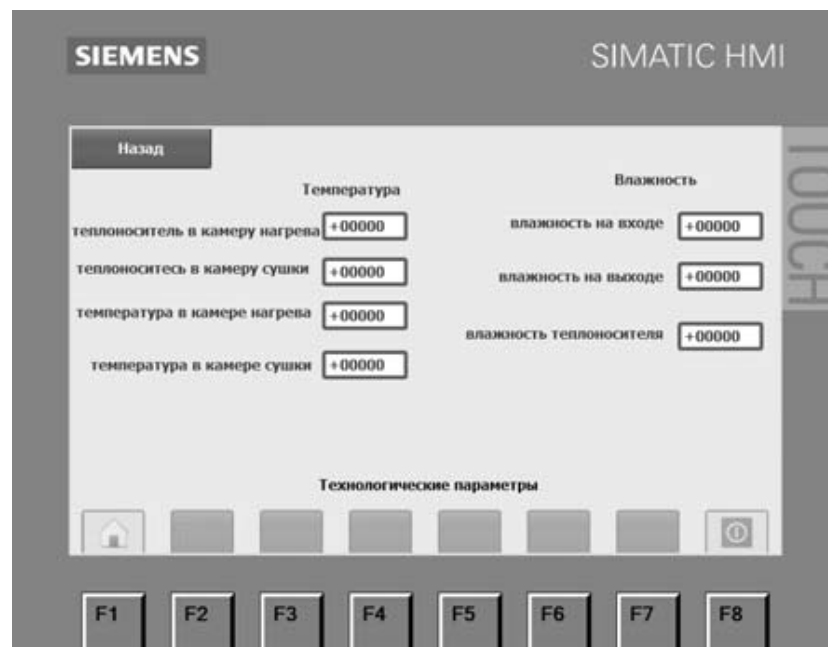


Рисунок 4.2 – Другий екран оператора.

4.2 Розрахунок надійності

Під терміном «надійність автоматизованої системи управління» розуміють властивість системи зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність системи виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах експлуатації.

Спочатку проводять приблизний розрахунок надійності. Якщо його результати незадовільні, переходять до остаточного розрахунку надійності, нерідко застосовуючи спеціальні способи забезпечення надійності. При приблизному розрахунку надійності для визначення ймовірності безвідмовної роботи (основного показника надійності) необхідно знати розрахунковий час. Сушарка працює близько двох місяців на рік (приблизно як 1440 годин). Протягом цього терміну обладнання повинно пропрацювати безвідмовно, після чого необхідно забезпечити його технічне обслуговування (в інших випадках приймають, що надійність системи управління повинна бути не нижче надійності обладнання).

Також для приблизного розрахунку необхідно знати номенклатуру елементів і їх інтенсивність відмов [27]. Зведемо розрахунок в таблицю 11.

- напрацювання до першої відмови

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{\Lambda}. \quad (4.1)$$

- ймовірність безвідмовної роботи системи

$$P(\tau) = e^{-\Lambda \tau}. \quad (4.2)$$

Таблиця 4.1 – Таблиця інтенсивності відмов елементів
САУ

Елемент схеми	Кількість елементів n , шт.	Інтенсивність відмов, λ_j , 10^{-6} , 1/ч	Загальна інтенсивність $\lambda = \lambda_j \cdot n$, 10^{-6} , 1/ч
Панель оператора	1	0,2	0,2
Контролер	1	0,2	0,2
Сигнальний модуль	3	0,2	0,6
Датчик рівня	2	0,25	0,5
Датчик температури	4	0,09	0,36
Влагомір	3	0,25	0,75
Джерело живлення	1	0,2	0,2
Вимикач автоматичний	13	0,3	3,9
Пускатель магнітний	11	0,25	2,75
Реле проміжне	16	0,25	4
Реле паливне	9	1,2	10,8
Вимикач кнопковий	22	0,063	1,386
Перемикач	1	0,175	0,175
Арматура світлосигнальна	11	0,5	5,5
Перетворювач частоти	2	1	2
Електродвигун	11	5	55
Виконуючий механізм	2	9	18
Клапан	4	8	32
		Сума Λ	138,32

Напрацювання до першої відмови за формулою (4.1)

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{\Lambda} = \frac{1}{138 \cdot 10^{-6}} = 7246 \text{ г.}$$

Ймовірність безвідмовної роботи системи за формулою (4.2)

$$P(\tau) = e^{\Lambda \cdot \tau} = e^{-138 \cdot 10^{-6} \cdot 1140} = 0,82.$$

Найбільш наочним показником є ймовірність безвідмовної роботи системи. За результатами обчислень, з 1000 елементів протягом 1440 годин пропрацюють безвідмовно 820 і відмовлять 180. Значення ймовірності безвідмовної роботи (0,82) говорить про досить високу надійність, тому спеціальних методів забезпечення надійності не потрібно. Однак слід зазначити, що найменш надійними з усіх елементів системи є виконавчі механізми, клапани та електродвигуни, тому для забезпечення більш високої надійності їх необхідно резервувати.

Висновки до розділу 4

В розділі 4 було розраховано надійність системи автоматичного контролю яка дала нам змогу зрозуміти здатність системи виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах експлуатації та описана візуалізація розробленого САУ за допомоги якої оператору буде зручно спостерігати та контролювати весь процес сушіння.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1. Загальні вимоги

- Дана інструкція встановлює єдиний порядок організації і проведення робіт із підвищеною небезпекою на підприємстві

- Роботи з підвищеною небезпекою - роботи (за винятком аварійних ситуацій), до початку виконання яких необхідно здійснити ряд обов'язкових організаційних і технічних заходів, що забезпечують безпеку працівників при виконанні цих робіт.

- Роботи з підвищеною небезпекою в зонах постійної дії небезпечних виробничих факторів, виникнення яких не зв'язано з характером виконуваних робіт, повинні виконуватися по наряді-допуску.

При проведенні цих робіт повинні визначатися границі небезпечних зон виходячи з наступних рекомендацій:

- Границі небезпечної зони при впливі шкідливих речовин повинні визначатися по зоні перевищення ПДК відповідно ДСТУ;

- Границі небезпечної зони від впливу машин, що рухаються, механізмів, їхніх частин і елементів повинні визначатися зоною в межах 5 м від небезпечного об'єкта, якщо інше не передбачено вказівками в паспорті, інструкції заводу-виготовлювача.

- Наряд-допуск визначає місце виконання, зміст робіт з підвищеною небезпекою, умови їхнього безпечного проведення, час початку й закінчення робіт, склад бригади й осіб, відповідальних за безпеку при виконанні цих робіт.

- До наряду-допуску можуть, при необхідності, додаватися ескізи захисних пристроїв і пристосувань, схеми розміщення постів оточення, установки попереджувальних знаків і т. д.

- Система нарядів-допусків не скасовує розробки планів організації робіт (ПОР) на будівельні, монтажні, ремонтні й інші роботи.

- У виняткових випадках роботи з підвищеною небезпекою, якість попередження аварій, усунення загрози життю працівникам, ліквідація аварій і стихійних лих у їхніх початкових стадіях можуть бути початі без оформлення наряду-допуску, але з обов'язковим дотриманням комплексу заходів для забезпечення безпеки працівників і під безпосереднім керівництвом відповідальної посадової особи.

Якщо ці роботи приймають зтяжний характер, оформлення наряду-допуску повинне бути зроблене в обов'язковому порядку.

До робіт із підвищеною небезпекою допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд, навчання по спеціальній програмі й атестовані постійно діючою екзаменаційною комісією організації.

5.2. Обов'язки посадових осіб, що організують виконання робіт із підвищеною небезпекою

- На роботи з підвищеною небезпекою, у виконанні яких беруть участь кілька служб підприємства (на так називані сполучені роботи), наряди-допуски повинні видаватися головним інженером (технічним директором) організації або за його розпорядженням його заступниками або головними фахівцями організації.

- На роботи з підвищеною небезпекою, виконувані підрядними організаціями, наряди-допуски повинні видаватися уповноваженими особами підрядних організацій. Такі наряди-допуски повинні бути підписані відповідним посадовою особою організації або цеху, де будуть провадитися ці роботи.

- На роботи локального характеру з підвищеною небезпекою видача нарядів-допусків повинна провадитися керівниками підрозділів і їхніх заступників, де повинні провадитися ці роботи.

- Відповідальними за безпеку при виконанні робіт із нарядів-допусків є:

- Особа, що видає наряд-допуск;

- Відповідальний керівник робіт;
- Відповідальний виконавець робіт (спостерігаючий);
- Допускаючий до роботи;
- Члени бригади, що виконують роботу з наряду-допуску.

- Перелік посадових осіб, що мають право видавати наряди-допуски на виконання робіт із підвищеною небезпекою, і осіб, що можуть призначатися Відповідальними керівниками робіт і Відповідальними виконавцями робіт затверджуються головним інженером.

- Особи, що мають право видачі нарядів-допусків, а також Відповідальні керівники робіт повинні пройти навчання й перевірку знань по охороні праці

- Особи, що видають наряди-допуски, визначають необхідність провадження робіт і можливість безпечного їхнього виконання, відповідають за правильність і повноту заходів безпеки, що вказуються в наряді-допуску.

- Відповідальний керівник робіт з підвищеною небезпекою повинен установити обсяг робіт, необхідні організаційні і технічні заходи, що забезпечують при їхньому виконанні безпеку працівників, визначити чисельний склад бригади й кваліфікацію осіб, що включаються в бригаду для виконання даних робіт, призначити Допускаючого і Відповідального виконавця робіт.

- Допускаючий може призначатися з осіб керівного складу підрозділу, де виконуються ці роботи. Допускаючий повинен здійснювати контроль за виконанням передбачених нарядом-допуском організаційних, технічних і інших заходів і давати бригаді дозвіл на допуск до виконання робіт із підвищеною небезпекою.

- Відповідальний виконавець робіт (спостерігаючий) може призначатися з числа осіб керівного складу, а також бригадирів служби, що виконує роботи з підвищеною небезпекою, і він повинен здійснювати керівництво роботою безпосередніх виконавців, вести нагляд за дотриманням правил безпеки членами бригади, за правильним користуванням засобами індивідуального захисту, за справністю застосовуваного при роботах інструменту, за наявністю і робочим станом огорожень, захисних і пристроїв, що блокують, і т. д.

- Відповідальний керівник робіт із підвищеною небезпекою зобов'язаний:
- Провести інструктаж Відповідального виконавця робіт (спостерігаючий) і всіх осіб, що беруть участь у виконанні даної роботи зі змісту допуску;
- Перевірити виконання зазначених у наряді-допуску заходів безпеки і забезпечити контроль за дотриманням заходів безпеки при веденні робіт і після їхнього закінчення.
- Особи, призначувані Допускаючими чи Відповідальними виконавцями робіт, повинні бути атестовані на знання правил охорони праці й правил устрою і безпечної експлуатації об'єктів постійно діючою Комісією організації в обсязі посадової інструкції.
- Відповідальний виконавець робіт (спостерігаючий), прийнявши об'єкт (місце) провадження робіт від Допускаючого, відповідає за правильність виконання необхідних при провадженні робіт заходів безпеки, за повноту інструктажу членів бригади, за дотримання при роботах вимог безпеки, за наявність і справність інструменту, інвентарю, захисних засобів, такелажних пристосувань, за схоронність установлених на місці роботи огорожень, плакатів, замикаючих пристроїв і ін.
- Відповідальному виконавцю робіт (Наглядачу) забороняється сполучати нагляд із виконанням якої-небудь іншої роботи.
- Відповідальними виконавцями робіт (Наглядаючими) можуть призначатися працівники цеху (ділянки) з числа ремонтного або оперативного персоналу, добре знаючих устаткування, на якому будуть провадитися роботи, що вміють провести докладний інструктаж членам бригади, здатні забезпечити нагляд за їх діями під час провадження робіт, атестовані й допущені до цих робіт у встановленому порядку.
- У виняткових випадках допускається суміщення однією особою обов'язків двох осіб, якщо ця особа має право виконувати обов'язки осіб, що заміщаються. При цьому суміщення Відповідального виконавця робіт і Допускаючого забороняється.

- Члени бригади, що виконують роботи із підвищеною небезпекою, відповідають за виконання отриманих при допуску до роботи інструктивних указівок, за правильність поводження з устаткуванням, інструментами, матеріалами, за правильність використання наданих у їхнє розпорядження засобів захисту, за прийняття у відповідності зі своїми можливостями заходів до власної безпеки й безпеки членів бригади, що торкаються його діями або бездіяльністю.

- Відповідального виконавця робіт (спостерігаючий) при виконанні робіт із підвищеною небезпекою за графіком варто призначати для кожної зміни.

- При виконанні в цеху (підрозділі) сполучених робіт особою, що видала наряд-допуск, може бути начальник цеху (підрозділу) або керівник підрядної організації, що робить роботи.

- Особа, що видала наряд-допуск на сполучені роботи, повинна додатково забезпечити узгодження сполучених робіт з обсягами, термінам і заходам безпеки з керівником підрозділу, де будуть провадитися ці роботи.

- Керівник підрозділу, у якому передбачається виконання сполучених робіт, повинен виділити зону для провадження робіт і забезпечити виконання заходів щодо безпеки працівників, визначених за ним нарядом-допуском.

- При сполучених роботах керівник підрозділу разом із Відповідальним керівником робіт і Відповідальним виконавцем робіт повинен організувати контроль і забезпечити виконання заходів, визначених нарядом-допуском.

- Спірні питання, що виникають при організації і при виконанні сполучених робіт, повинні вирішуватися керівниками організацій, у підпорядкуванні яких знаходяться підрозділи, зв'язані з виробництвом сполучених робіт.

5.3 Провадження робіт із підвищеною небезпекою

1. Перед допуском членів бригади до виконання робіт з підвищеною небезпекою Відповідальний виконавець робіт разом із Допускаючим повинні перевірити виконання передбачених нарядом-допуском технічних і організаційних заходів щодо підготовки місця роботи.

2. Після перевірки виконання заходів дозвіл на провадження робіт повинен бути оформлений у наряді-допуску підписом Відповідального виконавця робіт.

3. При виконанні сполучених робіт дозвіл на провадження робіт з підвищеною небезпекою повинне бути оформлений у наряді-допуску підписами Відповідального керівника робіт, Відповідального виконавця робіт і керівника підрозділу, у якому виконуються сполучені роботи.

4. Якщо при перевірці виконання заходів у Допускаючого або у Відповідального виконавця робіт виникнуть сумніви або неясності в забезпеченні безпечних умов провадження робіт для членів бригади, вони повинні зажадати роз'яснень у Відповідального керівника робіт.

5. Допускаючий при допуску членів бригади до роботи зобов'язаний:

6. Перевірити по наряді-допуску прізвища Відповідального керівника робіт і Відповідального виконавця робіт, членів бригади й зміст дорученої роботи;

7. Інформувати членів бригади на основі обліку ризиків про умови безпеки при проведенні робіт, врахувати придатність кожного працівника до виконуваної роботи (з умов безпеки і стану здоров'я), перевірити знання обов'язків членів бригади при виконанні робіт у складі бригади з дотриманням вимог безпеки;

8. Указати місця відключення об'єкта від електричних, парових, газових і інших джерел живлення, виділену зону монтажу, ремонту і т. п.

9. Після допуску членів бригади до роботи один екземпляр наряду-допуску повинен залишитися у Відповідального виконавця робіт, другий - в особи, що видало його.

10. З моменту допуску членів бригади до роботи нагляд за безпечним веденням робіт повинен здійснювати Відповідальний виконавець робіт.

11. При виконанні робіт із підвищеною небезпекою однією бригадою в різних приміщеннях Відповідальний виконавець робіт повинен знаходитися на тій місці, де є найбільша необхідність у нагляді за безпечним веденням робіт.

12. При необхідності тимчасового припинення робіт з указівки Відповідального керівника робіт Відповідальний виконавець робіт повинен видалити членів бригади з місця роботи і повернути наряд-допуск Відповідальному керівнику робіт.

13. Поновлення припинених робіт повинне провадитися після виконання вимог по п. п. 4.1-4.6.

14. При перерві в роботі протягом робочої зміни (обідня перерва, перерва по виробничих причинах і ін.) члени бригади повинні бути вилучені з місця робіт, наряд-допуск повинен знаходитися у Відповідального виконавця робіт. Члени бригади після перерви можуть приступити до роботи з дозволу Відповідального виконавця робіт.

15. Після закінчення робочого дня робочі місця повинні бути приведені в порядок, наряд-допуск повинен бути зданий Відповідальному керівнику робіт або особі, що видало наряд-допуск.

16. Роботи повинні бути припинені, наряд-допуск вилучено і повернутий особі, що видало його, у наступних випадках:

17. При виявленні невідповідності фактичного стану умов провадження робіт вимогам безпеки, передбаченим нарядом-допуском;

18. При зміні обсягу й характеру робіт, що викликала зміни умов виконання робіт;

19. При виявленні Відповідальним керівником робіт або іншими особами, що здійснюють контроль за станом охорони праці, порушень працівниками правил безпеки; При зміні складу бригади.

20. До перерваних робіт можна приступити тільки після усунення недоліків і одержання наряду-допуску.

21. До закриття наряду-допуску забороняється вводити в експлуатацію об'єкт, де виконувалися роботи з підвищеною небезпекою.

22. Якщо при виконанні робіт із наряду-допуску мали місце аварія або нещасний випадок, цей наряд-допуск варто прилучати до матеріалів розслідування причин і обставин аварії або нещасного випадку.

23. Особа, що видала наряд-допуск, несе відповідальність за весь комплекс питань провадження робіт: за правильність і повноту зазначених у наряді-допуску заходів безпеки, за відключення ремонтуємої ділянки від енергоносіїв і трубопроводів із небезпечними для здоров'я людей речовинами, за відповідність кваліфікації виконавців дорученій роботі, за їхній інструктаж і порядок допуску до робіт і ін.

24. Відповідальний виконавець робіт несе відповідальність за технічне керівництво роботами, за дотримання заходів безпеки, зазначених у наряді-допуску, у проекті провадження робіт і в інструкціях з експлуатації застосовуваного при роботах устаткування.

25. При провадженні робіт підвищеної небезпеки працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту відповідно до галузевих норм і з оцінкою діючих на них небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

5.4 Порядок проведення вогневих робіт

1. Усі вогневі роботи повинні виконуватися з дотриманням вимог Правил пожежної безпеки. При проведенні вогневих робіт на тимчасових місцях керівник об'єкта зобов'язаний оформити допуск або дозвіл на проведення вогневих робіт.

2. До вогневих робіт відносяться електрозварювальні, газозварювальні, паяльні і всі інші роботи, зв'язані із застосуванням відкритого вогню.

3. Місця проведення вогневих робіт варто забезпечувати первинними засобами пожеже гасіння (вогнегасником, шухлядою з піском, лопатою, цебром і водою).

4. Устаткування, на якому передбачається проведення вогневих робіт, повинне бути приведене у вибухопожежебезпечний стан шляхом:

Звільнення від пожеже - і вибухонебезпечних речовин; відключення від діючих комунікацій (за винятком використовуваних для підготовки й проведення вогневих робіт);

Попереднього очищення, промивання, пропарювання, вентиляції, сорбції, флегматизації і т. п.

5. Перед початком і під час проведення вогневих робіт повинен здійснюватися контроль за станом паро-, газо-, повітряного середовища в небезпечній зоні.

6. При проведенні вогневих робіт забороняється:

- Приступати до роботи при несправній апаратурі;
- Робити вогневі роботи на свіжопофарбованих конструкціях і виробах;
- Використовувати спецодяг і рукавиці зі слідами олій, жирів, бензину, гасу й інших горючих рідин;
- Зберігати у зварювальних кабінах одяг, ЛВЖ, ГЖ і інші горючі матеріали;
- Допускати зіткнення електричних проводів із балонами зі стиснутими, зрідженими і розчиненими під тиском газами;
- Робити роботи на апаратах і комунікаціях, заповнених горючими й токсичними речовинами, а також перебуваючих під тиском, електричною напругою;
- Одночасне проведення вогневих робіт при устрої гідроізоляції і пароізоляції на покрівлі, монтажі панелей з горючими і вагорючими утеплювачами, наклейка покритть підлог і обробка приміщень із застосуванням горючих лаків, клеїв, мастик і інших горючих матеріалів;
- Допускати до самостійної роботи учнів, а також працівників, що не мають кваліфікаційного посвідчення по пожежній безпеці.

7. До проведення вогневих робіт можуть бути допущені кваліфіковані й атестовані електрозварювачі, бензорізчики і паяльщики, що добре знають інструкцію з охорони праці й програму пожежно-технічного мінімуму.

8. Відповідальність за забезпечення заходів пожежної безпеки при проведенні вогневих робіт повинен нести керівник підрозділу (начальник цеху, відділу, ділянки, механік, енергетик, виконроб, майстер, бригадир, завідувач майстерні, лабораторією, складом і ін.), де провадяться вогневі роботи.

9. Оформлення і видача наряду-допуску на проведення вогневих робіт повинні провадитися в наступному порядку:

9.1. У кожному випадку перед проведенням вогневих робіт на тимчасових місцях начальник цеху, відділу й іншого підрозділу або особи, його що заміщають, зобов'язані забезпечити розробку і здійснення заходів щодо пожежної безпеки на місцях проведення робіт; довести до відома про це особу, відповідальну за протипожежну безпеку в організації; призначити особи, що безпосередньо відповідають за дотримання правил пожежної безпеки на місці ведення цих робіт; проінструктувати їхнього і безпосереднього виконавців (електрозварювачів, газозварювачів, бензорізників, паяльщиків і інших працівників) про заходи пожежної безпеки, оформити і видати наряд-допуск на проведення вогневих робіт;

9.2. Проведення вогневих робіт на території й у приміщеннях вибухо - і пожежонебезпечних ділянок організації дозволяється на тимчасових місцях після оформлення додатково до наряду-допуску Плану проведення вогневих робіт відповідно до форми.

Розробка Плану проведення вогневих робіт повинна забезпечуватися начальником цеху (відділу, підрозділу), у якому повинні проводитися вогневі роботи із залученням до розробки плану механіка цеху (відділу, підрозділу) і керівника цих робіт. Розроблений план повинен бути погоджений особою, відповідальним за протипожежну безпеку в організації, начальником відділу (служби) охорони праці і затверджений головним інженером (технічним директором) організації;

9.3. Після виконання заходів, передбачених Планом проведення вогневих робіт відповідно до вимог правил охорони праці і правил пожежної безпеки, і після перевірки готовності до роботи інструменту, пристосувань, засобів захисту начальник цеху (відділу, підрозділу) повинен підписати наряд-допуск на проведення вогневих робіт з наступним узгодженням його з пожежною охороною;

9.4. План проведення вогневих робіт і наряд-допуск на їхнє проведення оформляються в двох екземплярах. Перші екземпляри зазначених документів видаються Керівнику вогневих робіт, другі направляються особі, відповідальному за протипожежну безпеку в організації;

9.5. Перед узгодженням наряду-допуску на проведення вогневих робіт особа, відповідальна за протипожежну безпеку в організації, зобов'язана забезпечити інструктування виконавців робіт про заходи пожежної безпеки;

9.6. Перед проведенням вогневих робіт на вибухо - пожежонебезпечних ділянках повинні бути зупинені апарати, машини й інше виробниче устаткування зі звільненням їхній від пожежо - і вибухонебезпечних продуктів і з відключенням від джерел живлення;

Зупинка устаткування і його підготовка до проведення в зоні його розташування вогневих робіт повинні проводитися відповідно до Плану проведення вогневих робіт;

9.7. При одержанні повідомлення про плановане проведення на тимчасових місцях вогневих робіт особа, відповідальна за протипожежну безпеку в організації, зобов'язана:

9.7.1. Перевірити підготовленість місця проведення вогневих робіт, намітити додаткові протипожежні заходи і зробити про це запис у наряді-допуску;

9.7.2. Перевірити в працівників, що будуть проводити вогневі роботи, наявність кваліфікаційних посвідчень і знання правил пожежної безпеки;

9.7.3. При необхідності зажадати на місці проведення вогневих робіт, проведених у пожежо - і вибухонебезпечних умовах, виставити тимчасова пости з числа працівників цеху.

10. На об'єктах, обумовлених за узгодженням з особою, відповідальним за протипожежну безпеку в організації, для проведення вогневих робіт може бути оформлений Дозвіл.

5.5 Мікроклімат робочої зони

Мікроклімат робочої зони - це клімат внутрішнього середовища виробничих помешкань, що визначається сполученнями температури повітря (t), відносної вологості повітря, швидкості прямуювання (рухливості) повітря (v), барометричного тиску (P) та інтенсивності теплового випромінювання (E). Виходячи з цього потенційними шкідливими виробничими чинниками в цьому випадку є:

- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищена або знижена вологість повітря; підвищена рухливість повітря;
- підвищений рівень інфрачервоної радіації;
- підвищений або знижений барометричний тиск.

Робоча зона - простір, висотою до 2 м над рівнем полу або площадки, на якому знаходяться місця постійного або тимчасового перебування працюючих. Місце, на якому працюючий знаходиться більш 50% або більш 2 годин безупинно свого робочого часу, називається постійним робочим місцем. Задовільні для здоров'я працюючих (оптимальні або припустимі) параметри мікроклімату робочої зони залежать від інтенсивності фізичного навантаження працюючого (виконуваної роботи) і коректуються в залежності від часу року й інтенсивності теплового випромінювання, що генерується навколишнім устаткуванням. Відповідно до вищевказаного, ці параметри нормуються ГОСТ 12.1.005-88. Відповідно до СН 4088-86, вимірювальні прилади, використовувані

для контролю параметрів мікроклімату, повинні характеризуватися такою величиною похибки виміру (не нижче зазначених).

1) При вимірі температури повітря і контролю температури повітря для визначення відносної вологості повітря - 0,2 ;

2) При вимірі швидкості прямуювання повітря: 0,05% - у діапазоні 0-0,5 м/с; 0,1% - при швидкості прямуювання повітря $> 0,5$ м/с.

3) При вимірі інтенсивності теплового випромінювання устаткування: 5,0 Вт/м² - у діапазоні (10 - 350) Вт/м²; 5,0 Вт/м² - при інтенсивності теплового випромінювання устаткування > 350 Вт/м².

Висновки до розділу 5.

В цьому розділі були описані основні положення охорони праці та безпеки життєдіяльності які використовуються на філії ПАТ «Державна продовольча-зернова корпорація України» «Легендарненський елеватор».

ВИСНОВКИ

Мета даної роботи полягала у - розробці та дослідженні системи контролю параметрів зберігання зерна у зерносушарці за допомогою якої буде здійснюватись в автоматичному режимі збір даних і контроль рівномірної сушки вологих зернових та соняшникових культур, а також це надасть змогу покращити якість зерна.

Для модернізації були розроблені: математична модель шахтної зерносушарки як ОУ температурою і вологістю, функціональна схема САР сушарки по контуру температура нагріву зерна - швидкість вивантаження, структурна алгоритмічна схема САР сушарки, адаптована для аналізу в Matlab

Також була розроблена візуалізація системи автоматичного контролю температурою та вологістю в сушарці за допомогою комп'ютера зі встановленою SCADA-системою. Програмування контролеру відбувалося в програмній середі TIA portal (Totally Integrated Automation Portal) яка підтримує такі мови програмування LD, FBD и ST.

Для забезпечення безпеки персоналу необхідно керуватися інструктивними вказівками з техніки безпеки при монтажі та наладці приладів контролю і засобів автоматизації, приписами правил технічної експлуатації котельної установки і правилами охорони праці при експлуатації ОМ, а також відомчими та спеціальними інструкціями з техніки безпеки, що діють на об'єкті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Фурсенко, С. Н. Автоматизація технологічних процесів: навч. посібник / С. Н. Фурсенко, Е. С. Якубовська, Є. С. Волкова. - Мінськ: бгати, 2007. - 592 с.
2. Фурсенко, С. Н. Автоматизація технологічних процесів: навч. посібник / С. Н. Фурсенко, Е. С. Якубовська, Є. С. Волкова. - Мінськ: Нове знання; М.: ИНФРА-М, 2015. - 376 с.
3. Пунков С.П., Стародубцева О.І. Зберігання зерна, елеваторно-складське господарство і зерносушіння.
4. "Зберігання і технологія переробки зерна" / А. І. Стародубцева; рец.: Б. Є. Мельник, Л. А. Теслер. - М.: Колос, 1980. - 256 с. - (Підручники і навч. Посібники для вищих навч. Закладів.
5. Рішняк І.М., Виноградова О.П. З історії Галузі хлібопродуктів України.
6. Шило, І. Н. Сучасне обладнання і машини для після- збиральної обробки зерна: довідник / І. Н. Шило, Е. І. Михайловській. - Мінськ: бгати, 2011. - 508 с.
7. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://studopedia.ru/9_81312_retsirkulyatsionnie-zernosushilki.html.
8. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://studref.com/362927/tehnika/avtomatizatsiya_protsesta_ochistki_sortirovaniya_zerna_agregatah_tipa.
9. Шаршунов, В. А. Сушка і зберігання зерна: довідковий посібник / В. А. Шаршунов, Л. В. Рукшан. - Мінськ: Місанта, 2010. - 587 с.
10. ГОСТ 28672-90. Ячмінь. Вимоги при заготівлі і постачання - Введ. 1991-01-07. - М.: Стандартиформ, 2010. - 8 с.
11. ГОСТ 9353-90. Пшениця. Вимоги при заготівлі і постачання. - Натомість ГОСТ 9363-85; введ. 1991-01-07. - М.: Стандартиформ, 2010. - 10 с.
12. Механізація тваринництва: підручник для сільськогосподарських вузів / під ред. В. К. Гриба. - Мінськ: Ураджай, 1997. - 640 с.

13. Бородин, І. Ф. Автоматизація технологічних процесів. - М.: Агропромиздат, 1986. - 386 с.
14. Винокуров К.В. Елеватори, склади, зерносушарки, навчальний посібник. - Саратов, СГТУ, 2008. - 88 с.
15. Анісімова Л.В. Проектування елеваторів. Навчальний посібник. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ ім. І. І. Ползунова, 2004. - 167 с.
16. Юкиш А.Е., Ільїна О.І. Техніка і технологія зберігання зерна.
17. Баум А.Е., Різьбярів В.А. сушка зерна.
18. Пунков С.П., Румянцев Г.М. Проектування елеваторів і хлібоприймальних підприємств.
19. Правила організації і ведення технологічного процесу на елеваторах і хлібоприймальних підприємствах. - М.: ЦНІТЕІ, 1984. - 121 с.
20. Вобліков Е.М., Буханцов В.А. та ін. Післязбиральна обробка та зберігання зерна.
21. Нестеров, А. Л. Проектування АСУТП: методичний посібник. У 2 кн. Кн. 2. - СПб.: Видавництво ДЕАН, 2009. - 944 с.
22. ТКП 45-4.04-149-2009. Системи електроустаткування житлових і громадських будівель. Правила проектування. - Введ. 01.01.2010. - Мінськ: Міністерство архітектури і будівництва Республіки Білорусь, 2009. - 74 с.
23. Проектування та САПР систем автоматизації: практикум / сост. Е. С. Якубовська. - Мінськ: бгати, 2008. - 204 с.
24. Якубовська Е. С. Автоматизація технологічних процесів сільськогосподарського виробництва: практикум для студ. вузів, що навч. по спец. 1-74 06 05 Енергетичне забезпечення сіл. госп-ва (по напр.) і 1-53 01 01-09 Автоматизація технологічних процесів і вироб-в (сіл. госп-во) / Е. С. Якубовська, Є. С. Волкова; Мінсель-хозпрод РБ, бгати. - Мінськ: бгати, 2008. - 320 с.
25. Сидоренко, Ю. А. Теорія автоматичного управління: навч. посібник / Ю. А. Сидоренко. - Мінськ: бгати, 2007. - 124 с.

26. Дьяконов, В. П. Matlab 6.5 SP1 / 7 + Simulink 5 / 6® в математиці і моделюванні / В. П. Дьяконов. - М.: СОЛОН-Пресс, 2005. - 576 с. - (Бібліотека професіонала).
27. SIEMENS. SIMATIC. S7. Програмований контролер. S7-1200. Системне керівництво. - SIEMENS, 2009. - 398 с.
28. Перетворювачі частоти Hitachi: інструкція по експлуатації. - ВЕМЗ-Спектр, 1999. - 81 с.
29. ТКП 385-2012 (02230). Норми проектування електричних мереж зовнішнього електропостачання напругою 0,4-10 кВ сільськогосподарського призначення. - Введ. 19.04.2012. - Мінськ: Мін-скенерго, 2009. - 102 с.
30. Правила улаштування електроустановок. - 6-е изд. - М.: Глав-Держенергонагляд Росії, 1998. - 607 с.