

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
першого (бакалаврського) рівня освіти

на тему:

**«АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА АКТИВНОГО ВЕНТИЛЮВАННЯ
ЗЕРНА ШАХТНОЇ ЗЕРНОСУШАРКИ»**

Виконав: студент IV курсу
групи Акт – 22сп спеціальності
151 «Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

_____ Деріглазов П. Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник: _____ Чабан А. В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____ Пташник В. В.
(прізвище та ініціали)

ДУБЛЯНИ 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
 ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА
 ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
 КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень
 Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри

(підпис)

д.т.н., професор Калахан О. С.

(вч. звання, прізвище, ініціали)

“ ___ ” _____ 202__ року

**З А В Д А Н Н Я
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Деріглазов Павло Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Автоматизована система активного вентилявання зерна шахтної зерносушарки»

керівник роботи професор, д.т.н. Чабан А. В.

(наук.ступінь, вч. звання, прізвище, ініціали)

затверджені наказом Львівського НАУ 453/к-с від 30.12.22 р.

2. Строк подання студентом роботи 16.06.23 р.

3. Вихідні дані

технічна документація, науково-технічна і довідкова література

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

Вступ

1 Характеристика об'єкту

2 Система активного вентилявання

3 Розробка системи автоматичного регулювання температури агента системи активного вентилявання зерносушарки ДСП-50

4 Охорона праці та довкілля

5 Ефективність прийнятих рішень

Висновки

Перелік джерел посилання

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Графічний матеріал подається у вигляді презентації

6. Консультанти розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,5	<i>Дробот І. М., ст. викл</i>			
4	<i>Городецький І. М., к.т.н., доцент</i>			

7. Дата видачі завдання 30.12.22 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Характеристика об'єкту</i>	<i>30.12.2022 – 31.01.2023</i>	
2	<i>Система активного вентилявання</i>	<i>1.02.2023 – 17.03.2023</i>	
3	<i>Розробка системи автоматичного регулювання температури агента системи активного вентилявання зерносушарки ДСП-50</i>	<i>20.03.2023 – 21.04.2023</i>	
4	<i>Охорона праці та довкілля</i>	<i>24.05.2023 – 5.05.2023</i>	
5	<i>Ефективність прийнятих рішень</i>	<i>8.05.2023 – 5.05.2023</i>	
6	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та презентації</i>	<i>22.05.2023 – 2.06.2023</i>	
7	<i>Завершення роботи в цілому</i>	<i>5.06.2023 – 16.05.2023</i>	

Студент _____ Деріглазов П. Ю.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Чабан А. В.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

УДК 62-83.001.57(075.8)

РЕФЕРАТ

«Автоматизована система активного вентилявання зерна шахтної зерносушарки» Деріглазов П. Ю. Кваліфікаційна робота. Кафедра електротехнічних систем. Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2023 р. 48 с. текстової частини, 4 таблиць, 7 рисунків, 12 джерел посилання.

Об'єкт дослідження: автоматизована система активного вентилявання зерна шахтної зерносушарки.

Мета роботи: покращення автоматизації технологічного процесу сушіння зерна зерносушаркою ДСП-50, що забезпечить високу продуктивність із збереженням необхідних якісних показників зерна, в результаті чого очікується підвищення надійності роботи зерносушарки, зменшення витрат палива та електроенергії.

Завдання дослідження: реалізувати автоматизовану систему активного вентилявання зерна шахтної зерносушарки.

У кваліфікаційній роботі: розроблено та обгрунтовано функціонально-технологічну та принципову електричну схему зерносушарки; схему автоматичного контролю максимальної температури нагріву зерна; схему регулювання вологості зерна та схему автоматичної підсистеми регулювання температури теплоносія в зерносушарці; подано опис роботи розроблених схем; об'єкт автоматизації досліджено по каналу температури та визначено передаточні характеристики об'єкту регулювання; обгрунтовано вибір технічних засобів автоматизації; проведено аналіз умов праці та розроблено заходи щодо усунення шкідливих та небезпечних факторів; проведено техніко-економічне обгрунтування доцільності удосконалення системи автоматичного регулювання технологічного процесу сушіння зерна зерносушаркою ДСП-50.

Ключові слова: ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ШАХТНА ЗЕРНОСУШАРКА, ТЕМПЕРАТУРА НАГРІВУ, ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ.....	8
1.1 Загальна характеристика	8
1.2 Технологічна і технічна характеристика процесу сушіння зерна	8
1.3 Обґрунтування теми роботи	11
РОЗДІЛ 2 СИСТЕМА АКТИВНОГО ВЕНТИЛЮВАННЯ	13
2.1 Розробка функціонально-технологічної схеми зерносушарки ДСП-50	13
2.2 Розробка схеми автоматичного контролю максимальної температури нагріву зерна	20
2.3 Розробка схеми регулювання вологості зерна	22
2.4 Вибір технічних засобів автоматизації	24
2.4.1 Вибір шафи керування	24
2.4.2 Вибір силової розподільної шафи	25
2.4.3 Вибір апаратури керування і засобів захисту	25
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ АГЕНТА СИСТЕМИ АКТИВНОГО ВЕНТИЛЮВАННЯ ЗЕРНОСУШАРКИ ДСП-50	27
3.1. Дослідження об’єкту автоматизації по каналу температури та визначення передавальної функції об’єкту регулювання.....	27
3.2. Вибір алгоритму управління та обґрунтування технічних засобів	32
3.3. Вибір технічних засобів, що входять в систему керування	36
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	40
4.1 Розробка заходів, щодо усунення небезпечних та шкідливих факторів	40
4.1.1 Перелік технічних та організаційних заходів для усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів	40
4.2.2 Розрахунок блискавкозахисту зерносушарки	41
4.2.5. Пожежна безпека на об’єкті	43

	6
4.2 Охорона довкілля	44
РОЗДІЛ 5 ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ	46
ВИСНОВОК	50
БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	51

ВСТУП

За даними французьких фахівців, через підвищену вологість щорічні втрати зерна у всьому світі становлять приблизно 100 млн. тонн. На Україні 40...60 % свіжозібраного зерна вимагає сушки.

Крім зерна сушать сіно, зелені корми, картоплю, коренеплоди, льняну купу, лляну соломку і інші продукти. Як показують дослідження, витрати на спорудження і експлуатацію сушильних установок виправдані і окупаються в короткий термін.

При сушці, в порівнянні з силосуванням, зміст перетравлюваного протеїну вище на 15 %. Використання сухих кормів дозволяє забезпечити більш точне дозування складу кормового раціону. Сухі корми зберігають свою якість тривалий час, завдяки чому їх можна споживати протягом усього стійлового періоду.

Завдання сушіння не обмежується лише видаленням вологи із зерна. Під час технологічного процесу сушіння, відбувається зміна властивостей матеріалів. У подальшому, під час перероблення на млині сухого зерна збільшується кількість вихідної муки та дещо зменшуються затрати енергії. Така мука більше придатна до зберігання. Якщо підсушувати насінне зерно то покращується його схожість.

Якщо буде зменшено масу сільськогосподарських продуктів, за допомогою сушіння, це приведе до зменшення транспортних видатків.

Широке використання елементів автоматики та автоматизації дозволяє прискорювати ріст техніко-економічних показників. При широкій автоматизації виробничих процесів, можна перейти до практично повної автоматизації виробництва. Що призводить до здешевлення виробництва, підвищення продуктивності праці та якості продукції.

При написанні роботи використано джерела [1-12].

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ

1.1 Загальна характеристика

ПП АГРОТЕМ знаходиться в с. Добряни Стрийського району Львівської області. Основний напрям роботи господарства це рослинництво, а саме зернові культури.

В господарстві застосовують новітні технології по землекоробітці та засобам захисту рослин, що збільшує урожайність та зменшує енергозатрати.

ПП реалізовує свою продукцію по місцевому населенню, санаторіях, оптовим покупцям та державних структурах. Підприємство працює з метою збільшення площ для вирощування сільськогосподарської продукції і для збільшення заробітної плати працівникам та для поновлення автотракторного парку.

1.2 Технологічна і технічна характеристика процесу сушіння зерна

Зерно, яке надходить від зернозбиральних комбайнів на зерновий тік, має підвищену вологість, яка досягає 20-30%, що робить його непридатним для тривалого зберігання.

Надлишок вологи у зерні створює благотворні умови для розвитку мікроорганізмів і зігрівання. Таке зерно необхідно сушити до 14-16% вмісту вологи залежно від подальшого його застосування.

Для післязбиральної обробки зерна в господарстві використовується шахтна сушаркою ДСП-50 у складі зерноочищувального сушильного комплексу КЗС-20Ш.

Зерноочищувальний сушильний комплекс використовується для

механізованого післязбирального оброблення зернобобових, зернових та інших культур для господарств, у яких річний об'ємом виробництва зернових становить 10000-12000 т.

За сезон тривалість роботи комплексу становить 300 годин. Працює у дві зміни, двоє чоловік, які працюють на помаді механіка очищувального і зерносушильного відділення.

Сушильним пристроєм комплексу є єдина споруда, складається із комплекту машин та обладнання розташованого у будівлі. Весь пристрій складається із станції управління ШАУ5938-23А3, п'яти норій НЗ-20,, шахтної сушарки ДСП-50, що використовує конвективний метод сушіння зерна у рухомому шарі.

Схема технологічного процесу прямоочного сушіння зерна на ДСП-50 здійснює одноразове проходження зерна через камери сушіння та охолодження послідовно. Для уникнення перегрівання та зниження значень показників якості зерна, вологість знижується за раз не більше 6-8%. При потребі, здійснюється двох та трьох разове перепускання зерна через сушіння. Для здійснення сушіння зерна використовується агентом продукти горіння палива та холодного повітря. Отриману суміш нагнітають в шахту сушарки через короби, а потім виводять в атмосферу. Зерно розташоване між коробами, і контактує із агентом сушарки і віддає вологу. Значення кількості відданої вологи визначається часу дії агента на зерно та його температурою.

Як паливо використовують суміш, яка складається із 75% керосину та 25% тракторного моторного палива або чистий керосин.

1.3 Обґрунтування теми роботи

Для підвищення ефективності виробництва і зниження собівартості доцільно удосконалювати процеси автоматизації. Особливо відчутно це у

технологічному процесі зерносушильного обладнання, оскільки процес енергомісткий.

Дієвим способом підвищення ефективності роботи сушарки, який не потребує значних капітальних вкладень, це удосконалення технологічних схем і режимів роботи зерносушарок, що забезпечує їх постійну і надійну роботу. Ці дії мають бути спрямовані на усунення причин, що приводять до перегріву зерна.

Метою розроблювальної кваліфікаційної роботи являється покращення автоматизації технологічного процесу роботи ДСП-50, для забезпечення високої продуктивності та збереження необхідних показників якості зерна. Результатом має бути підвищена надійність роботи зерносушарки, зменшена витрата палива та електроенергії.

Для цього необхідно:

- обґрунтування принципу та вибір закону регулювання;
- обґрунтування вибору технічних засобів системи керування процесом сушіння зерна;
- аналітичні дослідження зерносушарки як об'єкту керування;
- техніко-економічне обґрунтування доцільності впровадження розроблених заходів.

РОЗДІЛ 2

СИСТЕМА АКТИВНОГО ВЕНТИЛЮВАННЯ

2.1 Розробка функціонально-технологічної схеми зерносушарки ДСП-50

Шахтна зерносушарка (ШЗ) (рис. 2.1) складається із наступних елементів: I топка, яка працює на рідкому паливі, II змішувач повітря і палива, III надсушильний бункер, IV сушильна камера, V охолоджувальна камера.

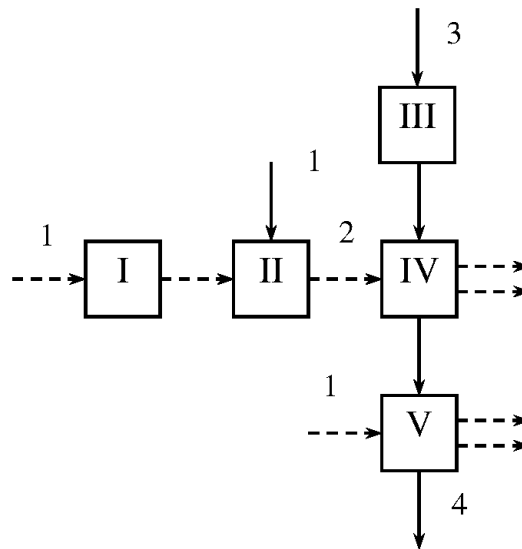


Рисунок 2.1 – Об’єкт управління: функціональна схема шахтної зерносушарки

У процесі сушіння зерна у зерносушарці ДСП-50 є велика кількість параметрів (рис. 2.2), їх умовно розділимо на три групи.

До першої групи параметрів (регулювання і контролю), що характеризують роботу сушарки кількісно і якісно, відносяться:

Φ – параметр характеризує наявність полум’я у топці;

- H – значення рівень зерна в надсушильному бункері;
- q_n – витрата палива;
- d_{TK} – вміст вологи у відпрацьованому теплоносію;
- θ_{TH}, θ_{TK} – значення температури теплоносія, який подають в шахту та відпрацьованого;
- $\theta_{ЗК}$ – температура нагрівання зерна в сушильній камері;
- $Q_{СК}$ – продуктивність сушарки;
- $e_{ПК}$ – параметр, що описує показник схожості та енергію проростання насіння;
- $\omega_{СК}$ – вологість зерна на виході із сушарки;

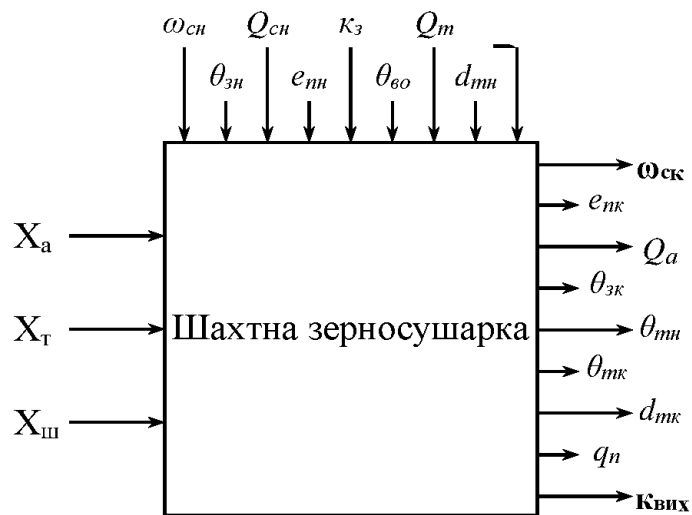


Рисунок. 2.2 – Параметрична схема шахтної зерносушарки як об'єкту автоматизації

До параметрів групи відносяться також такі показники, як коефіцієнти термоградієнтний коефіцієнт температури δ , вологи α_T , дифузії тепла α_q , масообміну β_n , теплообміну α_{TO} , порізність шару m його аеродинамічний опір та ін. Усі ці показники на рисунку позначено одним символом $K_{вих}$.

У свою чергу параметри на вході об'єкту поділено на дві групи: управляючі впливи та зовнішні збурення.

Управляючі параметри:

$X_{ш}$ – переміщення органу, що здійснює регулювання завантаження сушарки, що приведе до зміни $Q_{сн}$, (та до зміни H).

X_T – переміщення органу, що здійснює регулювання подачі палива та повітря у камеру згорання, що приведе до зміни $\theta_{тн}$;

X_a – переміщення регулюючого органу випускаючого апарата, що здійснює зміну продуктивності $Q_{ск}$ сушарки;

Зовнішні збурення:

$d_{тн}, Q_T$ – вологовміст і витрата теплоносія, що подається;

$e_{пн}$ – параметр, характеризує значення енергії проростання і схожість поступаючого зерна;

$P_{во}, \theta_{во}$, – барометричний тиск і температура повітря;

$Q_{сн}$ – подача зерна в сушарку;

k_3 – значення параметра, що характеризує об'ємну масу і чистоту поступаючого зерна;

$\theta_{зн}, \omega_{сн}$, – температура і вологість поступаючого зерна;

В переважаючій кількості зерносушарок, що випускають у наш час, використовують тільки таку систему автоматичного керування, що не допустить перевищення заданого значення температури агента сушіння. Такий захід забезпечує захист зерна від пересушування, але не може забезпечити підтримання стійкий технологічний процес.

У запропонованій функціональній технологічній схемі запропоновано наступні канали для забезпечення вимірювання та регулювання:

- система автоматизованого розвантаження і завантаження шахт сушки та вивантажувальних колонок (керування реалізується датчиками рівня);

- система блокування (запобігає виникненню вибухонебезпечних сумішей – здійснюється вимикання електродвигуна вентилятора форсунки, паливного насоса, головного вентилятора, та перекривання подавання

пального електромагнітним клапаном);

- автоматична система регулювання температури агенту сушіння (коли змінюється температура сушильного агенту, відбувається зміна опору давача температури встановленого на вході в сушильну камеру, за результатом регулятор скеровує команду управління на серводвигун подачі палива);

- вимірювання вологості зерна на виході з сушарки (реалізує прилад ЛВЗ-20Д; здійснює сигналізацію на пульт оператора);

- контроль температури зерна у зоні сушіння (реалізується контроль поточної температури термометрами опору – при перевищенні температури понад нормоване значення, ввімкнеться аварійний сигнал, оператор має перекрити подачу палива або зупинити паливний насос).

За допомогою вимикача тумблера QS1 подається у схему напруга, індикація напруги сигнальна лампа 1HL. При наповненні сушарки до заданого рівня, вмикаються вентилятори топки. Одночасно запускається схема запалювання і контролю наявності вогню. Подається напруга на реле часу продуву КТ3 та реле часу запалювання КТ2, контактами контактором вентилятора топки ВК та контактом блоку контролю SB1. Синхронно розмикаючим контактом 1KV2 напругу подають на блок контролю полум'я та трансформатор запалювання, при цьому паливний клапан перекритий. Коли вмикається вентилятор здійснюється продувка топки. Після подачі напруги в схему блока через 15 с спрацює реле часу КТ3 та вмикає коло паливного клапана. Одночасно електромагніт прикриває повітряну заслінку KV3. Що зменшує подачу повітря у камеру згорання, при цьому збагачується паливна суміш. Запалювання може тривати до 3 с. Якщо відбудеться запалення пального, то спрацює фотореле KV1, і своїми контактами заживить трансформатор запалювання, коло живлення паливного клапана та привода повітряної заслінки.

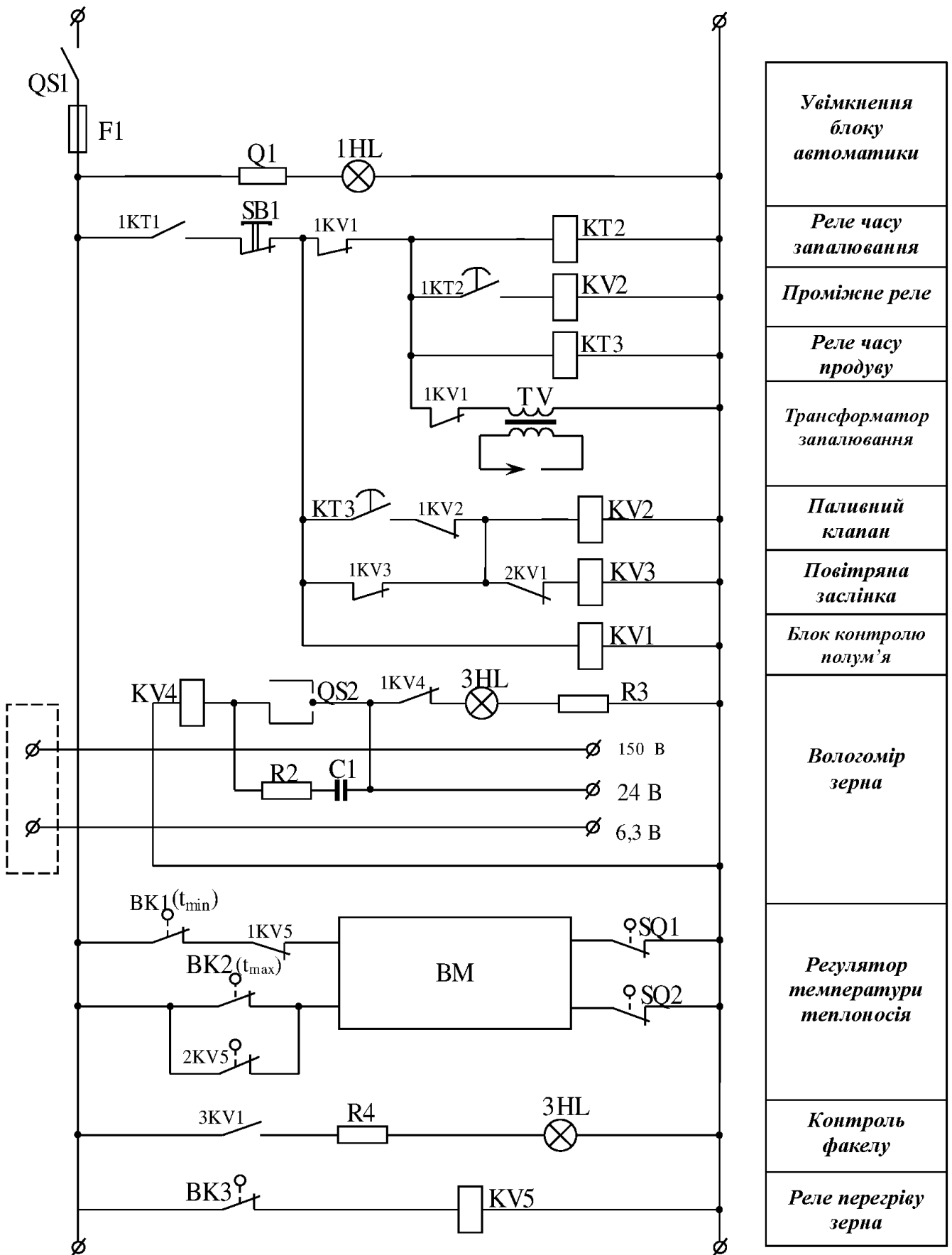


Рисунок 2.3 – Принципова електрична схема зерносушарки СЗШ-16

Якщо полум'я відсутнє протягом 18 с спрацює реле КТ2 та ввімкне реле КV2. При цьому розімкнеться коло живлення повітряної заслінки, трансформатора запалювання та паливного клапана. Процес запалювання зупиниться, а схема залишиться у вимкненому стані. Щоб повторно ввімкнути схему необхідно натиснути кнопку SB1, процес пуску повториться.

Якщо полум'я в топці загасне, то спрацює блок контролю полум'я, і контактами 1KV3 обезструмить коло живлення паливного клапана, а своїм контактом 1KV1 запустить схему на повторний пуск. Якщо полум'я не з'явиться, схема залишиться заблокованою і запуск більше не повториться.

Після усунення причини затримки пуску, оператору кнопкою SB1 здійснити запуск топки. При ручному керуванні блок автоматичного керування не вмикається.

При вмиканні пульта та блока живлення заживиться вологомір зерна, який здійснює керування випускним пристроєм зерносушарки. Швидкість випуску зерна змінюється пропорційно вологості. На початку роботи сушки зерно в шахті сире, а тому його випуск здійснюють за мінімальної продуктивності. На повторне сушіння направляється вихідне вологе зерно доти, поки не зменшиться вологість зерна, про що свідчить сигнальна лампа на вологомірі, що має погаснути. При зменшенні вологості зерна до заданого рівня, лампа має погаснути, вологомір подасть сигнал на збільшення випуску зерна, що прямує у технологічний потік.

Щоб температура зерна знаходилась у заданому діапазоні температур, температура теплоносія не повинна виходити за граничні значення. Змінюючи подачу палива у камеру згорання відбувається автоматично стабілізується температура теплоносія. Вологість зерна визначає допустиму температуру теплоносія, її показник встановлюється на шкалі терморегулятора. При температурі теплоносія нижчої температури уставки, замкнеться контакт ВК1 (t_{\min}), він ввімкне реверсивний виконуючий

механізм. При цьому збільшиться подача палива. При температурі теплоносія вище встановленої, замкнеться контакт ВК2 (t_{\max}). Він ввімкне виконуючий механізм та зменшить подачу пального. В режимі налаштування та ручного керування регулювання подачі пального здійснюється із пульта керування.

При перегріві зерна спрацює давач ВК3, і ввімкне обмотку реле 1KV5. Реле 1KV5 ввімкне обмотки виконуючого механізму та зменшить подачу пального. Це призведе до зменшення температури теплоносія і зерна.

Вмикання електроприводів машин технологічного обладнання здійснюється в заданій послідовності.

Для контролю роботи всіх машин призначена система сигналізації на пульті оператора, а також дозволяє здійснювати зміни у роботі технологічного процесу.

2.2 Розробка схеми автоматичного контролю максимальної температури нагріву зерна

Діапазон вимірювань температури від 10 до 70°C зерна при розроблені підсистеми контролю можна прийняти, виходячи із наступних умов. 55°C – це верхня гранично допустимим межа обумовлена значенням температури нагріву зерна. Оскільки у всіх вимірювальних приладах найменша точність вимірювання 20...80 % шкали приладу, тому верхня межа діапазону вимірювання може бути 70°C. Нижня межа визначається із умови мінімального нагрівання зерна у сушці. На сушку скеровують зерно із вологістю, яка вища кондиційного значення не більше ніж на +2%. Найменше значення розрахованого нагрівання зерна $\Delta\theta = 5,7^\circ\text{C}$. У період роботи сушки найнижча температура оточуючого середовища, а відповідно і температура повітря та зерна, що подається на сушку, становить 5°C. А Тому значення найменшої температури зерна на виході із сушки може бути

близько 10°C.

Автоматична підсистема призначена для контролю температури нагріву зерна в сушарці ДСП-50 складається із дванадцяти термометрів опору ВК1...ВК12, захищених від дії теплоносія, їх встановлюють по шість в кожній шахті сушарки та під'єднують до логометра ЛТЗ за допомогою контактів проміжних реле К1...К12. Логометр обладнують регулюючим пристроєм, що налаштовують на гранично допустиме значення контрольованого параметра. Послідовне під'єднання до логометра термометрів відбувається автоматично командоапаратом типу КЭП-12У. Це моторне реле, що має регульовані витримки часу на замикання та розмикання керуючих контактів SQ1...SQ12, що заживлюють проміжні реле. При підімкненні, наприклад термометра ВК1, контактами реле К1 до логометра, то іншими контактами цього реле підімкнеться до кола керування ЦУ сигнальна лампа НЛ1 на пульті контролю.

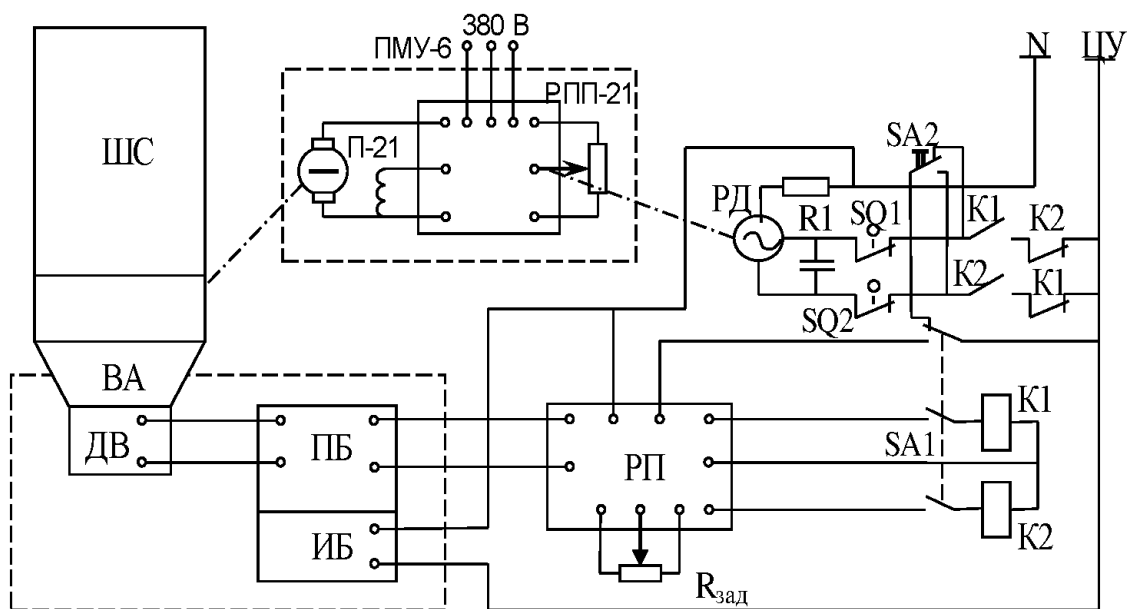


Рисунок 2.4 – Схема автоматичного контролю максимальної температури нагріву зерна

Термометри підключені послідовно при повному циклі опитування у

певному порядку засвічуються лампи HL1...HL12. При перевищенні температури нагрівання зерна у певному місці, то спрацює вихідне реле KV2 регулюючого пристрою логометра, підключить своїми контактами до кола живлення реле KV1 та звукову аварійну сигналізацію. Реле KV1, спрацювавши, переключить живлення сигнальної лампи із кола стабільного світла ЦСС на коло світла ЦМС що мигає та вимкне двигун командоапарату. Що здійснить зупинку циклу опитування в аварійному місці. Оператор, по звуковому сигналу, та миганню сигнальної лампи швидко встановить, у якій шахті сушки виник перегрів зерна, та здійснить необхідні дії – зупинить паливний насос чи перекриває подачу палива – для його усунення. При усуненні перегріву зерна звуковий сигнал вимикається та відновиться автоматичне опитування точок контролю.

2.3 Розробка схеми регулювання вологості зерна

Для контролю вологості зерна, на зернопункті, здійснюється відбір зерна із подальшим опрацюванням його в лабораторії. Цей процес мало оперативний та трудомісткий. Через це оператори зернопунктів, на практиці, як правило, приділяють мало уваги регулюванню та контролю вологості зерна. Згідно статистики, типового пункту оперативний персонал перевіряє вологість зерна на вході в сушарку переважно 1 раз в 2 год., і 1 раз за год. на виході із сушарки. Отримана інформація використовується із великим запізненням. Дуже довго обробляється інформація. В результаті отримуємо пересушене зерно та знижену продуктивність сушарки, або вологе зерно. Для підвищення ефективності сушіння необхідна частота контролю вологості зерна становить на виході - 1 раз за 18 хв і на вході в сушарку 1 раз за 80 хв. Що призведе до збільшення швидкості обробки отриманої інформації відповідно в 36 та 9 та раз порівняно із лабораторними методами. Автоматичних пристрої контролю вологості зерна в потокових лініях

повинні забезпечувати дискретний із вказаною періодичністю контроль вологості зерна або неперервний в потоці при витратах зерна, які рівні продуктивності сушарки. Значення діапазону вимірювання вологості зерна, що поступає в сушку, становить 15...30%, а значення вологості вихідного зерна – 10...20 %. Похибку вимірювання вологості зерна приймають рівною 1%.

Якщо змінювати протяжність роботи вивантажувальних норій, то можна змінювати продуктивність сушарки ДСП-50.

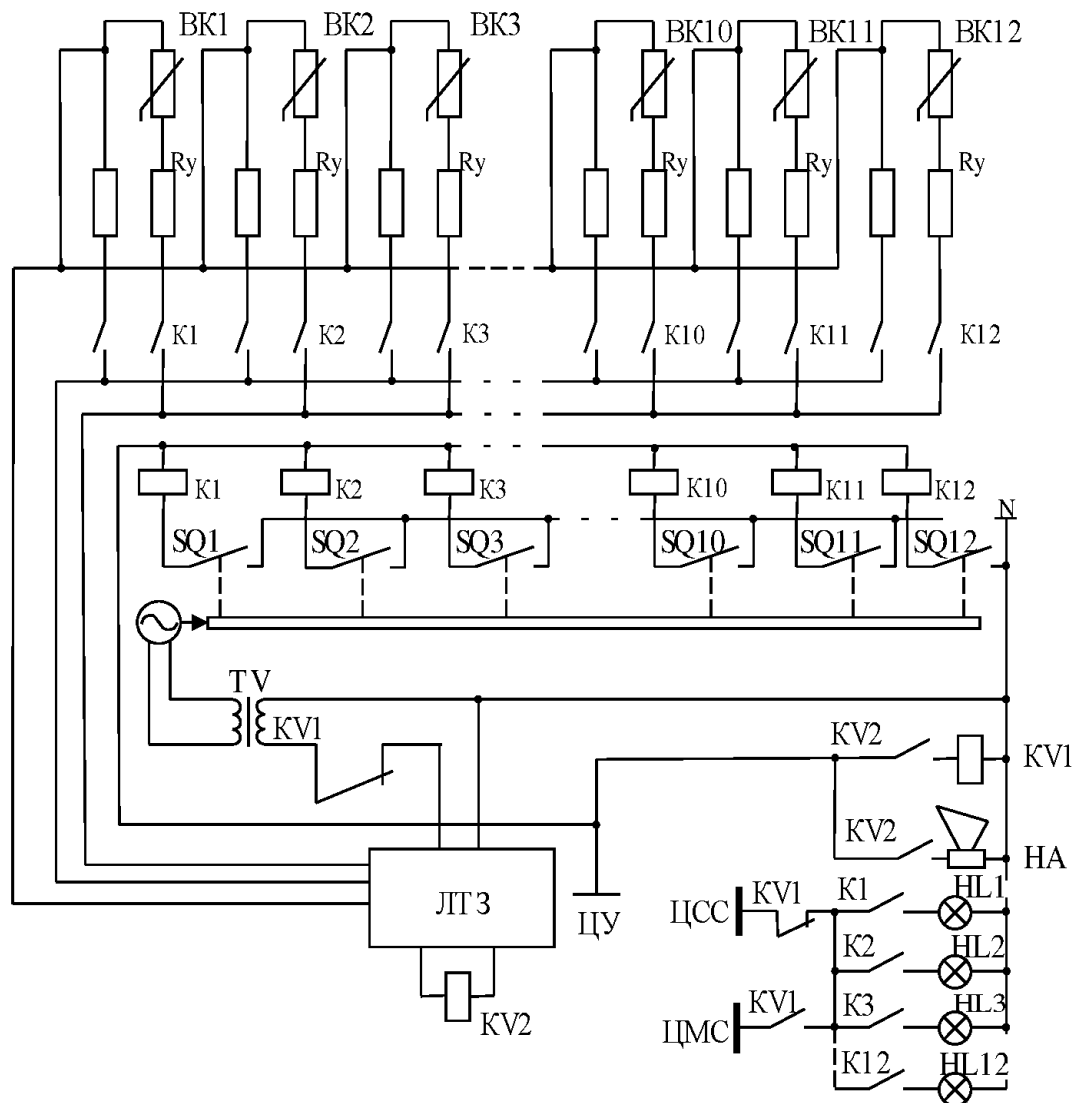


Рисунок 2.5 – Схема регулювання вологості зерна

Для реалізації вказаних умов на рис. 2.5 представлено схему

підсистеми автоматичного керування рівнем вологості зерна. Вологомір АВП служить поточним вимірювальним елементом регулятора, він складається із наступних елементів: вимірювального ІБ блоків, перетворювального ПБ, датчика ДВ. На вхід регулюючого приладу РП подається вихідний сигнал вологоміра. На задавачі $R_{зад}$ встановлюється необхідне значення вологості зерна. У випадку виникнення відхилення вологості зерна від заданого значення спрацює реле К1 чи К2, які підімкнені на виході регулюючого приладу. Для регулювання продуктивності сушарки в процесі експлуатації регулюють шляхом зміни відкриття заслінки притоку зерна за допомогою регульованого електроприводу вивантажувальних норій. Він складається із резисторного задатчика РПП-21, блоку живлення БП та електродвигуна.

Коли спрацює реле К1 чи К2 ввімкнеться реверсивний мікродвигун, він через редуктор переміщує ковзний контакт задавача РПП-21, що призведе до регулювання положення заслінок. При досягненні крайніх положень мікродвигун вимкнеться кінцевим вимикачем SQ1 чи SQ2. Перемикачем SA1 вибирають режим керування випускним апаратом: автоматичний чи дистанційний. У дистанційному керуванні використовується перемикач SA2.

2.4 Вибір технічних засобів автоматизації

2.4.1 Вибір шафи керування

Згідно типового проекту усі механізми та машини зерносушильного комплексу здійснюють керування дистанційно станцією керування ШАП-5915-43А3.

Напруга силових кіл 380 В, станції керування 220 В. Сигналізація і освітлення живляться від 220 В. Станція керування зроблена з листової сталі.

У шафі встановлено: автоматичні вимикачі, головний контактор, реле автоматики, магнітні пускачі електродвигунів сушильного відділення,

понижуючий трансформатор, прилади контролю полум'я топки та інше.

Зовні на шафі встановлено: кнопка аварійної зупинки технологічного обладнання, сигнальні лампи, ручка універсального вимикача схем технологічного процесу, кнопки керування магнітними пускачами електродвигунів, звуковий сигнал, кнопка його керування, штепсельна розетка на 12 В, для ввімкнення ручної переносної лампи.

2.4.2 Вибір силової розподільної шафи

Для подачі напруги електроприймачам у приміщенні зерносушильного-очищувального комплексу використовують розподільвальну шафу ШОА 5907-4474УЗ на номінальний струм 400 А та напругу живлення 380 В. Вона розташовується у місці, зручному для обслуговування.

2.4.3 Вибір апаратури керування і засобів захисту

У електроустановках АПК широко використовують наступні апарати керування: контактори, електромагнітні пускачі, ручні перемикачі та вимикачі. Як засоби захисту найбільшого поширення набули плавкі запобіжники, теплові реле, автоматичні вимикачі.

На зерносушильному комплексі більшість технологічних машин приводяться в дію від трифазних асинхронних електродвигунів потужністю 6 кВт із значенням номінального струму 15 А. Магнітні пускачі вибирають за наступними умовами

$$I_{ном} = 25 A > I_{роб} = 15 A, \quad (2.1)$$

$$U_{кат} = U_{ном} = 220 B. \quad (2.2)$$

Пускачі ПМЕ-212 можуть комплектуватися тепловими реле ТРН-25 у яких номінальний струм нагрівного елемента становить 16 А.

Використовують автоматичні вимикачі серії АЕ20. Для двигунів вентиляторів шахти АЕ2045 з $I_H = 63$ А. Загальний вимикач QFI типу АЕ2060-20 з $I_H = 160$ А. Інші – АЕ2020 з $I_H = 6,3$ А; 8 А; 12,5 А.

Електроприймачі номінальної потужності до 3 кВт обладнують

магнітними пускачами ПМЕ-112 із використанням теплового реле ТРН-10.

Плавкі запобіжники ПНП-60 використовують для захисту від коротких замикань у збірці з номінальним струмом плавкої вставки 5 А.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ АГЕНТА СИСТЕМИ АКТИВНОГО ВЕНТИЛЮВАННЯ ЗЕРНОСУШАРКИ ДСП-50

3.1 Дослідження об'єкту автоматизації по каналу температури та визначення передавальної функції об'єкту регулювання

Вологість w та температура Q зерна на виході є вихідними параметрами в шахтних зерносушарках якими керують. Швидкість руху V зерна через у шахті та температура $Q_{\text{то}}$ теплоносія є входними параметрами які керують. Початкова вологість w_0 та температура Q_0 зерна на вході в сушарку є збурювальною дією.

На рис 3.1 показано математичну модель шахтної зерносушарки у вигляді структурної схеми.

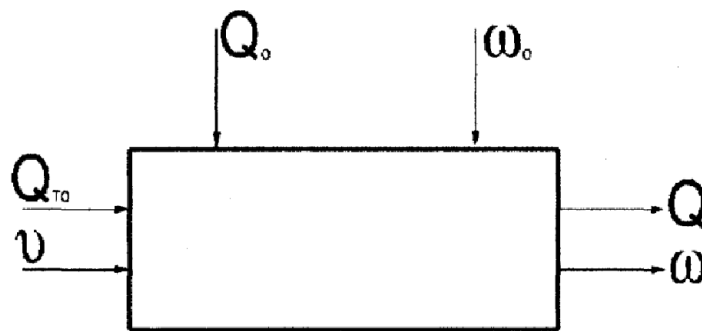


Рисунок 3.1 – Структурна модель об'єкту керування

Визначимо передавальну функцію об'єкту автоматизації для подальшого дослідження.

Зерносушарка представляє є одноємнісним об'єктом з самовирівнюванням.

Передавальна функція для такого об'єкту може бути представлена, як:

$$W_{об} = \frac{K_{об}}{T_{об} + 1} \cdot e^{-t \cdot p}, \quad (3.1)$$

де t – час чистого запізнювання;

$T_{об}$ – постійна часу об'єкту;

$K_{об}$ – передаточний коефіцієнт.

Для оцінки у правильності попереднього вибору передавальної функції, проведемо певний розрахунок, а саме, тепловий баланс сушарки.

Від загального тепла, що поступило в сушильну камеру, 1,2% тепла надходить в сушку із свіжим зерном, 5,5% корисне тепло, яке прийшло у сушарку із атмосферним повітрям через завантажувальний транспорт, 28,7% виходить із відробленим сушильним агентом, 2,9% тепла витрачається в навколишнє середовище камери згоряння, 1,4% — втрати через неповне згоряння палива, 1% витрачається із висушеним зерном на виході із сушарки. Враховуючи усе на випаровування надходить близько 65% корисного тепла.

Рівняння теплового балансу сушарки ДСП-50 має вигляд:

$$Q_{пр} = Q_p, \quad (3.2)$$

де Q_p – кількість тепла, яке виходить із сушарки (використане в процесі сушіння), кДж/год;

$Q_{пр}$ – кількість тепла, яке приходить в сушарку, кДж/год.

Прихід теплоти у сушильну камеру можна визначити за формулою:

$$Q_{пр} = Q_m + Q_o + Q_1 \quad (3.3)$$

де Q_1 — теплота, що є з вогким зерном;

Q_o — теплота, яка надходить з атмосферним повітрям;

Q_m — теплота, що надходить у сушильну камеру від згоряння пального.

Відповідно

$$Q_m = G_m - Q_n^p. \quad (3.4)$$

де $Q_n^p = 42,33 \cdot 10^3$ кДж/кг – нижнє значення теплоти згоряння палива.

G_m – значення годинної витрати палива (при роботі на дизельному пальному $G_m = 50$ кг/год);

Отже:

$$Q_m = 50 \cdot 42,33 \cdot 10^3 = 2116500 \text{ кДж} / \text{год}.$$

Тепло, яке поступає із атмосферним повітрям, визначають:

$$Q_o = C_p \cdot L \cdot t_o, \quad (3.5)$$

де t_o — значення температури зовнішнього повітря.

L — значення маси сухої речовини (кг/год);

C_p — значення теплоємності повітря $C_p = 1.02$ кДж/кг $^{\circ}\text{C}$;

Величину маси сухої речовини визначаємо:

$$L = W \cdot \frac{1000}{d_2 - d_1}, \quad (3.6)$$

де W — значення кількості вологи, яка випаровується:

$$W = C \cdot \frac{w_1 - w_2}{100 - w_2}, \quad (3.7)$$

де $G = 16000$ кг/год – значення витрати вологого зерна (продуктивності);

w_1, w_2 – значення початкової та кінцевої вологості зерна, %.

Прийємо значення $w_1 = 20$ %, а значення $w_2 = 14$ %:

$$W = 1600 \cdot \frac{1000}{100 - 14} = 1116 \text{ кг} / \text{год},$$

Нехай значення $\alpha_2 = 41,29$ %, $\alpha_1 = 653,76$ % – вологовмісту агенту сушіння відповідно на виході та вході сушарки.

Отже:

$$L = 1116 \cdot \frac{1000}{653,76 - 41,29} = 1877,3 \text{ кг} / \text{год}.$$

$$Q_o = 1,02 \cdot 1877,3 \cdot 20 = 38296,9 \text{ кДж} / \text{год}.$$

Величина кількості теплоти, що поступить у сушку із вологим зерном, визначаємо:

$$Q_1 = C_1 \cdot G_1 \cdot T_1. \quad (3.8)$$

де $G_1 = 16000$ кг/год – значення витрати зерна (продуктивності);

$T_1 = 18$ °С – значення температури вологого зерна;

$C_1 = 1,09$ кДж/кг·°С – значення теплоємності зерна, що надходить в сушарку.

Отже:

$$Q_1 = 1,09 \cdot 16000 \cdot 18 = 313920 \text{ кДж / год}.$$

Значення загального припливу тепла в сушильну камеру:

$$Q_{np} = Q_m + Q_o + Q_1, \quad (3.9)$$

$$Q_{np} = 2116500 + 38296 + 313920 = 2468716,9 \text{ кДж / год}.$$

Визначимо значення витрати палива у сушильній камері:

$$Q_{випр} = \Sigma Q_{втр} = Q_z + Q_{ac} + Q_{огр} + Q_{от}. \quad (3.10)$$

де Q_z – значення втрати тепла із висушеним зерном:

$$Q_z = C_z \cdot G_z \cdot T_z, \quad (3.11)$$

де G_z – значення маси висушеного зерна, кг/год

$C_z = 2,5$ кДж/кг·°С;

$$G_z = G_1 \frac{100 - w_1}{100 - w_2}, \quad (3.12)$$

$$G_z = 16000 \frac{100 - 20}{100 - 14} = 14883,7 \text{ кг / год},$$

де $T_z = 45$ °С – значення температури висушеного зерна.

Значення втрати тепла із відпрацьованим агентом сушіння:

$$Q_{ac} = [t_2 + 0,00023(T_1 + T_2) \cdot (d_2 - d_1)], \quad (3.13)$$

$$Q_{ac} = [1877,3 + 0,00023(18 + 45) \cdot (633,76 - 4,29)] = 128863,2 \text{ кДж / год}.$$

Значення втрати тепла через огорожу визначаємо:

$$Q_{огор} = g \cdot F, \quad (3.14)$$

де F – величина площа огорожі, м²;

g – значення питомих втрати тепла із 1 м².

$$Q_{огор} = 1116 \cdot 20 = 22320 \text{ кДж / год}.$$

Значення втрат тепла через неповне згоряння пального становить 3 % від кількості Q_M :

$$Q_{om} = 0,03 \cdot Q_M, \quad (3.15)$$

$$Q_{om} = 0,03 \cdot 2117 \cdot 10^3 = 635100 \text{ кДж / год}.$$

Значення загальної втрати тепла у зерносушарці:

$$Q_{випр} = 1677416,3 + 128863,2 + 22320 + 635100 = 2468639,9 \text{ кДж / год}.$$

Далі розглянемо витрату та приплив тепла у прирості:

$$\begin{cases} \frac{dQ_{випр}}{dt} = 0 \\ \frac{dQ_{випр}}{dt} = 538024 \end{cases} \quad (3.16)$$

Значення коефіцієнта вирівнювання:

$$\delta = \frac{\gamma_0}{Q_{np}(0)} \cdot \left(\frac{dQ_p}{d\gamma} - \frac{dQ_{np}}{d\gamma} \right). \quad (3.17)$$

Підставимо значення:

$$\delta = \frac{10 \cdot 538024}{2468 \cdot 10^5} = 2,18.$$

Як видно, що $\delta > 0$, а тому наш об'єкт автоматизації має позитивне самовирівнювання.

Значення коефіцієнта передачі об'єкту:

$$K = \frac{1}{\delta}; \quad (3.18)$$

$$K = \frac{1}{2,18} = 0,45.$$

Значення часу розгону об'єкта:

$$T_0 = \frac{C \cdot L \cdot \gamma_0}{Q_{np0}}, \quad (3.19)$$

$$T_0 = \frac{1,03 \cdot 1877 \cdot 10}{24,68 \cdot 10^5} = 28,8 \text{ с}.$$

Значення постійної часу об'єкту:

$$T = \frac{T_0}{\delta}, \quad (3.20)$$

$$T = \frac{28,8}{2,18} = 13,2.$$

Значення часу чистого запізнювання визначимо, як відношення значення довжини сушки ($l = 9,6$ м) до величини швидкості руху теплоносія ($V = 2,18$ м/с):

$$\tau = \frac{l}{V}, \quad (3.21)$$

$$\tau = \frac{9,6}{2,18} = 4,5 \text{ с.}$$

А тому передавальна функція об'єкту автоматизації набуде вигляду:

$$W_{об}(p) = \frac{0,45}{13p+1} \cdot e^{-4,5p}.$$

3.2 Вибір алгоритму управління та обґрунтування технічних засобів

За значенням величини відношення часу чистого запізнювання до значення величини постійної часу об'єкта обираємо характер дії регулятора.

$$\frac{\tau_{об}}{T_{об}} \quad (3.22)$$

Якщо $\tau/T < 0.2$, то у такому випадку доцільно використати позиційне регулювання, а при значенні $\tau/T > 1$ потрібне особливо чутливе регулювання, наприклад, імпульсне. У діапазоні між зазначеними величинами (від 0.2 до 1) використовують плавне регулювання:

$$\frac{\tau_{об}}{T_{об}} = \frac{4,5}{13,2} = 0,35. \quad (3.23)$$

А тому обираємо характер дії регулятора — неперервної чи плавної дії.

Щоб здійснити вибір закону регулювання нам необхідно мати початкові умови:

- значення допустимої статистичної похибки $\Delta x_{\text{СТ}}$ (приймаємо $\Delta x_{\text{СТ}}=1\dots 1.5^{\circ}\text{C}$);
- значення допустимого динамічного відхилення Δx величини, регулювання здійснюється агентом сушіння ($\Delta x=3^{\circ}\text{C}$);
- значення максимально можливої дії збурення, що можна компенсувати переміщенням регулюючого органу на 4% (максимально можлива постійна температура зерна 20°C).

Для реалізації типових оптимальних процесів використовують типові регулятори, як правило:

- процес із значенням мінімальної квадратичної площі відхилення:

$$\min \int_0^{\infty} \Delta x^2(t) dt. \quad (3.24)$$

- процес із 20% перерегулюванням;
- аперіодичний, із мінімальним часом регулювання.

Оскільки для даного технологічного процесу допускається короткочасне дія відхилення від номінального значення, що регулюється (3°C). У аграрному виробництві використовують зазвичай регулятори із 20% перерегулюванням, тому закон регулювання оберемо із номограми по критерію 20% перерегулювання.

Визначаємо K_d із динамічного коефіцієнту та відомого $\frac{\tau_{ob}}{T_{ob}}$, що вимагається, та обираємо закон регулювання:

$$K_d = \frac{\Delta x}{K_{об} \cdot U_b} \quad (3.25)$$

$$K_d = \frac{3}{0,54 \cdot 10} = 0,66.$$

Значення динамічного коефіцієнта K_d характеризує степінь дії регулятора на величину зниження динамічного відхилення від значення величини Δx порівнюючи із можливим значенням відхилення у розімкненій системі (дорівнює добутку $K_{об} \cdot U_b$). Приймаємо закон регулювання, якщо

величина значення K_d , яке отримане по номограмі, не перевищує розраховане.

Попередньо здійснимо вибір пропорційного закону керування. Після цього для обраного закону регулювання перевіримо час регулювання t_p , а також значення статичної похибки Δx .

$$t_p = \psi_n \cdot \tau_{об}, \quad (3.26)$$

де $\psi_n = 3,3$ – значення відносного часу регулювання.

Величина даного значення задовольняє наші вимоги. Визначимо статистичну похибку.

$$\bar{\Delta x}_{cm} = \frac{\Delta x_{cm}}{K_{об} \cdot U_{б}} = 0,33. \quad (3.27)$$

Отже:

$$\Delta x_{cm} = 0,33 \cdot K_{об} \cdot U_{б} \quad (3.28)$$

$$\Delta x_{cm} = 0,33 \cdot 0,45 \cdot 10 = 1,54 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Розраховане значення статистичної похибки більше за допустиме ($\Delta x_{доп} = 1 \dots 1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$), тому обираємо ПІ закон регулювання.

Знаходимо $\psi_{ПИ} = 12,0$ за таблицею 3.3.

Тому:

$$t_{pПИ} = 12,0 \cdot 4,5 = 54 \text{ с}.$$

Оскільки статистична похибка ПІ-закону регулювання рівна нулю, ПІ-закон забезпечує необхідний значення часу регулювання, тому вважаємо його прийнятним для нашого об'єкту.

ПІ-закон керування здійснює регулювання по відхиленню від заданого значення параметрів чи збурень об'єкта управління та інтералу від нього:

$$y = K_p \cdot (\mu + (1/T_u) \cdot \int \mu dt). \quad (3.29)$$

Значення швидкості переміщення регулюючого органу:

$$\frac{dy}{dt} = K_p \left[\frac{d\mu}{dt} + \left(\frac{1}{T_i} \right) \cdot \mu \right]. \quad (3.30)$$

Значення коефіцієнта T_i у цьому законі визначається як величина часу подвоєння пропорційної складової переміщення через канал інтегрування регулюючого органу і називається часом ізодрому. Під змішаним маємо на увазі: μ – величина значення вхідної величини, y – величина значення вихідного параметру.

Передавальна функція ПІ — регулятора:

$$W_{pi}(p) = K_p + K_p / T_i p. \quad (3.31)$$

Параметри налаштування регулятора знаходимо:

K_p — величина передавального коефіцієнта:

$$K_p = \frac{0,7}{K_{об} \cdot \tau_{об} / T_{об}}. \quad (3.32)$$

$$K_p = \frac{0,7}{0,45 \cdot 0,35} = 4,5.$$

T_i – значення часу ізодрому:

$$T_i = 0,7 \cdot T_{об}, \quad (3.33)$$

$$T_i = 0,7 \cdot 13,2 = 9,1 \text{ с.}$$

Здійсимо підстановку значень знайдених параметрів у вираз передавальної функції:

$$W_{pi} = 4,5 \left(1 + \frac{1}{9,1 \cdot p} \right).$$

Автоматичний регулятор – це сукупність певного обладнання, приєднаного до керованого об'єкту для здійснення регулювання його вхідних величин. На виході об'єкта необхідно приєднати вимірювальний елемент, для контролю вихідної величини, а до регулюючого органу об'єкту —

виконавчий елемент. У випадку виникнення відхилення регулюючого параметру об'єкта від задаючого значення регулятора, формує керуючу дію на регулюючий орган згідно закону керування, для зведення до мінімуму відхилення вихідної величини.

ІІІ-закон регулювання у промислових регуляторах досягається за допомогою введенням гнучкого зворотного зв'язку, який охоплює виконавчий механізм та підсилювач регулятора.

У коло зворотного зв'язку вмикається реальна диференційна ланка із передавальною функцією:

$$W_{jc} = \frac{K_{oc}}{T_{oc}p + 1}. \quad (3.34)$$

Виконавчий механізм здійснює безпосередню дію на регулюючий орган об'єкта. Виконавчий механізм по своїм динамічним якостям це інтегруюча ланка і його передавальна функція:

$$W_{im}(\gamma) = \frac{1}{T_{vm}p}. \quad (3.35)$$

де $T_{vm} = 63$ с — значення часу повного переміщення вихідного органу виконавчого механізму при максимальному вихідному сигналі.

3.3 Проведення вибору технічних засобів, що входять в систему керування

Вимірювання температури в системі керування здійснимо мідним термоперетворювачем опору типу ТСМ. Із каталогу вибрали термоперетворювач опору мідний ТСМ 50-71, значення меж вимірювання температури становить від 0 до 150°C, теплова інертність 10-40 с, монтажна довжина 160... 500 мм.

Як виконавчий механізм системи автоматичного керування температурою ДСП-50 оберемо МЕО - 4/25 - 0.25 електродвигунний

виконавчий механізм:

де 0.25 — повний хід, що дорівнює 0.25 обертів;

25 — час повного ходу 25 с;

4 — обертовий момент 40 н·м;

О — однообертовий;

Е — електричний;

М — механізм виконавчий.

За допомогою даного механізму забезпечується швидке регулювання температури агенту сушки, шляхом зміни об'єму подачі пального регулюючим органом — паливним краном. При цьому міняється значення K_p регулятора:

$$K_p = \frac{K_p \cdot 63}{25}, \quad (3.36)$$

$$K_p = \frac{4,5 \cdot 63}{25} = 11,34.$$

Як керуючий елемент оберемо керуючий прилад модифікації Р25.3, його використовують у системах автоматичного керування тепловими процесами.

Прилад Р25 реалізовує ІІІ-закон керування при під'єднанні виконавчого механізму типу МЕО разом із пусковими приладами. У нього наступні показники і значення налагоджування:

— вихідний сигнал $U_{вх}=0... 50\text{мВ}$, $I_{вх}=0... 20\text{ мА}$;

— діапазон вимірювання тривалих вихідних імпульсів 0.1...1 с;

— діапазон постійної часу демпфірування сигналу вимірювального субблоку 0...10с.

— постійна часу ізодрому $T_i=5...500\text{с}$;

— коефіцієнт пропорційності (при $T_{вм}=61\text{с}$) $K_p=0.5...20$;

Регулятор Р25.3 забезпечує необхідний закон регулювання, оскільки показники параметрів налагодження регулятора $K_p=4.5$ в $T_i=9.1\text{с}$ знаходяться у паспортному діапазоні.

Схема підсистеми із ПІ-регулятором зображена на рисунку 3.2. Схема складається із наступних елементів: сприймаючий елемент - термоперетворювач опору ТП, регулюючий прилад РП, задавач $R_{зад}$, проміжні реле К1 та К2, виконавчий механізм ВМ. Із вимірювального блоку сигнал подається на вхід електронного блоку, він складається із двох каскадного підсилювача із зворотнім зв'язком. На вихід регулюючого пристрою підключено двоє проміжних реле К1 і К2. За їх допомогою вмикаються коло керування виконавчого механізму, який приходить у рух регулюючий орган пальника. Перемикач SA1 вибирають режим керування автоматичний або дистанційний. Дистанційне керування передбачає ручне керування виконавчим механізмом за допомогою ключа SA2.

Схема керування працює наступним чином. В усталеному режимі значення регульованої величини напруги на виході рівна нулю, контакти проміжних реле відкриті, електродвигун виконавчого механізму нерухомий. У випадку виникнення відхилення температури теплоносія від заданого значення, замкнуться контакти одного із проміжних реле, це призведе до подачі живлення на електродвигун виконавчого механізму, що призведе до зміни положення регулюючого органу пальника сушарки, при цьому зміниться подача палива в блок горіння. Під час ввімкнення електродвигуна подається сигнал зворотного зв'язку. При цьому заряджаються конденсатори в колі зворотного зв'язку. Коли зворотний зв'язок урівноважить сигнал сприймаючого елементу, розімкнуться контакти реле та двигун виконавчого пристрою зупиниться. Відповідно починають розряджатися конденсатори зворотного зв'язку, рівновага знову порушиться та електродвигун короткочасно ввімкнеться. Періодичне вмикання та вимикання двигуна буде здійснюватися доти, поки значення регулюючого параметру не стане рівним заданому.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Розробка заходів, щодо усунення небезпечних та шкідливих факторів

4.1.1 Перелік технічних та організаційних заходів для усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Зерносушарка являє собою комплекс машин, які розташовані в приміщенні. До експлуатації машин допускаються робітники, які мають спеціальну освіту і підготовку після складання заліку із знань та проведення інструктажів ввідного і на робочому місці, тільки після обов'язкового стажування дублером механіка зерносушильного або зерноочисного відділення не менше трьох робочих змін і отримання відгуку про можливість надання права на самостійне несення вахти.

На зернопункті обладнано куточок по охороні праці і є аптечка першої медичної допомоги.

Для покращення умов охорони праці та ліквідації небезпечних виробничих факторів передбачено наступні заходи:

- для всіх рухомих деталей механізмів встановити огорожі;
- для пуску в дію машин і механізмів закріпити відповідальних із числа обслуговуючого персоналу;
- усунення пошкоджень і профілактичні роботи виконувати, неухильно дотримуючись ПТЕ і ПТБ;
- очистку машин від зернового матеріалу, змащування і регулювання виконувати тільки при зупиненому і знеструмленому обладнанні з неодмінним блокуванням від непередбаченого пуску;
- навкруги камер сушарки встановити захисні огороження із металевої сітки з вічками не більше 25x25 мм на відстані не ближче 0,5 м від

нагрітих до високих температур конструкцій;

- для зменшення небезпеки травмування електричним струмом обслуговуючого персоналу електрообладнання і корпуси технологічних механізмів необхідно занулити;

- провести розміщення достатньої кількості плакатів, табличок та іншого наочного матеріалу по БП;

- перед пуском технологічного обладнання подавати попереджувальний звуковий та світловий сигнал;

- проводити регулярні профілактичні огляди і перевірки з метою забезпечення повної справності електропроводки, ізоляції та пускової апаратури;

- корпуси електродвигунів, світильників та труби, в яких прокладена проводка, ретельно заземлюють в відповідності ПУЕ, ПТЕ та ПТБ;

- регулярно, згідно з встановленими термінами видавати робітникам спецодяг та засоби індивідуального захисту;

- встановити в приміщеннях аспіраційну та вентиляційну системи;

- не допускати в приміщення сторонніх осіб;

- не допускати в приміщення агента сушки, який має в собі окис вуглецю;

- електрообладнання повинен обслуговувати електрик не нижче 4 розряду з категорією допуску не нижче 3;

- процес горіння рідкого палива автоматизується - автоматика робить неможливим доступ палива в форсунку, якщо не працює паливний насос і вентилятор сушильної камери та при затуханні полум'я в топці;

- на аварійний випадок в топці передбачено противибуховий клапан.

4.1.2 Розрахунок блискавкозахисту зерносушарки

В відповідності до інструкції по влаштуванню блискавкозахисту будівель і споруд "РД 34.21.122 - 87" будівля зерносушильного комплексу КЗС - 20 Ш відноситься до III категорії, тип зони захисту Б.

Розрахунок блискавкозахисту проводимо, використовуючи габаритні розміри зерносушильного комплексу. Блискавкозахист здійснюватимемо за допомогою двох стержньових блискавковідводів, розташованих на відстані 13м.

Визначимо потрібну висоту блискавковідводів за формулою:

$$h = h_0 / 0,92, \quad (4.1)$$

$$h = 16 / 0,92 = 17,5 \text{ м.}$$

де $h_0 = 16$ м – найбільша габаритна висота комплексу.

При цьому радіус зони захисту на рівні землі становитиме:

$$r_0 = 1,5 \cdot h, \quad (4.2)$$

$$r_0 = 1,5 \cdot 17,5 = 26,3 \text{ м.}$$

Радіус зони захисту на висоті 4 м становитиме:

$$r_4 = r_0 (1 - h_4 / h_0), \quad (4.3)$$

$$r_4 = 26,3 (1 - 4 / 16) = 19,7 \text{ м.}$$

Радіус зони захисту на висоті 10 м становитиме:

$$r_{10} = r_0 (1 - h_{10} / h_0) \quad (4.4)$$

$$r_{10} = 26,3 (1 - 10 / 16) = 9,9 \text{ м.}$$

Як бачимо у всіх випадках радіус захисту більший половини ширини покрівлі току, тобто зерносушильний комплекс повністю знаходиться в зоні захисту від блискавки.

Щогли блискавковідводів необхідно виконати із круглих сталених стержнів діаметром 16 мм довжиною 1,6 та 5,5 м, спуски виконати з круглої сталі діаметром 8 мм та за допомогою зварювання під'єднати їх до щогл та заземлювача. Спуски захистити кутовим прокатом на висоту до двох метрів над рівнем поверхні землі. Заземлювачі розташувати на відстані 0,8 м від фундаменту. Металоконструкцію КЗС-20 III також під'єднати до заземлювача.

4.1.3 Пожежна безпека на об'єкті

Відповідно до СНП II - 89 - 83 та СНП II - 2 - 80 "Протипожежні норми проектування будівель і споруд" на зерносушильному комплексі КЗС - 20 Ш, в якому основним об'єктом є сушарка ДСП-50А, повинні бути чітко визначені протипожежні і противибухові заходи.

З точки зору пожежної та вибухонебезпеки приміщення зерносушильного комплексу відносяться до В-Па класу. Електрообладнання, яке застосовується на комплексі, повинно бути пилозахищеного виконання. Всі електричні проводки повинні бути прокладені в сталевих герметизованих трубах, які слід заземлити.

Всі електричні кола повинні мати захист від перевантажень, тобто розрахункове тривалодопустиме навантаження для провідників приймається більшим на 25%. Все електричне обладнання комплексу, окрім заземлення, повинно бути зануленим.

Між спорудами комплексу і іншими виробничими будівлями зернотоку повинні бути створені протипожежні розриви з мінімальною довжиною 6 м. Під'їзди до споруди КЗС-20Ш завжди повинні бути вільні, шириною не менше 3.5 м.

На комплексі повинно бути обладнано не менше двох виходів для можливості евакуації персоналу. Всі двері повинні відкриватись в бік виходу.

Стінка труби теплогенератора в місці виходу через перекриття повинна бути потовщена. Теплогенератор повинен розміщуватись в піддоні з листової сталі.

Під час роботи комплексу утворюється пил, який періодично потрібно прибирати. Керування горінням в топці, а також сушка зерна повинні автоматизуватись з передбаченням сигналізації перевищення температури. В приміщенні комплексу суворо забороняється курити.

В комплексі КЗС-20Ш повинна бути встановлена загальна звукова і світлова сигналізація, а також окремо незалежно діюча пожежна

сигналізація. Комплекс забезпечується телефонним зв'язком. На випадок пожежі в південному відділенні комплексу обладнується протипожежне водопостачання із розрахунку витрат води не менше 12.5 л/с, крім цього щити комплектуються протипожежним інвентарем. Їх розміщують в легкодоступних місцях. Необхідна кількість засобів пожежегасіння на комплексі КЗС-20Ш приведена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Засоби пожежегасіння на комплексі КЗС-20Ш

Назва	Тип	Місце установки	Кількість
Вогнегасник пінний	ОХП-10	В середині будівлі	3
Вогнегасник вуглекислотний	ОУ-5	В середині будівлі	3
Відро		- // -	6
Лом		- // -	6
Сокира		- // -	6
Ящик з піском		- // -	6

4.2 Охорона довкілля

Найбільше природне багатство України — чорноземи. Вони складають майже 50 відсотків світового банку чорноземів. Розорані землі в Україні становлять близько 85 % від площі степів і лісостепів. Посівні площі займають 33,5 млн.га. Вже зіпсовано 60 відсотків чорноземів, щорічно втрачається 100 тисяч гектарів родючих ґрунтів.

Великої шкоди ґрунтам України завдала необґрунтована меліорація. Майже 50 тис га орних земель підтоплені 3,7 млн га землі знаходиться в зоні дії аварії на Чорнобильській АЕС, але тільки 58000 га стоїть знак "Радіація".

Якщо узагальнити всі зміни, то 22 відсотки території України можна характеризувати як сильно і дуже сильно уражені і непридатні до повного використання. Стан ґрунтів в цілому досяг критичного і знаходиться на грані виснаження.

Найбільших збитків ґрунтам завдають водна і вітрова ерозії, безповоротні втрати гумусу і поживних речовин, засолення і закиснення ґрунтів, висушення і перезволоження, в тому числі і заболочування, забруднення промисловими відходами і викидами, забруднення отрутохімікатами.

Заходи щодо підвищення продуктивності земель та їх охорони дуже різноманітні і повинні здійснюватись комплексно, як єдина система, взаємно доповнюючи один одного і посилюючи дію всіх інших. Тому, перш за все, потрібно, щоб кожний клаптик землі, кожне поле мало дбайливого господаря, освідченого, розсудливого, щоб від стану поля залежала не тільки його доля, а й доля його дітей та онуків.

Для того, щоб зберегти фізичні властивості ґрунтів — структуру, пористість, оптимальний водно-повітряний режим — потрібно різко скоротити повторність обробітку ґрунтів, перейти на прогресивні та ефективні його форми, легкі машини і механізми.

Раціональне землекористування в сільському господарстві потребує перегляду основного обробітку ґрунту. Нову безплужну систему обробітку ґрунту було розроблено українським агрономом І.Е.Овсинським ще в кінці XIX ст. Суть системи полягає у глибокому розпушуванні ґрунту спеціальними плоскорізами без перегортання пласта. Стерня і поживні рештки залишаються на поверхні. На такий спосіб обробітку витрачається менше пального, в 3-4 рази зменшується інтенсивність площинної ерозії на схилах, поліпшується капілярність ґрунту, збільшується вміст гумусу і не пересихає орний шар. Але побоювання новацій — гальмує перехід на прогресивний шлях. В нас поки що переважає випуск важкої механізації — колісних тракторів і важких комбайнів, що не сприяють прогресу в землеробстві. Безплужний обробіток ґрунту є одним з елементів мінімального обробітку, який зберігає ґрунт, цінні властивості землі.

РОЗДІЛ 5

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ

Економічний ефект капіталовкладень у автоматизації зерносушарки типу ДСП-50А полягає у збільшенні продуктивності праці та обсягу випущеної продукції, покращення її якості та умов праці.

Технологічний процес сушіння зерна дуже енергоємкий та трудоємкий. Для досягнення високого значення економічного ефекту доцільно застосовувати систему автоматичного керування. Не належна підтримка показників технологічного процесу, приводила до погіршення якості кінцевого продукту, а відповідно не зменшення прибутку.

Проведене удосконалення у шахтній зерносушарці СЗШ - 16А очікуємо суттєвого підвищення якості вихідного продукту, у зв'язку із підтримкою показників технологічного процесу у оптимальній зоні.

Дані для проведення техніко-економічного обґрунтування представлено у таблиці 5.1.

Знайдемо значення різниці капіталовкладень ΔK :

$$\Delta K = K_2 - K_1, \quad (5.1)$$

$$\Delta K = 29,97 - 20,8 = 9,17 \text{ грн/ц.}$$

Значення сумарних річних витрат:

$$\Sigma U = U_{zn} + U_{IIMM} + U_{amor} + U_{in}. \quad (5.2)$$

Для існуючого варіанту:

$$\Sigma U_1 = 3700 + 160\,000 + 74\,800 + 324\,000 = 597\,800 \text{ грн.}$$

Для проектного варіанту:

$$\Sigma U_2 = 3700 + 152\,000 + 76\,800 + 324\,000 = 589\,800 \text{ грн.}$$

Значення собівартості сушіння зерна:

$$C = \Delta U / Q. \quad (5.5)$$

Для базового варіанту:

$$C_1 = 597\,800 / 20\,800 = 28,74 \text{ грн/ц.}$$

Для проектної варіанту

$$C_2 = 589\,800 / 24\,160 = 24,41 \text{ грн/ц.}$$

Таблиця 5.1 – Значення вихідних даних для проведення техніко-економічного обґрунтування системи автоматичного керування шахтною зерносушаркою ДСП-50

№ п/п	Назва показника	Позначення	Значення	
			До автоматизації (базовий варіант)	Після автоматизації (проектний варіант)
1	Значення вартості основних виробничих фондів	К, грн	299000	345400
2	Кількість робітників у зміну	n, чел	2	2
3	Значення кількості висушеного зерна	Q, ц	20800	24160
4	Значення сезонного завантаження сушарки	T, год/рік	300	300
5	Значення оплати праці операторів	U _{зп} , грн	37000	37000
6	Значення вартості витрат на ПММ та енергоносії	U _{ПММ} , грн	160000	152000
7	Показник амортизаційних витрат	U _{амор} , грн	74800	76800
8	Значення інших витрат	U _{ін} , грн	324000	324000
9	Показник ринкової ціни сушіння зерна	Ц, грн/ц	32	32

Знайдемо ΔC :

$$\Delta C = C_1 - C_2, \quad (5.8)$$

$$\Delta C = 28,74 - 24,41 = 4,33 \text{ грн/ц.}$$

Визначаємо час окупності запропонованого удосконалення процесу:

$$T_{ок} = \Delta K / \Delta C, \quad (5.9)$$

$$T_{ок} = 9,17 / 4,33 = 2,118 \text{ року.}$$

Прибуток визначаємо за формулою:

$$\Pi = Ц - С. \quad (5.10)$$

Підставивши числові значення, отримаємо:

базовий варіант:

$$\Pi_1 = 32 - 28,74 = 3,26 \text{ грн / ц.} \quad (5.11)$$

проектний варіант:

$$\Pi_1 = 32 - 24,41 = 7,59 \text{ грн / ц.} \quad (5.12)$$

Визначаємо значення рентабельності сушіння існуючої та удосконаленої системи автоматичного керування:

$$R = (\Pi / C) \cdot 100 \%. \quad (5.13)$$

Підставимо значення:

базового варіанту:

$$R_1 = (3,26 / 28,74) \cdot 100 \% = 11,343;$$

проектний варіант:

$$R_2 = (7,59 / 24,41) \cdot 100 \% = 31,094.$$

Визначаємо мінімальні витрати на удосконалення системи автоматичного керування:

$$Z_{n2} = C_2 E_n K_{\text{кошторисне}}, \quad (5.16)$$

$$Z_{n2} = 24,41 \cdot 0,15 \cdot 51600 = 188,9,$$

де $Z_{n1} = 203,5$ – значення за попередній рік.

$E_n = 0,15$ – значення коефіцієнта ефективності;

Значення річного економічного ефекту:

$$A_p = (Z_{n1} - Z_{n2}) \cdot Q_2, \quad (5.17)$$

$$A_p = (203,5 - 188,9) \cdot 24\ 160 = 352\ 736 \text{ грн.}$$

Отримані значення зведемо у порівняльну таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Значення основних економічних показників удосконалення системи автоматичного керування зерносушарки ДСП-50

Назва показника	Позначення	Значення	
		Базовий варіант	Проектний варіант
Показник затрати праці	З, люд·год/ц	0,231	0,199
Значення зростання продуктивності праці	Р	---	13,8
Значення собівартості сушіння зерна	С, грн/ц	28,74	24,41
Значення величини капіталовкладень на одиницю продукції	К, грн/ц	20,8	29,97
Значення прибутку	П, грн/ц	3,26	7,59
Значення рентабельності	Р, %	11,34	31,09
Час окупності	Т _{ок} , років	---	2,12
Значення річного економічного ефекту	А _р , грн	---	352 736

ВИСНОВКИ

1 В кваліфікаційній роботі удосконалено систему автоматичного управління процесом сушіння зерна зерносушарки СЗШ – 16.

2 Реалізовано функціональну технологічну схему автоматизації процесу сушіння зерна зерносушаркою ДСП-50.

3 Реалізовано схеми: для здійснення автоматичного контролювання значення максимальної температури нагріву зерна; для здійснення регуляції вологості зерна; здійснення автоматичного регулювання підсистеми температури теплоносія в зерносушарці. Реалізовано електричну схему керування процесом сушіння зерна у зерносушарці ДСП-50. Вибрано технічні засоби автоматизації.

4 Проаналізовано умови праці, а також проаналізовано заходи для щодо усунення небезпечних та шкідливих факторів, розглянуто питання охорони довкілля.

5 Перевага нової системи в тому, що її впровадження можна здійснити на базі промислової техніки і при певних збільшеннях капіталовкладень очікується значне покращення якості вихідної продукції і економія; енергоносіїв. При цьому досягається економічний ефект в 352 736 грн на рік, строк окупності 2,1 року.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Бобух А.О. Автоматизовані системи керування технологічними процесами : Навч. посібник. Харків: ХНАМГ. 2006. 185 с.
- 2 Абракітов В. Е., Бекетова О. М. Конспект лекцій з курсу «Автоматизація технологічних процесів». Харків : ХНУМГім.. 2016. 80с.
- 3 Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: навчальний посібник. К. : Аграрна освіта. 2010. 557 с.
- 4 Геврик Є. О. Безпека життєдіяльності. К.: Ельга-Н, КНТ. 2007. 384 с.
- 5 Гончарук В.Є., Качан С. І., Орел С. М., Пуцило В. І. Оцінка обстановки у надзвичайних ситуаціях: навч. посіб. К. : Львів. 2004. 136 с.
- 6 Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній: Підручник . Є.Л. Жулай та ін. К. : Вища освіта. 2001. 288 с.
- 7 Економіка підприємства: підручник : за заг. ред. д-ра екон. наук, проф. Л. Г. Мельника. Суми : ВТД «Університетська книга». 2012. 864 с.
- 8 Злобін Ю. А. Основи екології. Київ: Лібра. 1998, 246 с.
- 9 Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. 984 с.
- 10 Основи охорони праці. Купник М.П. і ін. Київ : Основа. 2000. 416с.
- 11 Соснин К. В. Автоматизована система управління сушіння зерна за критерієм енергоефективності : дис. канд. техн. наук : 05.13.07. Соснин Константин Владимирович. Дніпропетровськ, 2015. 143 с.
- 12 Теорія автоматичного керування: Підручник. С. Е. Душин, Н. С. Зотов, Д. Х. Имаев та ін. Під ред. В. Б. Яковлева. М.: Вища школа. 2005. 567 с.