

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня освіти

на тему:

**«РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ЗЕРНОСУШАРКИ У ТЗОВ «РАДИВИЛІВСЬКИЙ ЕЛЕВАТОР»**

Виконав: студент IV курсу

групи Ен – 42сп спеціальності

141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Індик М. І.

Керівник: Какула О.І.

Рецензент: Сиротюк С. В.

ДУБЛЯНИ 2025

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 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис)

к.т.н., доцент Левонюк В. Р.

(вч. звання, прізвище, ініціали)

“ ” 2025 року

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

Індику Миколі Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема «Розроблення системи електрозабезпечення зерносушарки у ТзОВ
«Радивилівський елеватор»

керівник роботи старший викладач Какула О. І.

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

затверджені наказом Львівського НУП 123/к-с 25.02.2025 року.

2. Строк подання студентом роботи 13.06.2025 р.

3. Вихідні дані

технічна документація, науково-технічна і довідкова література

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

Вступ

1 Загальна характеристика підприємства

2 Розрахунок та вибір технологічного обладнання та електротехнічної частини

3 Вибір апаратури захисту та керування електродвигунами і силової проводки

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	
4	Городецький І. М., к.т.н., доцент			

7. Дата видачі завдання 25.02.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Виконання аналізу вихідних даних та характеристики об'єкта і технологічного процесу</i>	25.02.2025-7.03.2025	
2	<i>Розрахунок та вибір технологічного обладнання та електротехнічної частини</i>	10.03.2025 – 18.04.2025	
3	<i>Розрахунок та вибір апаратури захисту та керування електродвигунами і силової проводки</i>	21.04.2025 – 2.05.2025	
4	<i>Виконання питань охорони праці та охорони довкілля</i>	5.05.2025 – 16.05.2025	
5	<i>Розрахунок ефективності прийнятих рішень</i>	19.05.2025 – 30.05.2025	
6	<i>Завершення роботи в цілому</i>	3.06.2025 – 13.06.2025	

Студент _____ Індик М. І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Какула О. І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

УДК 631. 35.17

Індик М. І. «Розроблення системи електрозабезпечення зерносушарки у ТзОВ «Радивилівський елеватор». Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський НУВМБТ імені С. З. Гжицького., 2025 р. 56 с. текстової частини, 9 таблиць, 10 рисунків, 19 джерел.

Мета роботи: розробити систему електрозабезпечення зерносушарки із вибором апаратури захисту та керування електродвигунами і силової проводки

Завдання роботи: дати загальну характеристику підприємства та технологічного процесу сушіння зерна, обґрунтувати вибір технологічного обладнання зерносушарки, провести розрахунок і вибрати електроприводи, розрахувати та вибрати апаратуру захисту та керування електродвигунами і силової проводки та економічний розрахунок.

У кваліфікаційній роботі подано загальну характеристику підприємства та технологічного процесу сушіння зерна, обґрунтовано вибір технологічного обладнання зерносушарки, проведено розрахунок і вибрано електроприводи, розраховано та запропоновано апаратуру захисту та керування електродвигунами і силової проводки, розглянуто питання охорони довкілля та праці, проведено економічний розрахунок.

Ключові слова: електрозабезпечення, підприємство, зерносушарка, електродвигун, електропривод, силова проводка, апаратура захисту, керування електродвигунами.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ЗЕРНА	7
1.1 Характеристика підприємства.....	7
1.2 Принципи сушіння зерна	9
1.3 Типи зерносушарок і технологія сушіння	10
1.4 Пристрій і робота зерносушарки М-819	12
1.5 Загальна схема електропостачання	19
2 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ ЧАСТИНИ ЗЕРНОСУШАРКИ	22
2.1 Обґрунтування вибору технологічного обладнання.....	22
2.2 Розрахунок і вибір електроприводів	23
2.3 Розрахунок часу розгону робочої машини, двигуна зерносушарки	32
3 ВИБІР АПАРАТУРИ ЗАХИСТУ ТА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНАМИ І СИЛОВОЇ ПРОВІДКИ.....	34
3.1 Аналіз роботи схем захисту електродвигуна	34
3.2 Вибір апаратів захисту та керування	36
3.3 Захист електродвигунів від технологічних перевантажень	39
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	42
4.1 Правила техніки безпеки під час експлуатації зерносушарок	42
4.2 Захист цивільного населення	47
4.3 Охорона довкілля	48
5 ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ	51
ВИСНОВКИ	54
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	55

ВСТУП

Сучасне високоефективне сільськогосподарське виробництво не мислиме без електрифікації і автоматизації виробничих процесів. Виробництво сільськогосподарської продукції пов'язано з застосуванням новітніх технологій виробництва, де важливим фактором є використання електроенергії. Тому все більшого поширення набуло застосування електротехнологій та електроприводу у сільськогосподарському виробництві.

В першу чергу повинна бути якість електроенергії, котра поставляється до мереж сільськогосподарських, чи промислових об'єктів. Економне використання систем електропостачання і зменшення матеріальних витрат під час їх встановлення, монтажу та експлуатації є основними та важливими факторами ефективного використання та надійності електрозабезпечення об'єктів.

Певні конструктивні особливості будови, принципу роботи, технічні параметри та технічні характеристики, специфіки експлуатації зернової сушарки, зумовлюють ефективне, максимальне використання електродвигунів в певних спеціалізованих умовах сільськогосподарського виробництва. В кваліфікаційній роботі розроблено систему електрозабезпечення зерносушарки із вибором апаратури захисту та керування електродвигунами і силової проводки.

В кваліфікаційній роботі подано загальну характеристику підприємства та технологічного процесу сушіння зерна, обґрунтовано вибір технологічного обладнання зерносушарки, проведено розрахунок і вибрано електроприводи, розраховано та запропоновано апаратуру захисту та керування електродвигунами і силової проводки, розглянуто питання охорони довкілля та праці, проведено економічний розрахунок.

Практична цінність роботи полягає в налагодженні технології сушіння зерна для отримання високоякісного насіннєвого матеріалу.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ЗЕРНА

1.1 Характеристика підприємства

ТзОВ "Радивилівський елеватор"— це сучасний промисловий комплекс, який призначений для підготовки, приймання та зберігання, сушіння та відвантаження зерна відповідної кондиції та знаходиться в умовах, які дозволяють підтримувати рівень та якість згідно встановлених стандартів. Компанія працює як з приватними замовниками, так і з великими підприємствами, надаючи послуги на всіх етапах — від проектування до здачі об'єкта в експлуатацію.

Зерновий елеватор це сучасний промисловий комплекс, який призначений для підготовки, приймання та зберігання, сушіння та відвантаження зерна відповідної кондиції та знаходиться в умовах, які дозволяють підтримувати рівень та якість згідно встановлених стандартів. Завдяки тому, що максимальна кількість технологічних процесів елеватору автоматизовані, мінімізується вірогідність допущення помилок персоналом.

Сільськогосподарське ТзОВ «Радивилівський елеватор» розпочало експлуатацію в 2012 році, а отже є достатньо сучасне підприємство,

На даному підприємстві одночасного може зберігатися до 50 тисяч тон зерна різноманітних сільськогосподарських культур.

На зерновому елеваторі є дві лініями приймання зерна. Кожна лінія дозволяє видавати продукцію до 100 т/год. Процес відвантаження спеціальним автотранспортом становить теж 100 т/год.

Організація має багаторічний досвід у сфері агропромислового комплексу, що дозволяє їй забезпечувати високу якість виконання завдань. ТзОВ "Радивилівський елеватор" використовує сучасні технології та обладнання, що дозволяє підвищити ефективність та безпеку робіт. Крім

того, компанія приділяє значну увагу навчанню персоналу, що забезпечує високий рівень кваліфікації працівників.

Таблиця 1.1 - Коротка інформація про ТзОВ "Радивилівський елеватор"

Підприємство ТзОВ "Радивилівський елеватор»	Продукція та послуги
Культури	<u>Пшениця, кукурудза, ячмінь, соя, рапс,</u> бобові, <u>соняшник</u>
Асортимент	Використання свого та привозного зерна
Тип виробництва	Дві функціональні лінії
Початок експлуатацію	Середині 2012 року
Кількість зберігання зерна	До 50000 т
Технологічний процес зерносушіння	Впроваджено
Очищення зерна	Виконується
Лабораторії перевірки якості	Наявні
Автоприймач зерна	2 стаціонарні позиції, 4000 т\добу

На підприємстві функціонують кілька відділів, що відповідають за різні етапи робіт: від проектування електричних систем до їх монтажу та обслуговування. Компанія має власний автопарк, локомотив та складські приміщення, що дозволяє оперативно доставляти матеріали та обладнання на об'єкти. Крім того, у компанії працює група технічного нагляду, яка контролює якість виконаних робіт.

ТзОВ "Радивилівський елеватор" надає послуги не тільки в межах свого регіону, але й по всій Україні. Зважаючи на складність та обсяги

замовлень, компанія співпрацює з іншими підрядниками та постачальниками, та високу якість послуг.

Таким чином, ТзОВ "Радивилівський" елеватор є надійним партнером у сфері сільського господарства.

1.2 Принципи сушіння зерна

Технологічний процес сушіння зерна полягає в виконанні певних операцій переведення зерна і насіння в стан більш стійкого, для подальшого зберігання та використання. Із зернової маси видаляється надлишкова волога та стан зерна доводиться до сухого. Вологість зерна повинна бути значення критичної, що дозволить надійність подальшого зберігання на протязі досить тривалого часу.

Основні відомі способи зерносушіння вибирають та застосовують враховуючи сорбційні властивості зерна певної сільськогосподарської культури. Тобто зернова маса здатна вбирати та виділяти з зовнішнього середовища пари вологи під час сушіння. При цьому виникають умови, що дозволяють виділятися воді в стані водяної пари з зерна.

Принципи сушіння зерна і насіння:

- волога з зерна виділяється без змінювання агрегатного стану води та без застосування пристроїв підведення тепла;
- волога з зерна виділяється зі змінювання агрегатного стану води та з застосуванням пристроїв підведення тепла;

Другому принцип ґрунтується на контактному, радіаційному і конвективному способу зерносушіння, та способі передачі тепла до об'єкта.

Під час застосування контактного (кондуктивний) способу сушіння зерна, зернова маса знаходиться на нагрітій поверхні. Технологічний процес сушіння проходить за рахунок передачі теплопровідності від нагрітої поверхні і отриманні тепла зерном.

Даний спосіб є енергозатратним, через витрати палива яке потрібно спалити, щоб нагріти поверхню на якій сушиться зернова маса. Крім цього

контактний (кондуктивний) спосіб не дозволяє забезпечувати так необхідну рівномірність сушіння зерна. Враховуючи вище подані характеристики контактного (кондуктивного) принципу, він буде значно менше продуктивний, а тому дуже мало застосовується.

Запропонований електричний спосіб сушіння зерна полягає в використанні струму високої частоти (СВЧ). Зерно, яке підлягає технологічному процесу сушіння знаходиться в створеному полі струму високої частоти. Молекули зерна під час процесу сушіння починають рухатися коливально - хаотично і внаслідок руху та в процесі тертя, відбувається виділення тепла. Під час цього процесу, вся теплота сконцентрована в центрі зерна, де зосереджено найбільше вологи, Це дозволяє збільшити в рази випаровування вологи з зернової маси, а отже і збільшити швидкість, та зменшити тривалість сушіння зерна.

1.3 Типи сушарок зерна та відомі технології сушіння

Зернові сушарки в основному можуть експлуатуватися в складі великих зерносушильних комплексів, також і використовуватися автономно. Здебільшого сільськогосподарському виробництві застосовуються два основних типи сушарок. Це шахтні зерносушарки та барабанні. Дані типи зернових сушарок можуть використовуватися, як автономно, та входити, як основна складова до КЗС (зерносушильних комплексів), та елеваторів.

Рециркуляційні сушарки, як більш високопродуктивні, використовуються вже більш великих хлібоприймальних пунктах та підприємствах, також на елеваторних підприємствах великих потужностей.

В вібраційних зерносушарках, технологічний процес сушіння проходить завдяки решетам, які розміщені певними ярусами, де вони здійснюють зворотньо - коливальний рух. Під час цих рухів решет, зернова маса, переміщується по поверхні цих решет. А знизу, на ці решета подається тепло від теплоносія.

Є також зернові сушарки активного вентилявання зернової маси, так звані вентилявані бункери. В даному типі зерносушарок, зернова маса

нерухома. Тепло від теплоносія поступає на решета знизу до верху. Цей спосіб сушіння зерна характерний для декових та наземних типів зерносушарок.

Сам вентилюваний бункер включає бункер, певну кількість вентиляторів, теплоносії повітронагрівника та певна кількість повітряних проводів.

Від теплоносія гаряче повітря з низу проходить через шар зерна, і підсушуючи його.

Також в сільськогосподарському виробництві використовують типи декових зернових сушарок. В залежності від продуктивності зерносушарки мають одну чи декілька перфорованих металічних листів - дек. Виробником тепла, теплоносієм паливна топка. Вентилятор забезпечує подачу гарячого повітря від топки до об'єкту сушіння. Нерухома зернова маса розстелена по дековій поверхні, куди поступає нагріте повітря від теплоносія, через щілини в перфорованій підлозі деки. Даний процес дозволяє активно виділяти вологу з наявної зернової маси.

Декові зернові сушарки, які розташовані безпосередньо на землі, дозволяють висушувати зерно природнім способом, подачею повітря навколишнього середовища, також через щілини в перфорованій підлозі деки

Використовуються також зернові сушарки з принципом псевдо-зрідження шару зернової маси, яка розстелена на поверхнях решіт. До зерна на великій швидкості подається потік гарячого тепла. При цьому значна сила піднімання та зворушення маси зерна є рівною чи близькою до показника сили тяжіння об'єкту сушіння. Під час цього технологічного процесу, зернини, значно менше контактують між собою, активно рухаються та переміщуються. Висушене зерно піднімається до верху та вивантажується шнеком з камери сушіння.

Принцип роботи рециркуляційної сушарки, з використання пневмо - газового потоку тепла до зернової маси полягає в високошвидкісній подачі тепла та нагріванню матеріалу до певної температури. Нагріта зернова маса потрапляє в трубу та переміщується в шахту зерносушарки. В шахті, на самому верху, переміщене зерно затримується визначений період часу і далі подається в розділену перегородкою, на праву та ліву зони нижню частину.

Висушене зерно рециркулює, тобто знову переміщується в камеру сушильної труби, де активно перемішується з вологим. Решта суха зернова маса направляється до лівої зони, з подальшим вивантаженням.

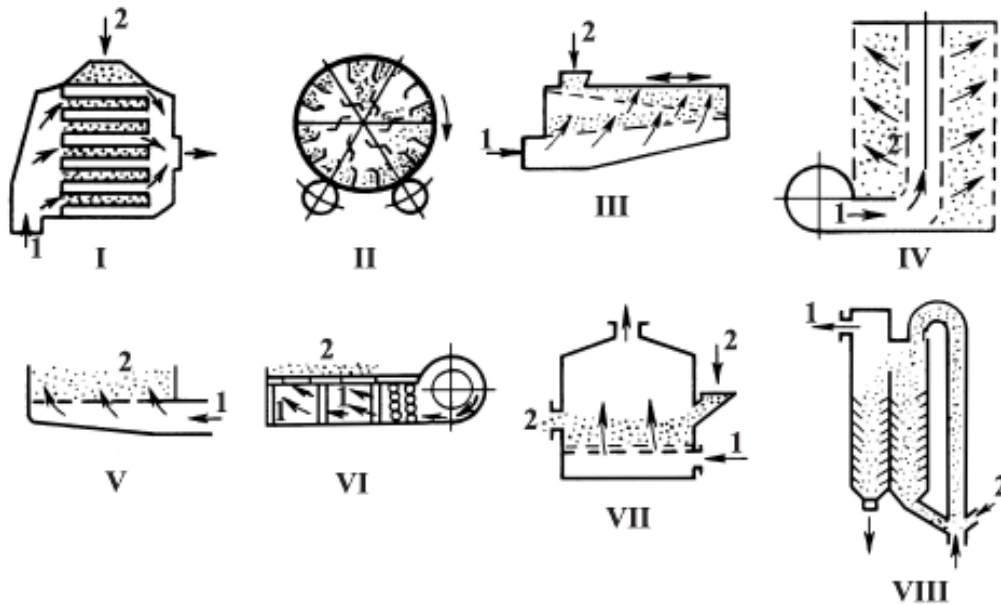


Рисунок 1.1 - Схеми відомих технологічних процесів сушіння зерна:

I - сушарка шахтна; II - сушарка барабанна; III - сушарка вібраційна;
IV - бункер вентильований; V - сушарка декова; VI - сушарка наземна;
VII і VIII - пневмогазова та рециркуляційна сушарки:

1 - руху повітря; 2 - зернова маса.

1.4 Будова та принцип роботи зернової сушарки М-819

Шахтна прямоточна зернова сушарка враховуючи параметр режиму роботи є безперервної дії та широко використовується її для видалення певного значення вологи насінного матеріалу сільськогосподарських культур.

Під час експлуатації шахтої прямоочної зерносушарки зернова маса під дією власної ваги надходить в зону сушіння верхньої камери та переміщується в нижню частину, і піддається тепловою обробкою від теплоносія. Швидкість переміщення зерна зумовлена технічними параметрами випускного механізму, з врахуванням фактору безперервної чи періодичної дії.

Зерносушарки шахтного типу, є прості в експлуатації, завдяки конструктивним особливостям будови та принципу роботи, широко використовуються в сільськогосподарському виробництві. Значна продуктивність даних зернових сушарок становить від 1 до 50 т/год, що дозволяє регулювати різноманітні потреби в кількісних та якісних показниках.

Вибрана зерносушарка марки М-819 виробництва Польщі за типом є відкритою та всі складові в металевому виконанні.

На рисунки 1.2 подано загальний вид зерносушарки М-819.

Основними частинами зерносушарки є нагрівальна топка, яка технологічно оснащена димарем, завантажувальний скребковий конвеєр, двох норій, які паралельно розташовані паралельно на основі двох шахт, між ними є напірно - розподільна камера, також є загальний поверхсушильний бункер, дифузор, конфузор, випускний пристрій із загальним для обох шахт підсушильним бункером, та пристроєм очищення відпрацьованого агента тепла сушки, та повітря.

Над поверхсушильним бункером вмонтований скребковий конвеєр (рисунок 1.3), який знаходиться в технологічному жолобі з дном у вигляді ситом. Саме поверхня сита не дозволяє попадати в камери шахт домішок великих домішок розміром більше 30х30х30 мм. Наявні домішки за допомогою скрепків стягуються з конвеєра через спеціальні отвори.

В верхній частині поверхсушильного бункера вмонтовано сигналізатор рівня находжувальної зернової маси, що не дає перевантажувати та завалювати норії зерносушарки. Сигналізатор рівня находжувальної зернової маси вмонтовано відносно нижче пристрою для розрівнювання матеріалу, що дозволяє контролювати рівень зерна в поверхсушильному бункері. Сигналізатор рівня спрацьовує під час підходу та натиснення на нього матеріалу зернової маси.

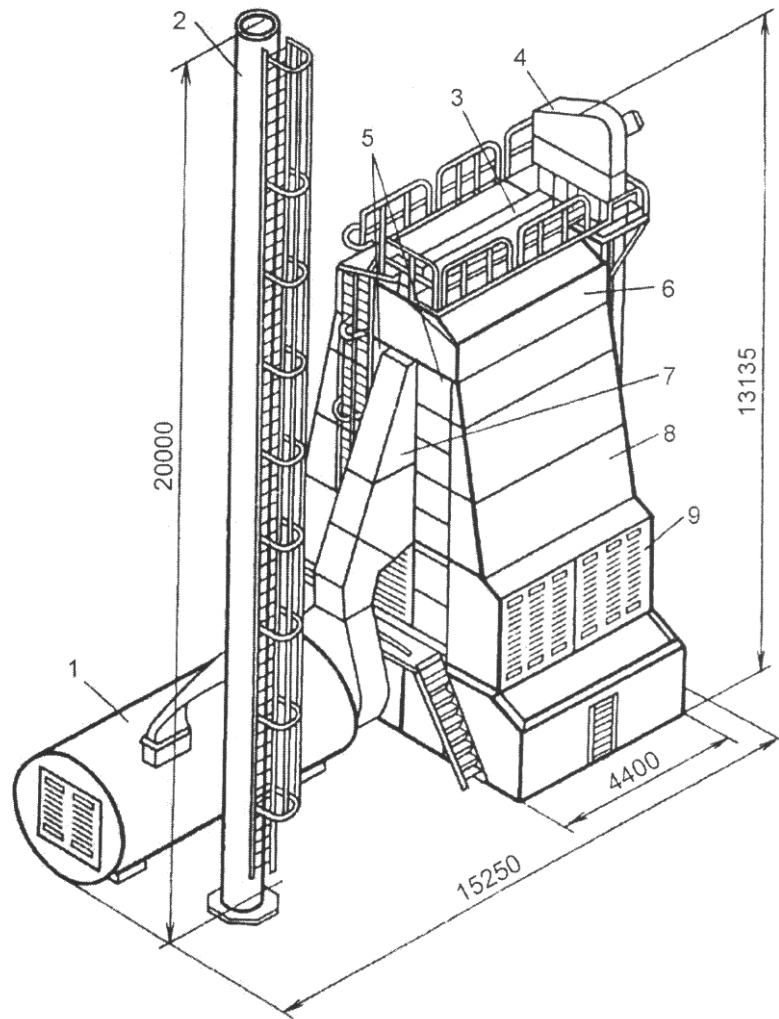


Рисунок 1.2 - Зернова сушарка М-819:

1 - теплогенератор; 2 - труба; 3 - конвеїр; 4 - норія; 5 - дві шахти;
6 - поверхсушильний бункер; 7 - дифузор; 8 - конфузор; 9 - пристрій
очищення.

Конструктивно шахта складається з трьох технологічних зон: зони сушіння, проміжної зони та зони охолоджувальня.

Сушильна зона шахти ділиться на п'ять секцій, технологічно однакових за висотою. В секціях встановлені підвідні та відвідні короби.

Вмонтовані датчики проміжної зони шахти призначені контролювати якісні показники технологічного процесу сушки (температуру зерна, температуру агента сушки).

В зоні охолодження, як і в сушильна зона шахти є дві конструкції секцій.

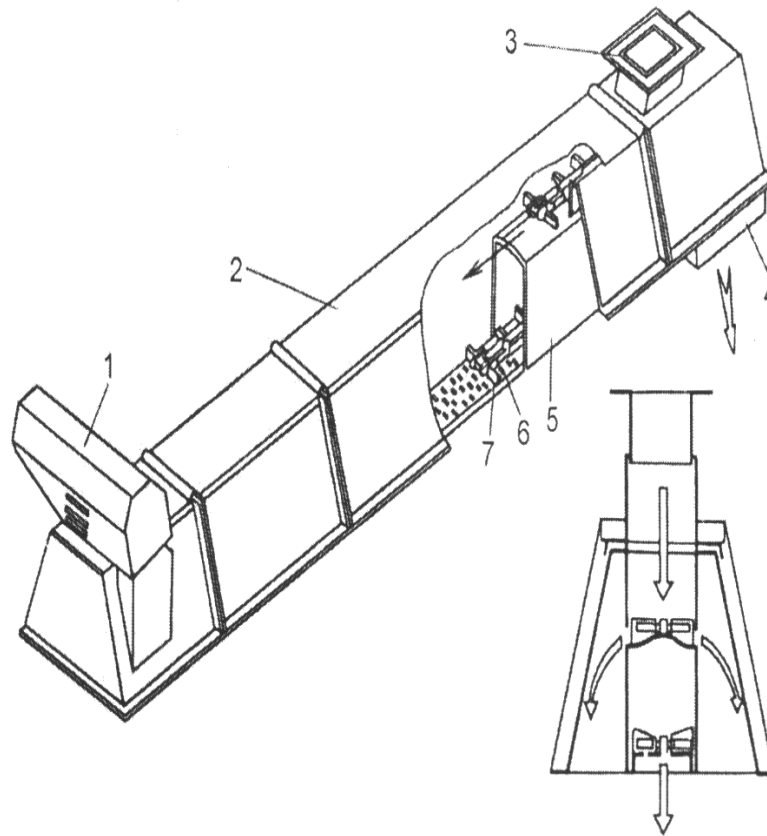


Рисунок 1.3 - Конвеїр зернової сушарки М-819:

- 1 - привід конвеєра; 2 - металічний корпус; 3 - вхідний завантажувальний патрубок; 4 - вихідний патрубок для видалення більших домішок;
5 - внутрішній жолоб; 6 - скребки на ланцюзі; 7 - сито.

В нижній частині зернової сушарки М-819, під шахтою розміщений випускний пристрій. Цей пристрій призначений для вивантаження висушеного зерна і регулювання його кількості.

Зерносушарка обладнана пороховідділюючими пристроями, які відділюють порох та очищають залишки відпрацьованого агента тепла сушіння та повітря. Процес очищення проходить завдяки інерціонникам та мультициклонам.

Інерціонники вмонтовані по обидва боки шахти. Пилюка з мультициклонів втягується в бункер, даліше через отвір в мішок, що фіксується утримувачем.

Отже принцип роботи зерносушарки М-819 такий. Норією попередньо очищена зернова маса подається в поверхсушильний бункер. З поверхсушильного бункера матеріал подається в секції сушильної зони шахти.

Дальше з сушильних зон шахт нагріте зерно переміщується в секції охолоджувальної зони шахти. В сушильних та охолоджувальних зонах шахт зернова маса проходить процес сушіння та охолодження.

Висушене зерно після процесу сушіння та охолодження надходить до підсушального бункера, а далі транспортними засобами переміщується на склад готової продукції.

Вентилятори засмоктують агента тепла сушки, яке поступає через напірнорозподільну камеру з топки та сушильних зон шахти, які наповнені зерном, і через конфузори подається до інерційного пороховіддільника із мультициклонами. Далі відпрацьований та очищений агент сушіння випускається в атмосферу.

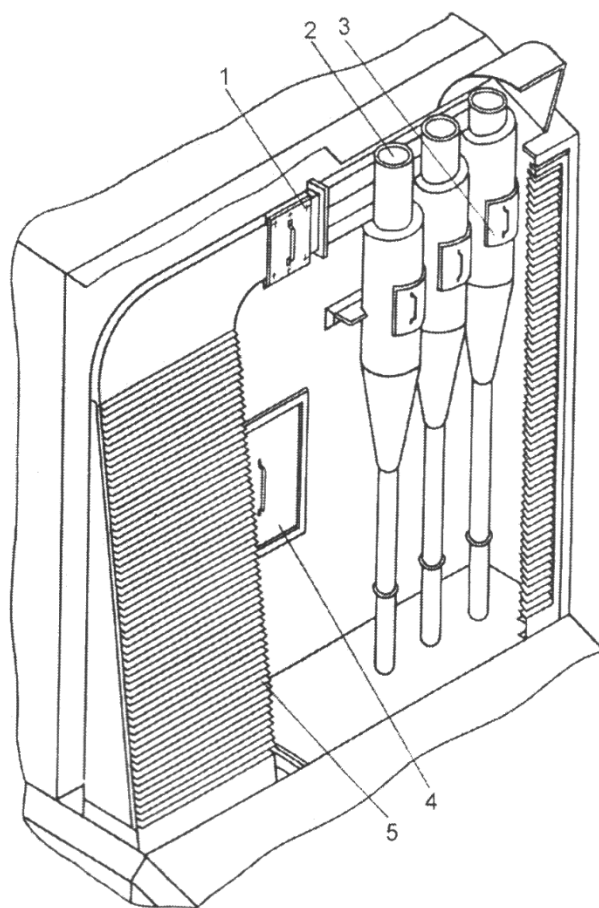


Рисунок 1.4 - Пороховідділюючий пристрій:

- 1 - кришка пристрою для очищення інерційного фільтру;
- 2 - мультициклони; 3 - люк очищення мультициклонів; 4 - кришка;
- 5 - інерційний фільтр (осаджувач).

Для відведення з зерносушарки агента сушіння з сушильної зони шахти та повітря з охолоджувальної зони шахти використовують вентилятори однакових параметрів.

Регулювання витрат агента сушки та повітря в сушильній зоні і охолоджувальній зоні шахт здійснюється конфузоровим вентилятором.

Всі вентилятори, пороховіддільники та конвеєри розташовані в корпусі зерносушарки. Норію, за допомогою якої, подається сира зернова маса монтують ззовні сушарки.

Теплогенератор, який нагріває повітря, використовує рідке паливо (гас, дизельне паливо).

Експлуатаційні параметри чотирьох вентиляторів зерносушарки М-819 є такі. Продуктивність вентилятора становить 24 000 м³ /год, тиск 2250 Па, частота обертання робочого колеса 1460 об/хв, потужність електродвигуна приводу 7,5 кВт.

Паливна топка зерносушарки експлуатується використовуючи рідке паливо - гас, чи дизель.

Конструкція топки зерносушарки М-819 подано на рисунку 1.5.

Корпус топки це циліндричної форми труба, виготовлена з високовуглецевої листової сталі. Горизонтальне розташування топки зумовлено необхідними технологічними умови згорання палива.

Топка складається з самої камери згорання палива та теплообмінника.

Паливо впорскується форсункою в корпус топки. Режимом проходження згорання палива в корпусі топки регулюються коробкою керування.

Топка сушарки обладнана димарем, який забезпечує створення відповідної, необхідної для горіння палива тяги, потрібного розрідження в зоні згорання та видалення газів диму за межі корпусу.

Гаряче повітря надходить та збирається в колекторі топки із сполучним клапаном, а далі під певним тиском попадає в сушильні зони шахт. Колектор топки напряму з'єднаний із секціями сушильних зон шахт. З боку

корпусу топки передбачений технологічний отвір, де приєднаний випускний патрубок відпрацьованих газів.

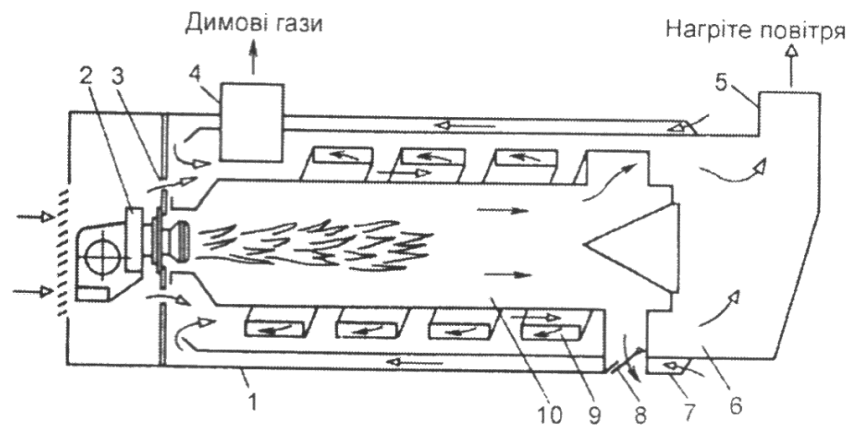


Рисунок 1.5 - Загальна схема топки зернової сушарки М-819:

1 - корпус топки; 2 – форсунка з вентилятором; 3 - отвір для підводу повітря в камеру згорання палива; 4 - димар; 5 - патрубок виходу гарячого повітря; 6 – колектор топки; 7 - кільцевий канал; 8 – клапан вибухорозрядний запобіжний; 9 - теплообмінники; 10 – камера, де згорає паливо.

Випускний патрубок герметично з'єднаний з димарем.

Отвори на передній стінці виконані для підводу атмосферного повітря в камеру згорання. А на протилежній стороні топки зроблений кільцевий канал.

Для забезпечення надійності та безпечної експлуатації топки зерносушарки, в її корпусі передбачений противибуховий канал, який з'єднує камеру згорання з навколишньою атмосферою. У випадку критичної, небезпечної ситуації, спрацьовує вибухорозрядний клапан. Як правило під час експлуатації топки зерносушарки він опломбований.

Якщо виникає критична, аварійна ситуація, небезпеки вибуху, плomba вибухорозрядного клапана зривається. Вибухорозрядний клапан можна повторно опломбувати в разі усунення причин аварії. Діаметр дрiт, щоб опломбувати вибухорозрядний клапан має діаметр не більше 0,5 мм.

В топці зерносушарки М-819 встановлюється форсунка марки УЛ-4В01-00, яка використовується при спалюванні дизельного палива. Продуктивність даної становить 200 кг/год. Конструкційно моноблочна форсунка з'єднує

систему подачі палива, систему підведення атмосферного повітря та електричну систему в один злагоджений механізм, що забезпечує надійну та якісну роботу, та підтримувати потрібну температуру агента тепла сушіння.

Для контролю якості та наявності полум'я в камері згорання топки зерносушарки, використовується фотоелектричний датчик. Фотоелектричний датчик реагує та спрацьовує, коли полум'я згасає. Тоді подається сигнал до коробки керування і відбувається аварійне вимкнення форсунки.

Запалювання в камері згорання суміші палива та повітря відбувається за допомогою трансформатора з електродами.

Для регулювання режимів подачі палива до форсунки використовуються електромагнітні клапани. Спрацювання електромагнітних клапанів залежить від електроімпульсів, які надходять від автоматичного пристрою форсунки. Відкриття чи закриття заслінки під час зміни значень мінімального та максимального числа витрати повітря регулюється електромагнітом.

1.5 Загальна схема електропостачання

Електроустаткування зерносушарки М-819 шахтного типу з коробами складається з розподільної шафи, з установкою керування, коробки керування роботою форсунки, електроустановки та електроприводів. Корпус розподільної шафи конструктивно виготовлений з двох панельних пристроїв розподілу, з технологічним доступом на всі сторони.

Цілісність конструкції розподільної шафи зерносушарки з коробкою керування форсункою виконана у відповідності ступеня захисту *IP53*. Захист необхідний для уникнення контакту до складових електричних частин, які перебувають під напругою, також від попадання порошу на них, що спричинює значні перешкоди роботи електричного устаткування, а також від не бажаного попадання на них води.

Розподільна шафа з установкою керування встановлюється перед сушильною установкою та є зашкленою прозорим шклом чи прозорим

пластиком. Це зумовлено забезпеченням доступу та зручності під час обслуговування, та в спостереженні за показами контрольно-вимірювальних пристроїв а також в слідуванні за якісними показниками роботи частин, та вузлів зерносушарки.

Коробка керування роботою форсунки розташована перед корпусом топки зерносушарки та захищена металічними дверима.

Під'єднане живлення електроустаткування зерносушарки М-819 подається від трансформатора. Електричне живлення заземлене безпосередньо нейтральною позицією використовуючи чотирижильний кабель напругою 220/380 В. Який забезпечує використання системи занулення електроустаткування зерносушарки, слугуючи додатковим захистом від небезпечних контактів з частинами та вузлами, які є під напругою, що виникають в процесі роботи електричного устаткування.

Основна функція розподільної шафи з установкою керування це розподіл електричної енергії на всі силові електроприймачі зерносушарки. Розподільна шафа є єдиним та основним об'єктом керування, та обробки показів датчиків сигналізації, як і апаратура керування та сигналізації якості роботи форсунки.

В розподільній шафі з установкою керування встановлений головний вимикач, за допомогою якого під'єднана напруга до шин.

Для повноцінної якісної експлуатації розподільної шафи з установкою керування зерносушарки М-819 забезпечуються певними умовами - це температура довкілля 0-50 °С; вологість атмосферного повітря - не вище 80 %.

Також показник температура в коробці керування роботою форсунки фіксується верхнім регулятором. Керування показами роботи електроустаткування зерносушарки проводиться кнопками керування, які встановлені на передній стінці розподільної шафи.

Захист від впливу коротких замикань електроланцюгів здійснюється плавкими запобіжниками. Захист електродвигунів зерносушарки від напруги здійснюється електромагнітними пускачами, параметри котушки вибрані для напруги 220 В. Також для захисту електродвигунів разом з електромагнітними

пускатими застосовуються теплові реле, що забезпечують захист двигунів від перевантажень.

Таблиця 1.2 - Призначення елементів схеми живлення

Позначення елементів схеми живлення	Призначення
1	2
M1	Двигун вентилятора «1»
M2	Двигун вентилятора «2»
M3	Двигун вентилятора «3»
M4	Двигун вентилятора «4»
M5	Коробка керування роботою форсунки
M6	Двигун вивантажувального шнека
M7	Двигун конвеєра «1»
M8	Двигун конвеєра «2»
M9	Двигун норії
M10	Двигун норії
M11	Резервний двигун
M12	Двигун подачі
A13	Схема ланцюгів керування сушкою

2 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ ЧАСТИНИ ЗЕРНОСУШАРКИ

2.1 Обґрунтування вибору технологічного обладнання

Зерно, що надходить після очищення та сортування, необхідно сушити. Для визначення потрібної продукції зерносушарки визначаємо планове надходження зернової маси певної сільськогосподарської культури:

$$M_i = g_i \cdot F_i, \quad (2.1)$$

де g_i - кількість почищеного зерна, т;

F_i - об'єм камери сушіння i -тої культури, m^2 .

Розраховуємо продуктивність зерносушарки:

$$Q_{pz} = \frac{\sum_{c=1}^n F_i \cdot g_i}{N \cdot t \cdot k}, \quad (2.2)$$

де $\sum_{c=1}^n F_i \cdot g_i$ - кількість надходженого зерна;

N – час сушіння зерна, діб;

K - коефіцієнт, який залежить від зміни кількості надходженого зерна в зерносушарку в певні періоди експлуатації;

t - години експлуатації зерносушарки на добу.

Отже приймаємо:

$N = 12$ діб;

$t = 20$ год;

$K = 1$.

Тоді:

$$Q_{pz} = \frac{2601+928}{12 \cdot 20 \cdot 1} = 14,7 \text{ т /год}$$

Найближчим за технологічними вимогами та продуктивністю є зерносушарка М-819.

2.2 Розрахунок і вибір електроприводів

Під час експлуатації зернової сушарки М-819, електродвигуни приводу машин мають відповідати технологічним характеристикам та наступним параметрам:

- відповідна напруга силової мережі та відповідний струм;
- відповідна частота обертання для привідного валу;
- захист від впливу експлуатаційних та навколишніх факторів;
- відповідна величина і характер навантаження.

В даному випадку перевіряємо відповідність електродвигуна приводу в робочій машині зерносушарки М-819, тобто вентилятора аспіраційної системи.

Потужність електроприводу визначаємо за формулою:

$$P = k_3 \frac{Q \cdot H}{\eta_B \cdot \eta_n} \cdot 10^{-3}, \quad (2.3)$$

де Q – проектована продуктивність даного вентилятора, $\text{м}^3/\text{с}$;

H - напір вентилятора аспіраційної системи, Па;

$\eta_B \cdot \eta_n$ - проектований коефіцієнт корисної дії вентилятора та передачі;
з коефіцієнтом запасу.

Таким чином

$$P = 1,05 \frac{2,78 \cdot 1000}{0,5 \cdot 1} \cdot 10^{-3} = 5,85 \text{ кВт.}$$

Розраховуємо момент статичних опорів коли є номінальна швидкість обертання та будуємо механічну характеристику робочої машини, вентилятора аспіраційної системи зерносушарки:

$$M_{CH} = \frac{P_H}{\omega_H}, \quad (2.4)$$

де

$$\omega_H = \frac{\pi n_H}{30} = \frac{3.14 \cdot 2900}{30} = 303.7, \text{ с} \quad (2.5)$$

Тоді,

$$M_{CH} = \frac{5.85 \cdot 10^3}{303.7} = 19 \text{ Н*м}$$

За рекомендованим співвідношенням моментів опорів під час процесу тертя в рухомій частині робочої машини, вентилятора, розраховуємо момент опорів:

$$M_0 = 0,1 \cdot M_{CH} = 0,1 \cdot 19 = 1,9 \text{ Н*м}$$

Механічну характеристику визначаємо за формулою:

$$M_C = M_0 + (M_{CH} - M_0) \left(\frac{\omega}{\omega_H} \right)^x, \quad (2.6)$$

де M_0 – значення моменту опору тертя;

M_{CH} – значення моменту статичних опорів під час номінальної швидкості обертання;

ω – значення кутової швидкості обертання;

ω_H – значення номінальної кутової швидкості обертання;

x - ступінь, який вказує зміну навантаження механізму під час зміни швидкості обертання.

Для вентиляторів аспіраційної системи зерносушарки $x=2$.

В таблиці 2.1 приведено механічну характеристику робочої машини. Виходячи з технологічного процесу вибираємо тривалий режим роботи робочої машини – S1.

Таблиця 2.1 - Механічна характеристика робочої машини

ω	0	10,	50	100	150	200	250	300	303,7	350	364	368
M, Н·м	1,92	1,95	2,4	3,9	6,15	9,15	13,6	18,8	19,2	24,9	26,15	28,3

Побудована за розрахунками навантажувальна діаграма робочої машини наведена на рисунку 2.1.

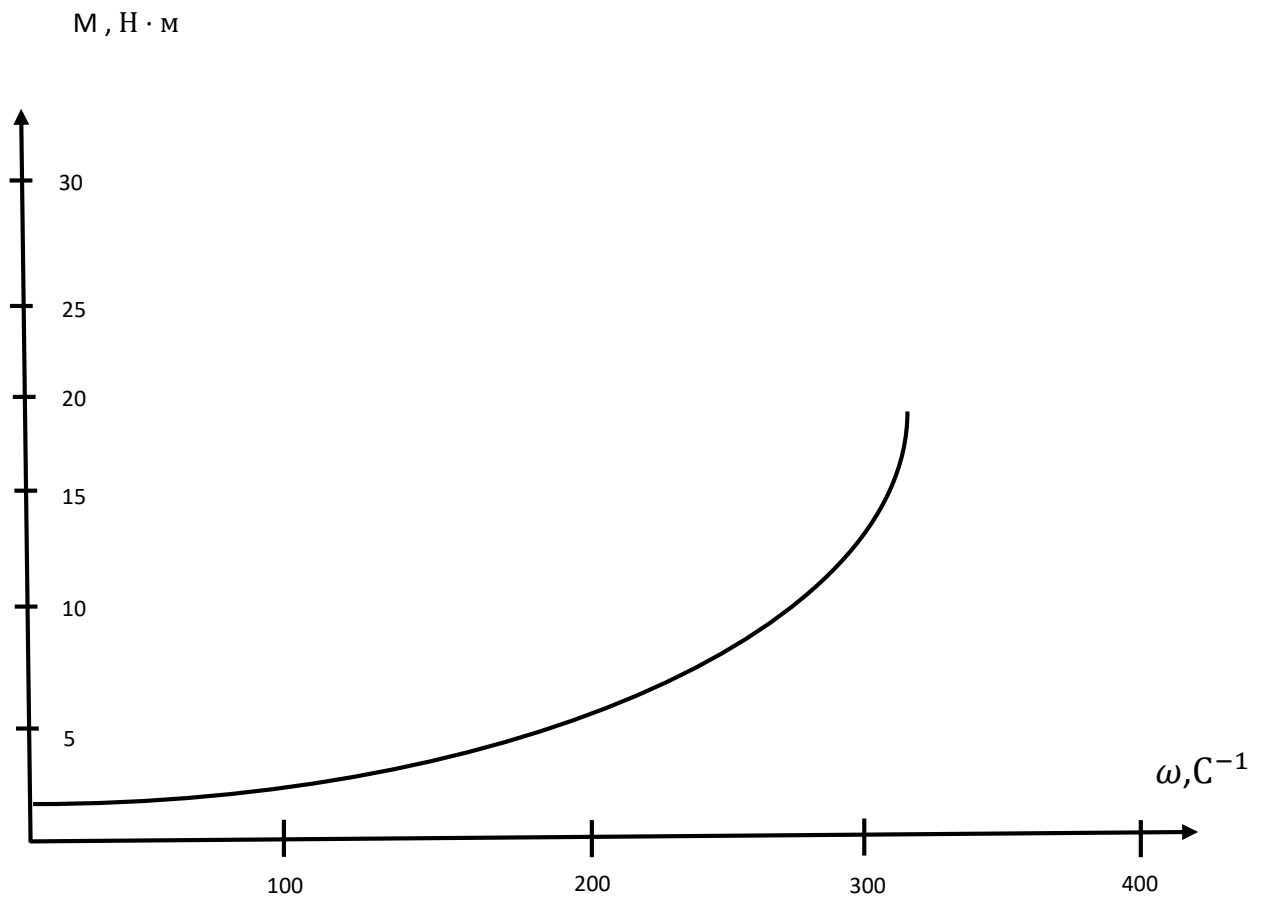


Рисунок 2.1 - Механічна характеристика робочої машини (аспіраційного вентилятора).

На рисунку 2.2 приведена навантажувальна діаграма діаграма очисного вентилятора, з урахуванням тривалого режиму його роботи .

Швидкість обертання вентилятора така, як і швидкість обертання двигуна, тому застосувати будь-яку передачу недоцільно. ККД і передатне число дорівнює одиниці. Вибираємо електричний двигун відповідно розрахованій потужності вентилятора аспіраційної системи зерносушарки.

Отже потужність двигуна вентилятора аспіраційної системи зерносушарки М-819 рівна 7, 5 кВт.

Частота обертання електродвигуна 2900 об хв .

Враховуючи дані розрахунків та умов роботи електродвигуна, визначаємо наступні його параметри:

- серія електродвигуна АІР;
- виконання по матеріалу – чавуний;
- спосіб захисту від навколишнього середовища – закритий, обдув ний;
- категорія розміщення – 2;
- кліматичне виконання – У.

Р ,кВт

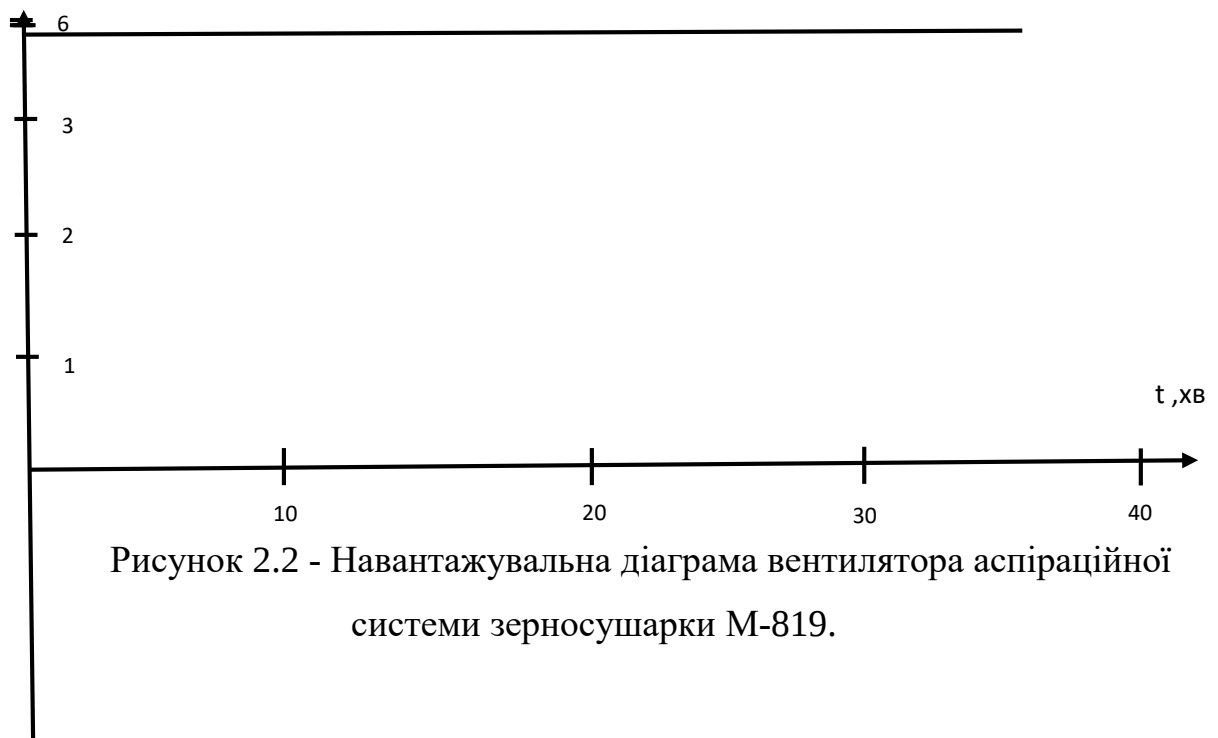


Рисунок 2.2 - Навантажувальна діаграма вентилятора аспіраційної системи зерносушарки М-819.

Вибираємо електродвигун АІР112М2У2. Технічна характеристика даного електродвигуна приведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Технічна характеристика двигуна АІР112М2У2

P_n , кВт	n_n , об/хв	I_n , А	$\eta, \%$	$\cos \psi_n$	$M_{\text{пуск}}$	$M_{\min}$	$M_{\max}$	$I_{\text{пуск}}$	I_p , кг · м ²	Маса, кг
7,5	2900	14,8	87,5	0,88	2,0	1,6	2,2	7,5	0,01	49

Для забезпечення нормальної роботи електродвигуна вентилятора аспіраційної системи зерносушарки повинна виконуватись така умова:

$$I_{\text{зв}} < I_{\text{max}}, \quad (2.7)$$

де $I_{\text{зв}}$ - зведений розрахункове значення зведеного моменту, кг·м²;

I_{max} – значення гранично допустимого моменту інерції, кг·м²:

$$I_{\text{зв}} = I_p + I_{PM}, \quad (2.8)$$

де I_p – момент інерції ротора електродвигуна, $I_p = 0,01$ (кг · м)²;

I_{PM} – момент інерції робочої машини, кг · м²:

$$I_{PM} = \frac{m \cdot r^2}{2}, \quad (2.9)$$

$$m = V \cdot \rho, \quad (2.10)$$

$$V = S \cdot l, \quad (2.11)$$

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (2.12)$$

де m – відповідна маса вентилятора аспіраційної системи зерносушарки М-819, кг;

m - радіус корпусу вентилятора, м;

V - об'єм камери вентилятора;

S – загальна площа вентилятора, м^2 ;

D – діаметр вихідного отвору вентилятора, м.

Значення перерахованих величин становлять:

$$S = \frac{\pi \cdot 0,912^2}{4} = 0,65 \text{ м}^2$$

$$V = 0,65 \cdot 0,001 = 0,65 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$m = 0,65 \cdot 10^{-3} \cdot 7,8 \cdot 10^3 = 5,1 \text{ м}$$

$$I_{PM} = \frac{5,1 \cdot 0,456^2}{2} = 0,53 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$I_{зв} = 0,53 + 0,01 = 0,54, \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Параметри механічної характеристики електродвигуна АИР112М2У2 приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Параметри механічної характеристики електродвигуна

S_H	S_K	$M_H,$ $H \cdot \text{м}$	$M_{min},$ $H \cdot \text{м}$	$M_n,$ $H \cdot \text{м}$	$M_K,$ $H \cdot \text{м}$	Q
0.03	0.39	24.7	39.5	49.4	54.3	7.54

Механічна характеристика електродвигуна є однією із основних його характеристик. При її побудові виконуємо рисунок за даними розрахунку механічної характеристики за реальними позиціями:

$$1) S = 0 ; \quad M = 0 ;$$

$$2) S = S_H ; \quad M = M_H ;$$

$$3) S = S_K ; \quad M = M_K ;$$

$$4) S = S_{min} = 0.8 ; \quad M = M_{min} \cdot M_H ;$$

$$5) S = 1 ; \quad M = M_{пуск} \cdot M_H ;$$

$$P_H = 7,5 \text{ кВт}; n_H = 2900 \text{ об/хв.}; M_H = 2,0 \text{ Н} \cdot \text{м}; M_{min} = 1,6 \text{ Н} \cdot \text{м}; M_K = 2,2 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Відповідно до формули Клосса:

$$M_1 = \frac{M_n(2+q)}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s} + q} ; \quad (2.13)$$

$$M_K = \mu_K \cdot M_{H,ДВ}; \quad (2.14)$$

$$M_{H,ДВ} = \frac{P_{H,ДВ}}{\omega}; \quad (2.15)$$

$$\omega = \frac{\pi n_H}{30} ; \quad (2.16)$$

$$S_k = \frac{S_n + \sqrt{S_n \cdot \frac{M_k^{-1}}{M_1^{-1}}}}{1 + \sqrt{S_n \cdot \sqrt{\frac{M_k^{-1}}{M_1^{-1}}}}} \quad (2.17)$$

$$S_n = \frac{\omega_0 - \omega_H}{\omega_n} = \frac{n_O - n_H}{n_0}; \quad (2.18)$$

$$\mu_1 = \frac{M_k}{M_n} = \frac{2.2}{2.0} = 1.1; \quad (2.19)$$

$$q = \frac{\frac{1}{s_k} + s_k - 2\mu_1}{\mu_1 - 1}; \quad (2.20)$$

де, M_k – критичний момент, Н·м;

μ_k – кратність максимального моменту;

$M_{H,ДВ}$ – номінальний момент електродвигуна, Н·м;

ω_n – номінальна кутова швидкість, с⁻¹;

S_k – критичне ковзання;

Для побудови другої характеристики враховуємо $\Delta U = -5\%$

$$M = 0,95^2 \cdot M_{ДВ}, \quad (2.21)$$

Для побудови третьої характеристики враховуємо значення відхилення моментів:

$$M_k = -10\%; M_{min} = -20\%; M_{пуск} = -15\%; M_k = 0,9M_k'; M_{min}' = 0,8M_{min}'; M_{пуск}' = 0,85M_{пуск}'.$$

Дані побудови механічної характеристики електродвигуна приведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Дані побудови механічної характеристики електродвигуна.

S	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
ω	314	307.7	301.4	295.2	288.9	282.6	251.2	188.4	125.6	68.8	0
M, Н·м	-	19.4	29.8	36.5	41.1	44.5	51.5	54.35	53.3	51.45	49.4

Для того, щоб визначити часу розгону системи потрібно в одній з систем координат побувати значення трьох механічних характеристик електродвигуна вентилятора аспіраційної системи зерносушарки М-819.

Побудова динамічної характеристики будується як добуток значення третьої характеристики і значеннями механічної характеристики робочої машини:

$$M_g = M_M \cdot M_c \quad (2.22)$$

Побудуємо механічну характеристику електродвигуна з врахуванням відхилень моментів, дані для побудови представимо у вигляді таблиці - 2.5.

$$M_H'' = 0,9 \cdot 49,05 = 44,15(\text{Н} \cdot \text{м});$$

$$M_{min}'' = 0,8 \cdot 35,7 = 28,6(\text{Н} \cdot \text{м});$$

$$M_{\text{пуск}}'' = 0,85 \cdot 44,5 = 37,8(\text{Н} \cdot \text{м});$$

Таблиця 2.5 - Дані для побудови механічної характеристики

Позначення	M_H	M_k	M_{min}	M_n
S	0,03	0,4	0,8	1
M, Н·м	24,9	54,3	39,5	49,35
M', Н·м	22,3	49,05	35,7	44,5

2.3 Розрахунок часу розгону робочої машини, двигуна зерносушарки

При побудові механічної характеристики вісь кутової швидкості розбиваємо на окремі інтервали. Для кожного інтервалу знаходимо середнє значення M_{gi} (рис. 2.3).

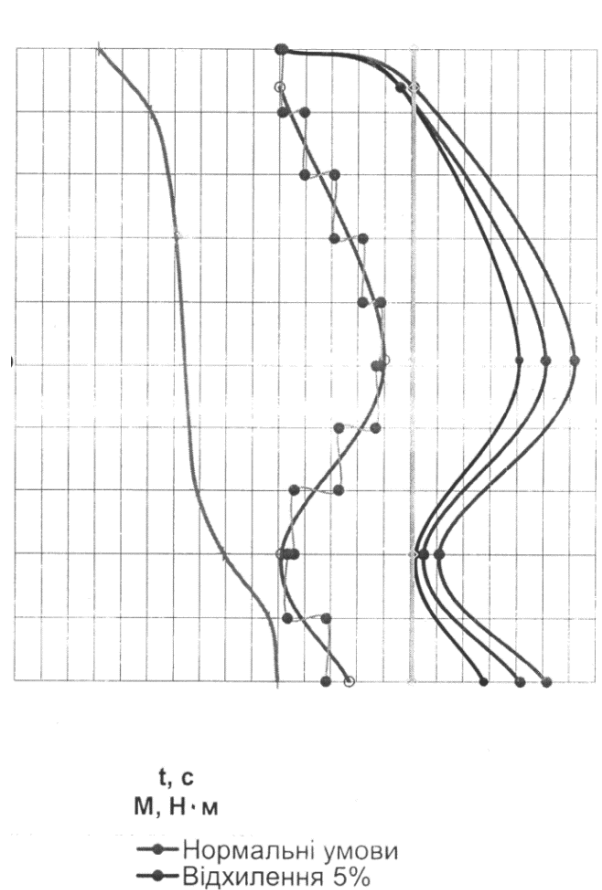


Рисунок 2.3 - Розрахунок часу розгону робочої машини, двигуна зерносушарки

Приріст часу розраховуємо за формулою:

$$\Delta t_i = \frac{y \cdot \Delta \omega_i}{M_{gi}} \quad (2.23)$$

Час пуску визначаємо за формулою:

$$t_n = \sum_{c-1}^n \Delta t_i \quad (2.24)$$

$$I_{дв} = 0,54 \text{ (кг} \cdot \text{м}^2\text{)}$$

Таблиця 2.6 - Результати розрахунку часу пуску електродвигуна

№ п/п	$\Delta\omega_i, c^{-1}$	$M_{gi}, H \cdot m$	$\Delta t_i, c$
1	1.4	32.5	0.52
2	31.4	27.0	0.63
3	31.4	26.25	0.65
4	31.4	29.0	0.59
5	31.4	32.0	0.53
6	31.4	34.75	0.49
7	31.4	32.25	0.53
8	31.4	24.0	0.71
9	31.4	13.5	1.26
10	15.7	4.0	2.12

В результаті час пуску електродвигуна становить $t_n = 8$ (с).

Гранично допустиме значення моменту інерції електродвигуна визначається за формулою:

$$I_{max} = K \cdot K_M \cdot P_H^\nu \cdot P^\gamma; \quad (2.25)$$

де, K - коефіцієнт, що залежить від модифікації електродвигуна;

K_M - коефіцієнт, що залежить від показника степеня;

P_H - номінальна потужність електродвигуна, кВт;

p - число пар полюсів;

ν, γ - показник степеня.

$K = 0,045; K_M = 0,9; \nu = 1; \gamma = 2$. Тоді

А отже умова $I_{дв} \leq I_{max}$ виконується.

З ВИБІР АПАРАТУРИ ЗАХИСТУ ТА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНАМИ І СИЛОВОЇ ПРОВІДКИ

3.1 Аналіз роботи схем захисту електродвигуна

Електродвигуни, що використовуються в народному господарстві, часто виходять з ладу. Аналіз причин передчасного виходу з ладу показує, що основними з них (95%) є робота електродвигунів на двох фазах, перевантаження або заклинювання робочих машин, вплив навколишнього середовища. Отже, захист повинен реагувати на всі порушення нормальної роботи, тобто бути комплексною.

Схема такого захисту показана на рисунку 3.1. Захист від роботи на двох фазах виконана на логічному елементі «І», що складається з трьох діодів V1-V3. Сюди також входять додаткові резистори R1, R2, включені в ланцюг котушки магнітного пускача. Захист від перевантажень і заклинювання робочих машин здійснюється за рахунок штифтового з'єднання вала електродвигуна з привідною машиною. Елементи R3, R4, HL1 є індикатором аварійного стану ізоляції (ІАСІ).

Працює схема наступним чином. При обриві будь - якої з фаз струм через котушку знижується і магнітний пускач відключається. Чітке спрацьовування досягається за рахунок підвищення коефіцієнта повернення додатковими резисторами R1, R2. Резистор R1, крім того, обмежує струм через діоди при натисканні кнопки SB1.

Якщо виникли небезпечні механічні перевантаження або відбулося заклинювання, то штифт зрізається, і вал двигуна отримує вільне обертання. Теж саме відбудеться при запуску загальмованої робочої машини. Після усунення причин, що викликали аварійну ситуацію, вставляють новий штифт, і електропривод знову готовий до роботи.

Ізоляцію контролюють за допомогою ІАСІ. Як видно з рисунка, після встановлення двигуна в роботу включається індикатор.

Під час цього напруга мережі докладена до послідовного ланцюга, що складається з обмежуючого R3 і еталонного R4 резисторів і опору ізоляції електродвигуна.

Якщо опір вище мінімального допустимого, то падіння напруги на R4 менше порога запалення неонові лампи. Вона не горить - двигун справний. Коли опір ізоляції знизиться до критичного - лампа загориться.

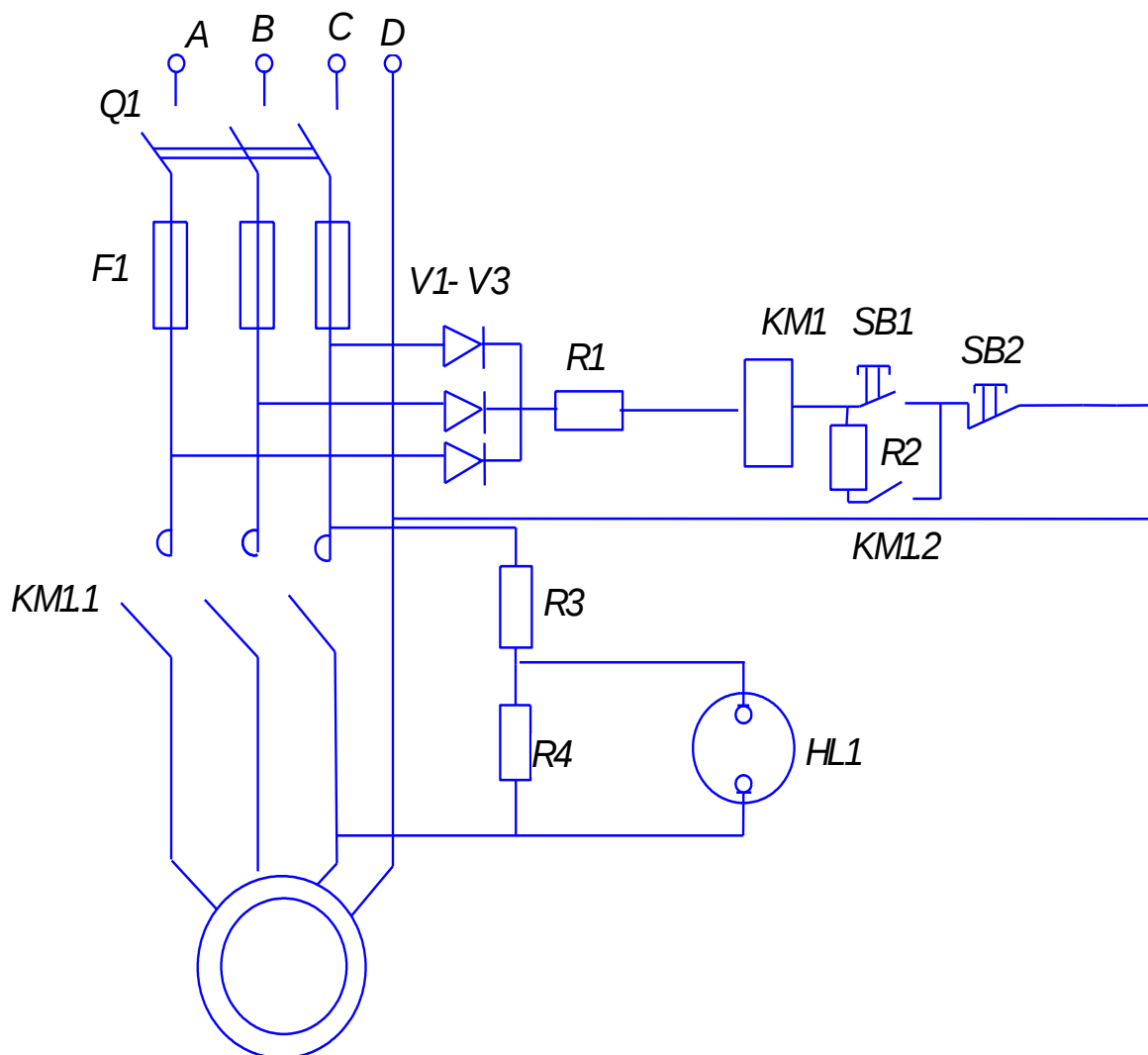


Рисунок 3.1 - Схема комплексного захисту електродвигуна

Так як такий контроль відбувається в період технологічних пауз, небезпечних через зволоження ізоляції, сигнал індикатора дозволяє оцінювати стан двигуна перед кожним включенням. Якщо лампа не горить - значить запуск можливий, і навпаки.

Щоб двигун ввімкнути, необхідно підсушити ізоляцію.

3.2 Вибір апаратів захисту та керування

Захист електричного двигуна від аварійних режимів проводиться вибираючи відповідні апарати захисту та керування. Автоматичні вимикачі є досконалими, доступними та простими апаратами електродвигунів для захисту електродвигунів від струмів короткого замикання.

Автоматичний вимикач є комутаційним електромеханічним апаратом, який вмикає та вимикає струми певних величин за нормальних умов у електричному колі, під час визначених значень перевантажень.

До експлуатаційних характеристик автоматичного вимикача важливою є функція, утримування протягом визначеного періоду часу величини струму під час розрахункових ненормальних умов у електричному колі, як коротке замикання.

Основною функцією автоматичного вимикача є вмикання, але не можливість вимикання струмів короткого замикання. Автоматичні вимикачі, які здатні роз'єднувати електричне коло, називаються роз'єднувальними вимикачами. Роз'єднувальні вимикачі використовують в розподільних пристроях для роз'єднання електричних кіл вручну, вимикаючи чи вмикаючи.

Дані апарати не здатні забезпечити захист електричних мереж від значних перевантажень і коротких замикань. Для усунення цієї проблеми, в розподільчих пристроях до апаратів захисту під'єднують запобіжники.

Вибір вимикачів виконується за умовами:

$$U_{HA} \geq U_{HM}; \quad (3.1)$$

$$I_{HA} \geq I_{дв}; \quad (3.2)$$

$$I_{н.роз} \geq I_{н.дв}, \quad (3.3)$$

$$I_{відс} \geq K_{зап} \cdot K_{уст} \cdot K_{в.п.с} \cdot K_i \cdot I_{н.дв}; \quad (3.4)$$

де $K_{зап}$ - коефіцієнт запасу;

$K_{уст}$ - коефіцієнт розкиду вставки роз'єднувача;

$K_{в.п.с}$ - коефіцієнт розкиду пускових струмів;

K_i - кратність пускового струму;

$I_{н.дв}$ – значення степені захисту від впливу довкілля.

Номінальний струм електродвигуна вентилятора аспіраційної системи зерносушарки М-819 становить $I_{н.дв}=14.8\text{А}$.

В вибраній схемі керування електродвигуна вентилятора використовують контакт замикаючий. Враховуючи попередні розрахунки та рекомендації вибираємо автоматичний вимикач *ВА51Г2534111РУХЛЗ*.

$$I_{н.роз}=16\text{А}; K_{відс}=14.$$

Також вибраній схемі керування для можливості дистанційного запуску електродвигунів вентилятора аспіраційної системи зерносушарки М-819, які приєднані до електричної мережі проводимо вибір електромагнітного пускача.

Вимоги до вибору магнітного пускача:

$$1) U_{НП} \geq U_{НМ}; \quad (3.5)$$

$$2) I_{НП} \geq I_{дв}; \quad (3.6)$$

$$3) I_{н.тр} \geq I_{н.дв}; \quad (3.7)$$

Враховуючи вище наведені вимоги та рекомендації вибираємо магнітний пускач серії ПМЛ.

Номінальний струм електродвигуна вентилятора аспіраційної системи зерносушарки М-819 становить $I_{н.дв}=14.8\text{А}$, враховуючи значення напруги електричної мережі в вибраній схемі керування, використовують два додаткові контакти.

Враховуючи все це вибираємо електромагнітний пускач типу *ПМЛ – 220004В*.

Також у схемі керування вибираємо магнітну приставку *ПКЛ – 1104*, в конструкції якої передбачений контакт замикаючий та один контакт розмикаючий.

Враховуючи вище наведені розрахунки та рекомендації проводимо вибір теплового струмового реле *РТЛ – 102104*.

Також вибираємо кнопкові пости для безперебійної та надійної комутації схем електричних кіл керування, серії *ПКЕ*.

$$\frac{ПКЕ}{1} \frac{2}{2} \frac{2}{3} \frac{2}{4} \frac{2}{5} \frac{У}{6};$$

де 1 – позначення серії (ПКЕ);

2 – позначення можливості монтажу на будь-якій рівній поверхні;

3 – показник захисту IP54;

4 – позначення матеріалу корпусу з пластмаси ;

5 – кількість керуючих елементів (два);

6 – показник виконання враховуючи кліматичні умови та категорії розміщення (У).

Для живлення електродвигунів приймаємо провід АПВ з прокладкою в сталених водогазопровідних трубах

Умова вибору перерізу проводу:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{н.дв}} \quad (3.8)$$

Для живлення двигуна вентилятора з I_n вибираємо провід АПВ перерізом 2,5 мм. До двигуна підводиться чотири проводи, прокладені в трубі. Діаметр труби визначаємо за формулою:

$$D \geq \sqrt{2.5nd^2}, \quad (3.9)$$

де, n – кількість проводів у трубі;

D – зовнішній діаметр проводу, мм.

$$D \geq \sqrt{2.5 \cdot 4 \cdot 3.5^2} = 11 \text{ мм.}$$

Приймаємо сталю водогазопровідну трубу з умовним проходом 15 мм.

Апарати та проводи вибрано аналогічно і для інших двигунів.

Оскільки дана зерносушарка комплектувана електродвигунами, то задача вибору звелася до приведення відповідності електродвигунів приводу машин виробничим вимогам.

Перевірка відповідності електроприводу робочої машини показана на прикладі вентилятора аспіраційної системи. Для цього була побудована механічна характеристика вентилятора і визначені потужність і число оборотів електродвигуна.

Вибрано електродвигун, визначені його технічні характеристики і побудована механічна характеристика. Для визначення часу розгону системи побудовано три механічні характеристики, в результаті визначено час пуску електродвигуна, який становить $t_n = 8$ с.

Проведено вибір апаратури захисту та керування електродвигуном, розрахована і вибрана силова проводка.

3.3 Захист електродвигунів від технологічних перевантажень

Зараз електричні двигуни від технологічних перевантажень захищають автоматичними вимикачами і магнітними пускачами з тепловими розімкненням і реле, які не повинні їх вимикати під час пуску. Однак двигуни, які мають підвищену тривалість пуску, відключаються захистом, обраної по робочому струмі.

Тривалість пуску і величина пускового струму залежать від параметрів двигуна, живильної лінії і привідних характеристик робочої машини. Встановлено, що в ряді випадків через технічного недосконалості захисту її часово-струмову характеристику неможливо відбудувати від часово-струмової характеристики електродвигуна при нормальному запуску.

Під час збільшенні глибини коливань напруги запуск електропривода затягуються і збільшується ймовірність від'єднання електродвигуна захистом. В виробничих умовах, щоб це уникнути, обслуговуючий персонал потовщує захист або відключає його зовсім. В результаті електропривод машини, схильний до технологічних перевантажень, працює без захисту. Помилкових вимкнень захисту можна запобігти ввімкненню електродвигуна за однією з схем, наведених на рисунку 3.2.

На одній з них (рис.3.2, а) показана принципова схема шунтування теплового розімкнення на період запуску під час захисту електродвигунів автоматичними вимикачами. Перед запуском двигуна необхідно ввімкнути пакетний вимикач K111 і запустити двигун ввімкненням автоматичного

вимикача. Після розгону двигуна Р1 вимикають, тим самим тепловий розмикач автомата вмикається в роботу.

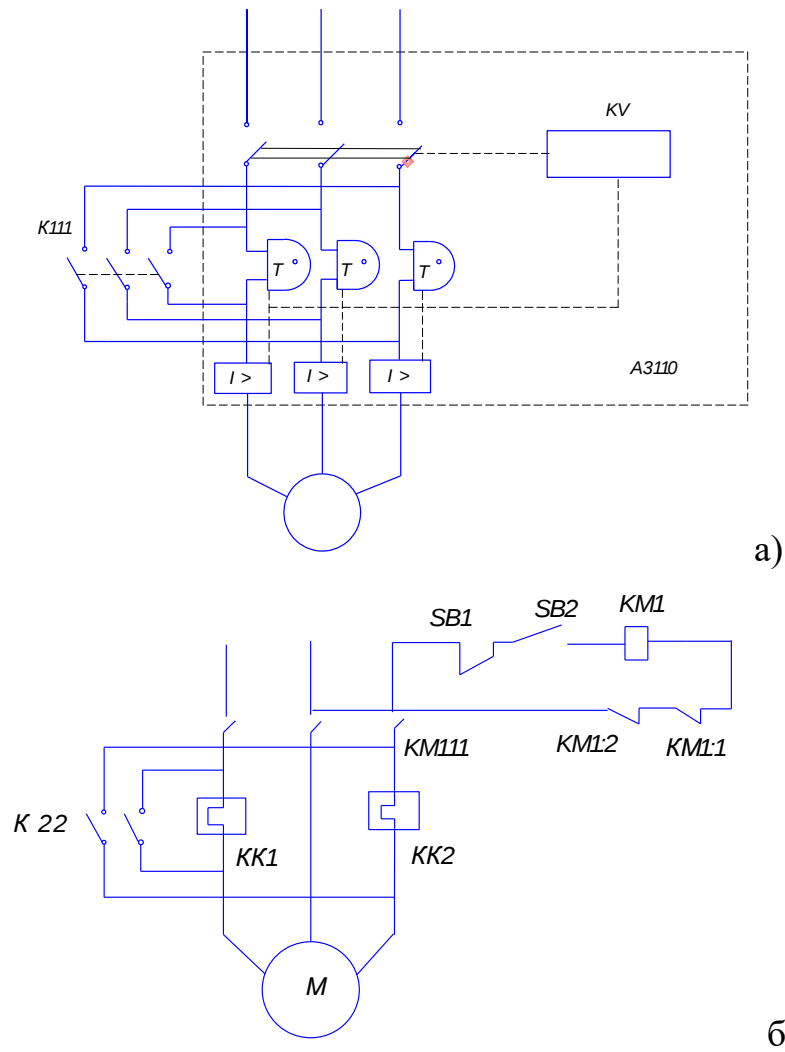


Рисунок 3.2 - Схеми ввімкнень захисту електродвигунів з використанням автоматичних вимикачів (а), і магнітних пускачів (б): Т° - тепловий розчеплювач; I>- реле максимального струму; KV – механізм вільного розчеплення; KM1 та KM 111 – котушка та контакти магнітного пускача; KK1 та KK2 – теплові реле; K111 та K22 – пакетні вимикачі; М – асинхронний електродвигун; SB1 та SB2 – відповідно кнопки «пуск» та «стоп».

Аналогічним чином діють під час запуску електродвигуна магнітним пускачем (рис. 3.2, б). Після розгону двигуна пакетний вимикач K22 розмикають і тепловий захист магнітного пускача включається в роботу. Щоб обслуговуючий персонал не залишив захист від перевантаження,

зашунтованого після пуску двигуна, необхідно поруч із кнопкою «пуск» автомата або магнітного пускача помістити попереджуючу табличку.

Апаратура управління і захисту, застосовується в сільському господарстві, загальнопромислово призначення, тому в деяких випадках вона не відповідає специфічним вимогам сільськогосподарського виробництва. Так, наприклад, при затяжних запусках (4-15 секунд) не забезпечується узгодження час-струмових характеристик захистів і електродвигунів. Таким запуском характеризуються машини, які мають великий привідний момент інерції, а їх потужність рівна з джерелом живлення. Для захисту електроприводів таких машин від аномальних режимів необхідно створити індивідуальний захист. Під час вибору та налаштуванні теплового захисту, розрахованої на загальне застосування, необхідно пам'ятати, що зустрічаються двигуни з різними постійним часовим нагріванням. Тому слід орієнтуватися на такі витримки часу, які забезпечують збереження ізоляції любого двигуна.

Дуже важливим є також відповідності постійного часу спрацювання захисту і нагріву електродвигуна. Під час малого постійного спрацювання захисного пристрою його мінімальний струм доводиться вибирати значно більшим, чим мінімальний струм двигуна. Це необхідно для того, щоб апарат не спрацював під час коротко часових технологічних перевантаженнях. Однак такий захист відбудови від пускових струмів електродвигуна, при невеликих перевантаженнях працює незадовільно.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Правила техніки безпеки під час експлуатації зерносушарок

Під час експлуатації зерносушарок обслуговуючий персонал зобов'язаний знати і виконувати правила техніки безпеки. До роботи допускаються особи, що успішно склали іспит за правилами техніки безпеки і протипожежної безпеки.

Крім того, на кожному робочому місці повинен бути проведений інструктаж за правилами безпеки обслуговування машин і механізмів і протипожежної безпеки.

У обов'язки оператора зерносушарки входить нагляд за справним станом і роботою устаткування, що відноситься до зерносушарки. Оператор зерносушарки контролює роботу оператора топки, дає йому вказівки про час пуску її в роботу, про температуру агента сушки і про зупинку топки і сушарки.

Обслуговувати зерносушарку дозволяється тільки в комбінезоні і береті, при цьому обшлаг рукавів і брюк повинен бути застебнутий, волосся прибрано під головний убір. Забороняється носити поверх комбінезона теплий одяг і поясний ремінь.

На робочих місцях і поверхах сушарки встановлюють дзвінки гучного бою, які включають як з пульта управління, так і з робочого місця. На пульті управління і робочих місцях встановлюються плакати «Перед пуском - дай сигнал». Пуск і останівка машин і механізмів повинні здійснюватися і з пульта управління, і з робочого місця.

Обслуговування електричних мереж, приводу машин і механізмів, освітлення, мереж вторинної комутації, диспетчеризація і контроль здійснюються електриком, який має розряд не нижче за IV. Майданчики обслуговування захищають міцними поручнями заввишки не менше 1 м з суцільною обшивкою знизу на висоту 0,2 м. Драмбини повинні бути міцними. Відстань по висоті між ступенями при куті нахилу до горизонту 45° - 200 мм, а при куті 60° - 250 мм. Огорожі привідних пасів роблять легкими, міцними і встановлюють так, щоб зручно і безпечно проводити прибирання біля

устаткування, нижня частина огорожі не повинна доходити до підлоги на 100 мм.

Причинами нещасних випадків при обслуговуванні конвейерів, вентиляторів є допуск до обслуговування механізмів робочих без інструктажу і практичного навчання безпечним методам праці безпосередньо на робочому місці.

Приймаючи зміну, необхідно переконатися в справності устаткування, механізмів, приладів, наявності і справності огорож частин, які обертаються. При обслуговуванні вентиляційного устаткування зерносушарок повинні виконуватися наступні вимоги: - щоб уникнути аварій і нещасних випадків колесо вентилятора повинне бути добре відбалансоване, що забезпечує роботу вентилятора без вібрацій; - вентилятор повинен працювати плавно, без стукотів і великого шуму, огорожа повинна бути справною і міцно закріпленою; - для зменшення шуму необхідно добре змащувати шарикопідшипники; - вентилятор повинен бути добре закріплений на фундаменті або на перекритті; - при з'єднанні вентилятора з електроприводом за допомогою гнучкої муфти осі їх повинні співпадати; при недотриманні цієї умови виникає биття валу, поломки, що приводить до аварії і травматизму; - заземлення струмоприймачів і ізоляції електроприводів вентиляційного устаткування повинні бути справними; - необхідно звертати увагу на дотримання зазору між втягуючим патрубком і робочим колесом вентилятора; збільшення зазору приводить до зменшення подачі вентилятора; - частота обертання робочого колеса вентилятора повинна бути в межах паспортних значень, зниження її приводить до зменшення продуктивності сушарки; - необхідно усувати причини налипання на лопатки колеса вентилятора пилу; щільна маса пилу може бути причиною зниження подачі вентилятора і його вібрації.

При обслуговуванні конвеєрів і норій необхідно: - перевірити наявність і справність всіх огорож, за відсутності огорож приводів конвеєрів і норій пускати його в роботу не дозволяється; особливо небезпечна робота конвеєрів і норій з відкритими зубчатими передачами, оскільки вона може привести до

важкого нещасного випадку; - до початку робіт перевірити чистоту робочого місця, справність заземлення електродвигунів, конвеєрів, норій, пускових пристроїв і міцність болтових з'єднань; - стежити за нормальним натягненням ременів приводів конвеєрів і норій, при ослабленні для його натягнення слід відсунути електродвигун по направляючих полозах; якщо цього не можна зробити, ремінь необхідно замінити.

Не дозволяється: - допускати під час роботи конвеєра і норій збігання стрічки убік, в результаті цього знижується їх продуктивність і збільшується витрата електроенергії; - користуватися палицями або іншими предметами, ставлячи їх як додаткову опору для запобігання збіганню стрічки; - змащувати приводний пас для зменшення ковзання каніфоллю або іншими терпкими речовинами; це приводить до швидкого зносу ременів і є однією з основних причин аварій і нещасних випадків; - тягнути руками за стрічку, допомагаючи ходу при пуску конвеєрів і норій.

Вантажі натяжної станції захищають на висоту 2 м від підлоги. Натягач повинен бути забезпечений запобіжним пристосуванням, що запобігає ослабленню конвеєрної стрічки при обриві натяжного вантажу. Пожежна небезпека сушарок обумовлена наявністю в ній легкозаймистих матеріалів - пилу, полови, органічної домішки і висушеного зерна, що потрапило в дифузори. В процесі сушки відбувається виділення пилу. Пил осідає на нерівності стінок сушильних шахт, а також в напірно-розподільних камерах на горизонтальних ділянках (куточках, швелерах) і інших конструктивних елементах. Піддаючись тривалому нагріву, вона може самозагорітися.

Основним небезпечним місцем в пожежному відношенні є топка. Тому особлива увага при експлуатації сушарки необхідно приділяти топці. При роботі з рідким і газоподібним паливом створюються кращі санітарно гігієнічні умови в порівнянні з роботою на твердому паливі.

Агент сушки не повинен містити диму, кіптяви і запасу сірчистих газів. Топкові і передтопкові приміщення необхідно виконувати з матеріалів, що не згорають. В період розпалювання і в процесі роботи топки повинно бути

забезпечено повне згорання палива. Стійке горіння палива спостерігається при температурі 800...1000°C.

Про процес горіння можна судити по характеру і кольору полум'я. Якщо полум'я жовте і не коптить, факел рівний, стійкий, то процес горіння протікає нормально. Червонуватобуре або таке, що коптить полум'я свідчить про неповне згорання палива. Правила експлуатації топки на рідкому паливі з використанням форсунки Ф1 передбачають тиск палива перед форсункою (1,5...1,75) 105 Па.

Для забезпечення необхідного тиску повітря перед форсункою частота обертання колеса вентилятора АВД повинна бути 5900 об/хв. При недостатньому тиску палива важко відрегулювати форсунку для забезпечення потрібної температури агента сушки. Крім того, у форсунці погано розпилюється паливо, внаслідок чого відбувається неповне його згорання з утворенням диму і кіптяви. При зупинці топки необхідно додатково перекривати паливопровід ручним вентилям. Інакше, особливо при поганій роботі електромагнітного вентиля, можлива течя палива через форсунку на розжарену форкамеру.

Інтенсивне випаровування палива в цьому випадку приводить до накопичення вибухонебезпечної суміші в топковому просторі. Можливість вибуху можна ліквідовувати при включенні вентилятора сушильної шахти або камери нагріву, яким ця суміш витягується з топки. Проте в деяких випадках при розпалюванні топки спостерігають характерні виляски, що значно підвищують тиск в топковому об'ємі. Враховуючи це, для запобігання руйнуванню топки повинні бути передбачені противибухові клапани. Їх роль замінюють спеціальні отвори в перекритті топки або з її боків. Як противибуховий клапан служить і канал для підведення атмосферного повітря. Площа противибухових клапанів повинна складати не менше 0,1 м² на 1 м³ об'єму топкового простору.

При експлуатації топки необхідно уважно стежити за справністю і чіткістю роботи автоматики процесу горіння палива, а також за справністю основних блокувань технологічного процесу сушки.

Для виконання вимог по електробезпеці необхідно добре знати принципову електричну схему автоматики сушарки. Вона передбачає:

- попереджувальну сигналізацію;
- дистанційний запуск електродвигунів;
- автоматизацію процесу горіння палива;
- сигналізацію про положення рівня зерна в бункері;
- сигналізацію про перевищення температури агента сушки;
- припинення випуску зерна при зниженні його рівня нижче за допустиме;
- зупинку топки при аварійній температурі агента сушки.

Вимоги автоматики процесу горіння передбачають: електромагнітний вентиль повинен блокуватися з паливним насосом, вентилятором високого тиску АВД і вентиляторами сушарок; якщо електродвигуни цього устаткування не включені або вентилятором АВД не розвиває необхідний тиск повітря перед форсункою, то паливо до форсунки не поступить.

Подача звукової сигналізації при підвищенні температури агента сушки і подальше підвищення температури супроводжуються відключенням топки. Експлуатація топки без елементів автоматики категорично забороняється, оскільки порушення цієї вимоги може привести до вибухів топкових газів і пожежі. При експлуатації топки, що працює на тракторному гасі, передбачається автоматичне відновлення факела у разі його обриву.

Це пояснюється тим, що тракторний гас більш вибухонебезпечний в порівнянні з дизельним паливом і часте повторне запалення може привести до вибуху. Повторне розпалювання топки в цьому випадку оператор проводить після продування топкового простору.

Важливою умовою дотримання протипожежної техніки є герметичність паливопроводу в місцях з'єднань його з приладами, запірною арматурою, а

також герметичність сальникових ущільнень паливного насоса, вентиля і іншого устаткування. Форсунку і паливний фільтр слід періодично очищати від сміття і смолянистих олій.

Перед початком ремонту вимикають устаткування, а на пускову апаратуру вивішують спеціальну табличку «Не включати, ремонт!» або «Не включати, працюють люди!». Стежать за справністю заземлення струмоприймачів і ізоляції електропроводів. Пуск і зупинку механізмів забезпечують як з пульта управління, так і з робочого місця.

У разі загоряння зерна в сушарці негайно:

- повідомляють в пожежну команду об'єкту;
- вимикають всі вентилятори і закривають засувки у повітропроводі від топки до сушарки;
- вимикають топку;
- встановлюють випускний механізм на максимальний випуск, відкривають люки для розвантаження зерна із зерносушарки в підсушильні бункери, на підлогу або майданчик;
- тліюче зерно на майданчику заливають водою.

4.2 Захист цивільного населення

Забезпечення захисту цивільного населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій є одним з найважливіших завдань не лише підприємства, але й цілої держави.

Забезпечення безпеки та захисту населення, об'єктів економіки і національного надбання держави від негативних наслідків надзвичайних ситуацій повинно розглядатися як невід'ємна частина державної політики національної безпеки і державного будівництва, як одна з найважливіших функцій центральних органів виконавчої влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, місцевих державних адміністрацій, виконавчих органів рад.

Захист населення є системою загальнодержавних заходів, які реалізуються центральними і місцевими органами виконавчої влади, виконавчими органами влад, органами управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення, підпорядкованими їм силами та підприємств, що забезпечують виконання організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних, протиепідемічних та інших заходів у сфері запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Зовнішні загрози безпосередньо пов'язані з безпекою життєдіяльності населення і держави у разі розв'язання сучасної війни або локальних збройних конфліктів, виникнення глобальних техногенних екологічних катастроф за межами України, які можуть спричинити негативний вплив на населення та територію держави.

Внутрішні загрози пов'язані з надзвичайними ситуаціями техногенного і природного характеру або можуть бути спровоковані терористичними діями.

Принципи захисту впливають з основних положень Женевської конвенції щодо захисту жертв війни та додаткових протоколів до неї, можливого характеру воєнних дій, реальних можливостей держави щодо створення матеріальної бази захисту. З метою захисту населення, зменшення втрат та шкоди економіці в разі виникнення надзвичайних ситуацій має право проводитися спеціальний комплекс заходів.

4.3 Охорона довкілля

Серед соціальних та екологічних тенденцій, що формують наше майбутнє, є стрімке зростання чисельності населення, укорінення хибних моделей споживання, надмірне викачування підземних вод, поширення стійких органічних забруднювачів у ґрунтах, водах, повітрі. Внаслідок цього людство постало перед загрозою виснаження природних ресурсів, проблемами виробництва продовольства та незадовільного харчування, глобальних кліматичних змін, поширення нових хвороб, загибелі місцевих екосистем.

Одним з найскладніших видів виробництва продукції, необхідної для людини, є сільське господарство. Його розвиток і кінцеві результати визначаються якістю і станом основних компонентів біосфери - ґрунту, води, повітря, знанням закономірностей оновлення природних ресурсів. Лише на основі дбайливого ставлення до природи можна розвивати сільське господарство не лише сьогодні, але й в майбутньому.

Науково - технічний прогрес в агропромисловому комплексі повинен сприяти збереженню рівноваги у природі.

Сучасне аграрне виробництво повинно максимально врахувати екологічні особливості землеробських регіонів, їх природних ресурсів та умов.

Безумовно вирішальну роль у переорієнтації напрямків і характеру майбутнього розвитку суспільства, гармонізації взаємовідносин між людиною і природою відіграватиме сучасна молодь, зокрема, майбутні фахівці сільського господарства. Екологічна ситуація яка склалася у світі спонукала все цивілізоване людство усвідомити, що подальше безвідповідальне споживацьке ставлення до природи та природних ресурсів може завершитися глобальною катастрофою.

Досягнення якісно нових рубежів у виробництві продуктів харчування можливе лише за умов подальшої інтенсифікації землеробства і тваринництва на основі найсучасніших досягнень науки і техніки ефективного і раціонального використання ресурсного потенціалу агропромислового комплексу.

Ґрунти мають величезне значення не лише тому, що є головним джерелом отримання харчових продуктів. Вони відіграють активну роль в очищенні природних і стічних вод ґрунтово-рослинного покриву та є регулятором водного балансу суші. Це – універсальний біологічний фільтр і нейтралізатор багатьох видів антропогенного забруднення. Основними засобами відновлення ґрунтів є насадження лісозахисних смуг, впровадження сівозмін, періодична консервація угідь.

Вода є одним з найнеобхіднішим і найпоширеніших речовин. Сільське господарство – один з найбільших споживачів і одночасно забруднювачів вод внаслідок використання мінеральних добрив та інших хімікатів, функціонування тваринницьких комплексів, зрошування земель.

Одним із найважливіших чинників, що потребує охорони є атмосферне повітря. Основними джерелами забруднення атмосфери є природні і промислові процеси. Основна маса забруднення повітря припадає на спалювання органічних енергоносіїв (вугілля, нафта, газ).

До 40% забруднень дає автотранспорт. Справа погіршується ще, й тим, що автомобільні викиди концентруються в приземному шарі повітря – саме в зоні дихання. Для зменшення кількості викидів на автомобілях і тракторах встановлюють спеціальні каталізатори, що окислюють СО до СО₂.

Правильне зберігання і використання нафтопродуктів – один із найважливіших чинників охорони атмосферного повітря, водоймищ, а також ґрунтів, тому особливу увагу у господарстві мають приділяти саме використанню, зберігання і утилізацію ПММ.

5 ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ

Для оцінки економічної доцільності вибраної схеми захисту електродвигунів зерносушарки порівнюємо додаткові затрати на його впровадження і експлуатацію та економію коштів за рахунок зменшення кількості простоїв електродвигуна або його заміни.

Балансова вартість вибраної схеми становить $B = 8531$ грн.

Експлуатаційні затрати C для вибраної схеми складуть:

$$C = A + PP + H, \text{ грн} \quad (5.1)$$

де: A - амортизаційні відрахування, грн.;

PP - відрахування на поточний ремонт, грн.;

H - накладні витрати, грн..

Амортизаційні відрахування визначаємо за формулою:

$$A = \frac{B \cdot H_a}{100}, \text{ грн} \quad (5.2)$$

де: B - балансова вартість, грн.;

H_a - норма амортизаційних відрахувань, %.

Амортизаційні відрахування базової установки:

$$A = \frac{8531 \cdot 15}{100} = 1276,65 \text{ грн.}$$

Відрахування на поточний ремонт:

$$PP = \frac{B \cdot H_{np}}{100}, \text{ грн} \quad (5.3)$$

де: H_{np} — норма відрахувань на поточний ремонт - 7,5%.

Відрахування на поточний ремонт базової установки:

$$PP = \frac{8531 \cdot 7.5}{100} = 638,83 \text{ грн}$$

Накладні витрати в цьому випадку можна врахувати як 20% балансової вартості:

$$H = \frac{B \cdot H_e}{100} = \frac{8531 \cdot 20}{100} = 1706,2 \text{ грн} \quad (5.4)$$

Таким чином додаткові витрати на впровадження і експлуатацію нового електродвигуна складуть:

$$ДВ = B + C = 8531 + 1278,65 + 638,83 + 1706,2 = 12154,68 \text{ грн} \quad (5.5)$$

Для двох років експлуатації:

$$ДВ = B + C = 8531 + 2 \cdot (1278,65 + 638,83 + 1706,2) = 15772,36 \text{ грн} \quad (5.6)$$

При заміні електродвигуна враховуємо вартість електродвигуна АІР112М:

$$B_o = 18135 \text{ грн}$$

Вартість робіт (ВР) під час відкручування агрегату та його заміні, куди входять оплата праці ремонтної бригади, оплата орендованої техніки та накладні витрати за даними обласної енергетичної компанії складає 5500 - 7000 грн. Затрати під час заміни електродвигуна:

$$З_o = B_o + ВР = 18135 + 6500 = 24635 \text{ грн.} \quad (5.7)$$

Враховуючи той факт, що середній строк роботи електродвигунів без спеціального температурного захисту складає 9...12 місяців, а з вибраною нами схемою захисту двигуна - прогнозується 18...24 місяці, то використання запропонованого удосконалення дозволяє зекономити кошти на одну заміну.

Економія коштів складе:

$$E = З_o - ДВ = 24635 - 15772,36 = 8862,64 \text{ грн.} \quad (5.8)$$

Строк окупності з врахуванням 2-річного циклу складе:

$$CO = \frac{ДВ}{З_o} \cdot 2 = \frac{15772,36}{24635} \cdot 2 = 1,3 \text{ років} \quad (5.9)$$

Значення економічних показників отриманих в результаті розрахунків заносимо в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Економічні показники ефективності

Показники	Позначення	Одиниці виміру	Значення
Експлуатаційні витрати	С	Грн	3621,68
Накладні витрати	Н	Грн	1706,20
Додаткові витрати	ДВ	Грн	15772,36
Затрати на заміну	З	Грн	24635
Економія коштів	Е	Грн	8862,64
Термін окупності	Т	Років	1,3

З отриманих результатів видно, що впровадження запропонованої схеми захисту електродвигунів зерносушарки є економічно доцільним.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі розроблено систему електрозабезпечення зерносушарки із вибором апаратури захисту та керування електродвигунами і силової проводки.

Подано загальну характеристику підприємства та технологічного процесу сушіння зерна. Проведено аналіз типів зерносушарок та технологій сушіння. Запропоновано загальну схему електропостачання зерносушарки М-819. Обчислено, обґрунтовано та вибрано технологічне обладнання. Розраховано і вибрано електроприводи. Розраховано часу розгону робочої машини, двигуна зерносушарки.

Проведено аналіз роботи схем захисту електродвигуна та вибрано апарати захисту та керування. Висвітлено питання охорони праці, визначено основні небезпеки, що можуть виникати під час експлуатації зерносушарки, та запропоновано заходи щодо їх усунення або зменшення ризиків

Проведений економічний розрахунок, де економія коштів становить 8862,64 грн, а строк окупності нашої установки буде складати 1.3 роки.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Белікова Л. Я., Шевченко В. П. Електричні машини: навч. посіб. Одеса: Наука і техніка, 2012. 480 с.
2. Бялобржеський О. В., Сухоніс Т. Ю., Качалка В. Ю. Контроль і керування якістю електричної енергії. Кременчук. 2014 р. 127 с.
3. Василега П.О. Електропостачання. Суми. Університетська книга, 2008. 415 с.
4. . Електропривод: підручник / [Ю. М. Лавріненко, О. С. Марченко, П. І. Савченко та ін.] ; за заг. ред. Лавріненка Ю. М. – К. : Видавництво «Ліра-К», 2009. – 504 с.
5. Жулай Ю. М. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та поточкових ліній : підручник. К. : Вища освіта, 2011. - 288 с.
6. Загірняк М. В., Невзлін. Б. І. Електричні машини: підруч. Київ. Знання, 2009. 399 с.
7. Заблодський М. М., Чуєнко Р. М., Васюк В. В. Електричні машини (Ч.2 Трансформатори): навч. посіб. Київ: ЦП «Компринт», 2019. 350 с.
8. Клименко Б. В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту: навч. посіб. - Харків: «Точка», 2012. 340с.
9. Коруд В. І. Електротехніка : підручник 4-те вид., перероб., доп. Львів : Магнолія, 2006. 417 с.
10. Куценко Ю. М., Яковлєв В. Ф. Електричні машини і апарати: навч. посіб. Київ: Аграрна освіта, 2013. 449 с.
11. Малинівський С. М. Загальна електротехніка. – Львів. видавництво НУ «Львівська політехніка», 2001, – 596 с.
12. Онушко В. В., Шефер. О. В. Електричні машини: навч. посіб. Полтава: ПолтНТУ, 2010. 487 с.
13. Осташевський М. О., Юр'єва О. Ю. Електричні машини і трансформатори: навч. посіб. Київ: Каравела, 2018. 454 с.

14. Паначевський Б. І. Загальна електротехніка / Б. І. Паначевський, Ю. В. Сверкун. – К. : Каравела, 2004, – 440с.
15. Півняк Г. Г., Довгань В. П., Шкрабець Ф. П. Електричні машини: навч. посіб. Дніпро: Національний гірничий університет, 2003. 327 с.
16. Проектування сервісних підприємств ремонту машин та агрегатів АПК: навчальний посібник / [Дирда В.І., Калганков Є.В., Мельянцов П.Т. та інші] – Д.: «Герда», 2014. – 100 с.
17. Яцун М. А. Електричні машини: підруч. Львів: Нац. ун-т «Львівської політехніка», 2011. 464 с.
18. [Електронний ресурс]: режим доступу <http://energo.ucoz.ua/publ/32-1-0>.
19. [Електронний ресурс]: режим доступу <http://electromash.com/catalog/oborudovanie-dlya-remonta-elektrodvigatelej-do-100-kvt/04.02.29>.