

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

відділення "Інженерної інфраструктури та комп'ютерних наук"

Кафедра "Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка"

**До захисту допущений
Завідувач відділення**

Лавріщев О.О.

« ____ » _____ 2025 року

Пояснювальна записка

до дипломного проекту
освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр
на тему на тему: "Електрифікація технологічних процесів в картоплесхо-
вищі на 2000 тонн "

Виконав: здобувач освіти IV курсу, групи Е -42
спеціальності

141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

_____ Гульчевський Є.В.

Керівник роботи _____ Дурас М.В.

Консультант з охорони праці _____ к.т.н. Нездвєцька І.В.

Консультант з економічної частини _____ Мельничук В.В.

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Житомир – 2025 року

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

Відділення "Інженерної інфраструктури та комп'ютерних наук"

Кафедра "Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка"

Галузь знань 14 "Електрична інженерія"

Спеціальність 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"
освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр

ЗАТВЕРДЖУЮ

ЗАВІДУВАЧКА КАФЕДРИ

_____ **І.В. Нездвєцька**
" "

_____ 202__ року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ ЗДОБУВАЧА ОСВІТИ

Гульчевський Єгор Вікторович

1. Тема проекту: «Електрифікація технологічних процесів в картоплесховищі на 2000 тонн»

керівник проекту

Дурас Марія Володимирівна,

затверджені наказом навчального закладу від "03" грудня 2024 року № 495-н

2. Строк подання студентом проекту "10" червня 2025 року

3. Вихідні дані до проекту: характеристика та обстеження підприємства.

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

Вступ.

1. Виробнича характеристика картоплесховища.

2. Проектування комплексної електрифікації виробничих процесів.

3. Електротехнічна частина.

4. Детальна розробка технологічної схеми автоматичного керування

5. Організація технічної експлуатації електрообладнання

6. Виконання кошторису по проекту

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Електрифікація технологічних процесів в картоплесховищі на 2000 т.

2. Схема електрична принципова.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ1	Дурас М.В. викладач спеціальних дисциплін.	27 січня 2025р.	
Розділ2	Дурас М.В. викладач спеціальних дисциплін.	27 січня 2025р.	
Розділ3	Мельничук В.В. викладач спеціальних дисциплін.	27 січня 2025р.	
Розділ4	Нездвецька І.В. викладач спеціальних дисциплін.	27 січня 2025р.	
ГЧ та технічна документація.	Дурас М.В. викладач спеціальних дисциплін.	27 січня 2025р.	

7. Дата видачі завдання “27” січня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Вступ.	05.05.2025р.	
2.	Розділ 1.	12.05. 2025р.	
3.	Розділ 2.	19.05. 2025р.	
4.	Розділ 3.	24.05. 2025р.	
5.	Розділ 4.	26.05. 2025р.	
6.	ГЧ1. Електрифікація технологічних процесів в картоплесховищі на 2000 тонн	02.06. 2025р	
7.	ГЧ2. Схема електрична принципова	02.06. 2025р	

Здобувач освіти _____ Гульчевський Є.В.

Керівник проекту _____ Дурас М.В.

[illegible]

РЕФЕРАТ

Робота включає в себе пояснювальну записку та графічну частину. Пояснювальна записка містить 62 сторінок формату А4, 2 плакати формату А1.

В дипломному проєкті проведено загальний опис і задачі технологічного процесу та проектування комплексної електрифікації виробничих процесів в картоплесховищі. Проведена розробка технологічної схеми автоматичного керування температурним режимом в картоплесховищі, вибір силових та освітлювальних проводок, організація технічної експлуатації електрообладнання та заходи з безпеки праці в картоплесховищі, а також проведено розрахунок кошторису проєкту. Розглянуто заходи по монтажу і налагодженню електрообладнання, заходи з охорони праці та засоби захисту.

ЗМІСТ

Вступ.....	9
1.Виробнича характеристика картоплесховища.....	10
1.1.Характеристика картоплесховища.....	10
2.Проектування комплексної електрифікації виробничих процесів в картоплесховищі.....	11
2.1.Загальний опис і задачі технологічного процесу.....	11
2.2.Технологічні вимоги до зберігання продукції.....	16
2.3.Вибір технологічного обладнання.....	18
2.4.Заходи щодо енергозбереження.....	20
2.5.Технічні показники проекту.....	21
3.Електротехнічна частина.....	23
3.1.Розрахунок і вибір електродвигуна.....	23
3.2.Розрахунок освітлення і вибір освітлювального обладнання.....	28
3.3.Вибір апаратів керування і захисту.....	32
3.4.Вибір силових та освітлювальних проводок.....	37
4.Детальна розробка технологічної схеми автоматичного керування температурним режимом в картоплесховищі.....	47
4.1.Технологічна схема автоматичного керування температурним режимом в картоплесховищі.....	47

					ДП.14.104.2.035.ПЗ			
Змн.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гульчевський Е.В.			Електрифікація технологічних процесів в картоплесховищі на 2000 тонн	Літ.	Арж.	Акресів
Перевір.		Дукас М.В.					7	62
Реценз.						ЖАТФК, зр. Е-42		
Н. Контр.								
Затверд.		Лаврищев О.О.						

5.Організація технічної експлуатації електрообладнання та заходи з безпеки праці в картоплесховищі.....	52
5.1.Заходи по монтажу і налагодженню електрообладнання.....	52
5.2.Заходи з охорони праці та засоби захисту.....	56
6.Виконання кошторису по проекту.....	58
Список використаної літератури.....	62

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

Сучасний розвиток технологій зберігання овочів і фруктів нерозривно пов'язаний із вирішенням низки завдань, серед яких механізація та автоматизація виробничих процесів відіграють ключову роль. Основна мета нових розробок полягає в повному задоволенні потреб споживачів продукцією, що дозволяє мінімізувати витрати праці. Досягнення інтенсифікації процесів можливе завдяки впровадженню комплексно-механізованих і автоматизованих потокових ліній. При цьому створення нового технологічного обладнання та модернізація існуючого орієнтуються на біохімічні особливості, методи вирощування та зберігання продукції, а також враховують численні організаційні й економічні аспекти. Характерною рисою сучасного етапу розвитку електрифікації є поява та активне застосування принципово нових технологічних засобів, здатних задовольняти все більш жорсткі вимоги до швидкості, якості та надійності виробничих процесів.

					ДП.14.104.2.035.ПЗ									
Змн.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата										
Розроб.		Гульчевський Е.В.			ВСТУП				Лит.		Арк.		Акрюшів	
Перевір.		Дурас М.В.									9		62	
Реценз.									ЖАТФК, зр. Е-42					
Н. Контр.														
Затверд.		Лаврищев О.О.												

1.ВРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА КАРТОПЛЕСХОВИЩА

1.1.Характеристика картоплесховища.

Склад являє собою одноповерхову будівлю, що включає три ангари, два складські приміщення та основний вентиляційний канал, який розташований між ними. У конструкції основного вентиляційного каналу передбачені випарник (компресор) холодильної установки, вентилятор і зволожувач повітря. Цей канал з'єднується з підшипником через отвір із заслінкою, яка регулює доступ повітря до підшипника. З іншого боку система оснащена вентиляційними трубами з отворами — по 25 у кожному складі. Процес зберігання картоплі регулюється параметрами температури та вологості, які забезпечуються завдяки вентиляції, системам охолодження та зволоження повітря. Циркуляція повітря може здійснюватися як у замкнутому контурі (в межах складського приміщення), так і шляхом використання повного чи часткового припливу зовнішнього повітря. Його кількість контролюється ступенем відкриття ролетів, що дає можливість змінювати обсяг зовнішнього повітря від мінімального до максимального.

Рух повітря відбувається за такою схемою: 1.

– Накопичувальний бак → охолоджувач випарника + припливне повітря – Вентилятор зволожувач → вентиляційний канал → накопичувальний бак 2.

– Зберігання → Охолоджувач випарника → Вентилятор → Зволожувач → Вентиляційний канал → Зберігання → Припливне повітря 3.

– Зберігання + Припливне повітря → Вентилятор – Зволожувач → Вентиляційний канал → Зберігання → Припливне повітря

Варіанти роботи обладнання показані в таблиці 1.

					ДП.14.104.2.035.ПЗ				
Змн.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Гульчєвський Є.В.			ВИРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА КАР- ТОПЛЕСХОВИЩА		Літ.	Арк.	Акрюшк
Перевір.		Дурас М.В.						10	62
Реценз.							ЖАТФК, зр. Е-42		
Н. Контр.									
Затверд.		Лавріщев О.О.							

Схема руху повітря	1				2				3	
Компресор охолоджувальної установки		+	+							
Вентилятор	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Зволожувач	+		+		+		+		+	

При русі повітря за третьою схемою компресор холодильника не функціонуватиме, оскільки майже весь потік повітря буде надходити ззовні. Сховище має форму каркаса з гарячецинкованої та пофарбованої листової сталі. Ізоляція приміщення - пінополіуретан 60 мм і більше. В непередюачених отворах каркасу залита силіконова мастика. У щілині між конструкцією і люком стулки, а також дверцят, передбачено морозостійкий ущільнювач та утеплюення. Біля картоплесховища встановлені ворота, через які може заїжджати вантажівка для виконання робіт. Розглянуте приміщення в цьому проєкті має кілька недоліків. Переважно проєкт характеризується застарілим обладнанням, яке потребує модернізації, а також відсутністю комп'ютеризації виробничих процесів.

2. ПРОЕКТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ В КАРТОПЛЕСХОВИЩІ

2.1. Загальний опис і задачі технологічного процесу.

Овочі належать до групи соковитих кормів рослинного походження, які відрізняються від інших сільськогосподарських культур певним хімічним складом і тісно пов'язані між собою за якісними показниками.

Основними характеристиками овочів є високий вміст води (65-96°) і те, що їх сухі речовини напіврозчинні або відносно легко розчинні.

Крім того, сирі та оброблені овочі є важливими джерелами їжі для людей, а також можуть використовуватися як корм для тварин і в різних галузях промисловості.

Високий вміст води в овочах підвищує активність ферментативних процесів, активізує дихання, збільшує випаровування води.

В результаті овочі та фрукти стають м'якшими, активність мікробів підвищується.

Все це скорочує термін зберігання овочів при тривалому зберіганні.

Через високий вміст вологи овочі слід зберігати при високій відносній вологості (80-97 °С).

Маса цих продуктів може повністю наситити повітря водяною парою і викликати конденсат.

Усі продукти в групі фруктів і овочів дуже чутливі до температури і добре зберігаються при температурах, близьких до +1°С, але різні овочі мають різні оптимальні температури.

При температурі нижче +1 °С значно сповільнюється активний розвиток мікроорганізмів і обмінні процеси в клітинах і тканинах продуктів, що зберігаються.

					ДП.14.1042.035.ПЗ								
Змн.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Гульчевський Є.В.			ПРОЕКТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ЕЛЕКТ- РИФІКАЦІЇ			Літ.		Арк.		Акрюшів	
Перевір.		Дурас М.В.								12		62	
Реценз.								ЖАТФК, зр. Е-42					
Н. Кантр.													
Затверд.		Лавріцев О.О.											

Однак більшість фруктів і овочів не витримують таких температур через високий вміст вологи.

Замерзає лише при 0,5-2,5 °С.

При плюсових температурах вище 5-8 °С інтенсивність дихання картоплі і плодів різко зростає, а це призводить до значних втрат сухої речовини.

Немає достатніх досліджень овочів і фруктів як продуктів, що зберігаються.

Все, що ми знаємо, це їхні фізичні властивості, біохімічні процеси, що відбуваються в них, і взаємодія між ними та різними факторами навколишнього середовища.

Однак на основі цієї інформації розроблено види та способи консервування овочів і фруктів, що дає змогу звести до мінімуму втрати маси та якості цих продуктів при зберіганні.

Тому при правильній організації зберігання бульб картоплі загальна втрата маси за весь період зберігання з жовтня по травень може становити 4-5%.

При значних відхиленнях від оптимальних умов зберігання втрати за цей період можуть досягати 10-20 % зі зниженням якості або повною втратою властивостей споживчого продукту.

Для тривалого зберігання сільськогосподарської продукції застосовуються такі заходи, як електрифікація та автоматизація, транспортування та зберігання продукції, контроль мікрокліматичних параметрів та захист продукції від псування, сортування та розвантаження продукції, контроль якості та кількісний розрахунок продуктів, що завантажуються, зберігаються та продаються.

Найважливішими параметрами мікроклімату в складському приміщенні є температура і відносна вологість повітря в масі продуктів, що зберігаються.

Найскладнішим є процес автоматичного регулювання температури картопляного сховища.

По-перше, якщо зберігати велику кількість картоплі та овочів у сховищах, не обладнаних системами автоматичного контролю, то при плюсовій

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

температурі на продукті будуть розвиватися псування, які швидко поширюватимуться на сусідні овочі.

По-друге, звичайно, ми намагаємося зберігати овочі при мінімально допустимій температурі, але в люті морози зовнішній шар продукту може замерзнути.

По-третє, щоб візуально контролювати зберігання продуктів, продукти розміщуються тонкими шарами, залишаючи простір для проходу обслуговуючого персоналу, що призводить до відносно низького використання обсягу зберігання.

В результаті при зберіганні картоплі та овочів в неавтоматизованих овочевих фермах корисний об'єм будівлі становить 30-40% від загального об'єму, а показник псування продукції досягає більше 30% овочеві навіси побудовані з цегли або бетонних блоків, а перекриття – із залізобетонних плит.

Для поліпшення теплоізоляції використовують ізоляційні матеріали, такі як будівельні газосилікати або газобетон, а саму опору частково закопують в землю.

Метод примусової вентиляції полягає в періодичному видавлюванні повітря в залежності від маси продукту, що зберігається, витрачаючи 1 тунну повітря на годину 100 куб.м, іноді 300 куб.

Картопля Овочесховище буде обладнане обігрівачами для підігріву повітря взимку та охолоджувачами для попереднього охолодження припливного повітря з осені до весни та літа, за потреби.

Наразі в країні потрібна комплексна реконструкція існуючих сховищ, що дозволить істотно скоротити капітальні витрати (на 40-60% у порівнянні з будівництвом нових сховищ), а крім того, це дозволить економити мільйони тонн бульб на рік гроші на коренеплоди. На даний час у господарстві будується значна кількість картоплесховищ та овочесховищ місткістю 1000 тонн та 2000 тонн відповідно за раніше реалізованими проектами 114-59 та 115-59.

Ці проекти передбачали створення системи активної вентиляції через підземні та відкриті канали.

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однак через відхилення від проекту під час будівництва, відсутність певного технічного обладнання фактична місткість цих складів становить здебільшого 50-70% від проектної, а системи вентиляції працюють неефективно, що призводить до величезних втрат продукції.

Рівень роботи низький, механізований.

Суть комплексної реконструкції існуючих складських приміщень полягає в розробці проекту реконструкції кожного окремого сховища, включаючи встановлення сантехнічного, електротехнічного та технічного обладнання.

Комплексна реконфігурація заснована на блочно-модульному виконанні всіх компонентів.

Будівельний модуль базується на ємності 1000 тонн (проект 114-59), для нього призначений модуль технічного обладнання з системами автоматизації.

Комплексно реконструйовані склади обладнуються будівельними конструкціями (реконструйовані складські будівлі) і для забезпечення мікроклімату, вентиляції, охолодження (при необхідності) і механізації робіт із завантаження, виготовлення та обробки продукції складаються з системи автоматизації та енергетики з комплексом універсальні датчики.

Автоматико-енергетична система забезпечення мікроклімату являє собою блочно-модульний комплект панелей приладів серійного виробництва, що забезпечує: - Робота вентиляторів, охолоджувачів, жалюзійних решіток та електронагрівачів у встановлених режимах

– Підтримання та контроль температурного режиму (при необхідності вологості) в окремому відділенні для зберігання з відображенням інформації за допомогою світлодіодних індикаторів.

- Робота пристрою в заданому режимі протягом тривалого часу без обслуговуючого персоналу.

- Джерела живлення для двигунів, нагрівальних елементів тощо із захистом від короткого замикання та перевантаження.

- Можливість дистанційного контролю вмісту обладнання в справному стані та проведення робіт в автоматичному та ручному режимах.

При цьому ручний режим дозволяє вмикати будь-який пристрій за бажанням оператора, незалежно від температурного режиму на складі.

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Автоматичний режим забезпечує роботу пам'яті в режимі, визначеному технологією.

Зокрема для картоплі це сушіння, обробка, охолодження (0,5 °C на добу), тривале зберігання та перед реалізацією.

Така система працює від трифазного змінного струму напругою 380 В із заземленою нейтраллю та автоматично підтримує необхідну температуру всередині складу, незалежно від коливань за межами складу.

Система оснащена унікальним датчиком температури (1 датчик на 100 тонн продукту), який є надзвичайно надійним і точним (+ 0,1°C).

Ця система дозволяє регулювати мікроклімат не тільки в сховищах, але і в теплицях, інкубаторах та інших сільськогосподарських приміщеннях.

Система вентиляції та охолодження забезпечує максимально сприятливі умови зберігання продукції та значно знижує втрати продукції.

Залежно від типу зберігання (навалом або контейнери 500-1000 кг) використовується відповідний варіант.

Використовуйте канали заземлення або зовнішні канали при зберіганні великих кількостей, і використовуйте повітропроводи з оцинкованого листового металу при зберіганні в контейнерах.

Система вентиляції забезпечує потік повітря до 100 м3 на тонну продукту при тиску до 1000 Па.

Система охолодження працює як зовнішнім морозним повітрям, так і штучним охолодженням.

Комплект обладнання - це промислова модель модульної опалювально-вентиляційної установки, повністю в заводському стані.

Комплексна реструктуризація складських приміщень зменшує втрати продукту до рівня, близького до природного (якщо продукт зберігається), дозволяє зберігати продукт до нового врожаю без шкоди для товарного вигляду, а також зменшує витрати на оплату праці в 2 рази...3 рази.

Завдяки збільшенню обсягу зберігання в 1,5-1,8 рази і зниженню втрат в 3-6 разів, витрати на переобладнання складу окупаються за 1-2 сезони.

Перебудова двох-трьох старих складів створить додатковий обсяг закладки, рівний новозбудованому складу.

					ДП.14.1042.035.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Активна вентиляція допомагає підтримувати оптимальну температуру і вологість на складі.

Одночасно забезпечує видалення з коренеплодів і овочів повітряної вологи, а також продуктів дихання, що призводять до розвитку патогенних мікроорганізмів, з їх маси.

Повітря до маси продукту, що зберігається, подається за допомогою системи припливного повітря з відцентровими або осьовими вентиляторами.

Працездатність системи вентиляції залежить від температури зовнішнього повітря, виду та ваги продуктів, що зберігаються.

Для зниження температури продукту, що зберігається, зовнішнє повітря нагнітається в масу продукту вентилятором через живильну шахту та вентиляційний канал.

Якщо зовнішня температура неприйнятно низька або висока, вентилятор нагнітає внутрішнє повітря (циркуляційне повітря) у продукт, після чого камера подачі закривається клапаном.

2.2. Технологічні вимоги до зберігання продукції

Візьмемо на прикладі картоплесховища і розглянемо процес управління мікрокліматом в овоче- та картоплесховищах.

Технологічний процес консервування картоплі можна розділити на три основні періоди: лікування, охолодження і зберігання.

У період лікування, для швидкого загоєння механічних пошкоджень картоплі, необхідно підтримувати температуру повітря в підгортанні приміщенні цибулі мінімально 14-18 °C і високу відносну вологість (вище 90%). обмін.

Якщо температура картоплі перевищує 18 °C, необхідно включити активну вентиляцію і забезпечити повітря температурою на 3-4 °C нижче температури маси продукту, що зберігається.

При розміщенні на зберігання хворої картоплі (ураженої фітофторою, нематодами та ін.) обробку проводять при температурі 8-10 °C з наступним охолодженням до 1-2 °C.

Укладаючи вологу картоплю, негайно висушіть її за допомогою посиленої примусової вентиляції при відносній вологості 80% або менше.

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У період охолодження після двотижневого періоду обробки температура картоплі, що зберігається, поступово знижується до 2-4°C.

Для цього бульби картоплі провітрюють зовнішнім повітрям або сумішшю з внутрішнім повітрям у той час, коли температура зовнішнього повітря щонайменше на 4-5 °C нижча за температуру картоплі. Бульби, розташовані на пагорбах, повільно охолоджують. при 0,5-0,6°C на добу і максимальній вологості 100%. Період охолодження 20-25 днів.

Період зберігання є основним. Починається, коли температура підгорнутої картоплі досягне 3-4°C.

Система вентиляції включається, коли температура на пагорбі піднімається вище 4°C. Взимку виріб активно вентилується сумішшю зовнішнього і внутрішнього повітря, а при сильних морозах використовується тільки рециркуляційне повітря.

В інші пори року схили провітрюються шляхом підведення зовнішнього повітря в найхолодніші години дня або повітрям, охолодженим спеціальними холодильними установками.

У всіх випадках відносна вологість повинна бути максимальною, але на картоплі не повинен утворюватися конденсат.

При зниженні вологості вентиляційного повітря картопля значно втрачає масу і втрачає товарний вигляд.

Подібні агротехнічні вимоги пред'являються до систем автоматичного регулювання мікроклімату при зберіганні інших овочів.

У режимах «Лікування» та «Охолодження» температура маси продукту, що зберігається, завжди вище заданої, а час роботи системи примусової вентиляції залежить від температури зовнішнього повітря та маси продукту, що зберігається.

Автоматичне керування примусовою вентиляцією покращує лежкість овочів і зменшує втрати овочів на 15-20% порівняно зі зберіганням з ручним керуванням.

					ДП.14.1042.035.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Вибір технологічного обладнання.

Багаторічний досвід роботи зі сховищами картоплі показав, що використовувати стаціонарні механізовані засоби для одного оборту сховища недоцільно, оскільки сховище не використовується протягом 9-10 місяців на рік.

Логічніше використовувати мобільний пристрій.

У нас на складі відбуваються лише вантажно-розвантажувальні роботи за умови, що обробка та сортування відбуваються у спеціально відведених для цього місцях.

Вантажно-розвантажувальні роботи можна виконувати за допомогою транспортера-навантажувача ТЗК-30.

Він містить складні механізми, об'єднані в єдине ціле.

Це включає приймальні бункери ємністю 2 тонни, оснащений рухомою стрічковою підлогою і перекидним стріловим конвеєром.

Шасі транспортера складається з рами, встановленої на чотирьох пневматичних шинах.

Колеса приводні, а стріла конвеєра керується гідравлічно.

Поворот на 180° навколо вертикальної осі за допомогою механічних передач

Технічні характеристики

Продуктивність , т/год	30
Габарити	
-довжина ,м	12,7
-ширина ,м	2,62
-висота , м	2,7
Швидкість руху стрічки , м/с	0,98
Ширина стрічки завантажувальної секції , мм	400
Максимальна висота завантаження ,м	5,5
Ємність приймального бункера ,т	2
Радіус розвороту по зовнішньому колесу , м	6,7
Сумарна потужність електродвигунів , кВт	9,5
Вага , кг	2769

Визначаємо час за який буде завантажено сховище при восьми годинному дні:

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

$$t = \frac{Q_{\text{сх}}}{Q_{\text{з.роз}} \cdot t_{\text{змін}}}$$

де , $Q_{\text{сх}}$ - місткість сховища , т;

$Q_{\text{з.роз}}$ - продуктивність завантажувача за зміну з урахуванням втрат часу на маневр і вивантаження.

$t_{\text{змін}}$ - час змін , год.

$$Q_{\text{з.роз}} = Q_{\text{з}} (1 - (t_{\text{ман.}} + t_{\text{авт.}}))$$

де , $Q_{\text{з}}$ - продуктивність завантажувача , т/год.

$t_{\text{ман.}}$ і $t_{\text{авт.}}$ – час , який витрачено на маневр завантажувача автомобіля відповідно в у.о.

$$Q_{\text{з.роз}} = 30 (1 - (0,2 + 0,1)) = 21 \text{ т/год.}$$

$$t = \frac{2000}{21 \cdot 8} = 11,9 \approx 12 \text{ днів.}$$

Отже , приймаємо один транспортер ТЗК – 30.

2.4. Заходи щодо енергозбереження

Враховуючи високий рівень електрообладнання сільськогосподарського виробництва, особливого значення набувають питання ефективного використання електроенергії, її економії, раціональної експлуатації та ремонту електрообладнання в організаціях.

Виконуємо раціональну експлуатацію та ремонт, використовуючи комплексну систему ремонту та обслуговування сільськогосподарського електрообладнання.

Для забезпечення надійності, економічності та безпеки електроустановок необхідно: - Проводити перевірку стану систем обладнання,

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

профілактичні випробування та ремонти розподільних пристроїв і трансформаторів у строки, встановлені чинними стандартами і правилами.

- Покращуйте свою схему живлення, призначаючи навантаження на резервні зовнішні лінії електропередач.

– Забезпечити коефіцієнт потужності відповідно до норм.

- Технічне обслуговування обладнання персоналом необхідної кваліфікації, забезпечення підготовки та інструктажу персоналу для обслуговування електроустановок. Забезпечення правильного вибору електродвигунів для робочих машин, потужних у разі неповних навантажень. Замінити двигун на менш потужний двигун.

Для зменшення втрат електроенергії в сільських мережах вживаються різні заходи.

Найважливіші з них: заміна перетину лінії, зменшення довжини лінії, вибір оптимального місця для установки підстанції, коригування графіка навантаження споживачів, заміна електродвигунів без навантаження, потужність. Встановлення конденсаторної батареї для збільшення кількості конденсаторів.

Коефіцієнт потужності, усунення несиметрії навантаження та ін.

Усім підприємствам рекомендовано щорічно розробляти та впроваджувати організаційно-технічні заходи щодо економії палива та електроенергії, з метою усунення місць необґрунтованого споживання електроенергії.

2.5. Технічні показники проекту.

P_v - встановлена потужність.

T_p - річне число годинника використання максимального навантаження

W - річна витрата електроенергії. $W = P_p * T_{max}$

де P_p - розрахункове навантаження, кВт

T_{max} - число годинника використання P_{max} , ч

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Розрахунок техніко-економічних показників проектного об'єкту
приведений у вигляді таблиці 2

Таблиця 2. Техніко-економічні показники проектного об'єкту.

Найменування показників	Позначення	Од. виміру	Величина	Примітка
1.Встановлена потужність електроприймачів:		кВт		
Всього	P_v		74,7	
у тому числі:		кВт		
-силові електроустановки	$P_{в.сил.}$	кВт	65,5	
-електроосвітлення	$P_{в.осв.}$	кВт	9,2	
2.Розрахункова потужність	P_p	-	52,3	По
3.Коефіцієнт потужності	$\cos\phi$		0,8	
4.Річна витрата електроенергії	$W_{год}$	кВт·год год	130750	довіднику
5.Річне число використання максимального навантаження	T_p			

3. ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

3.1.Роозрахунок і вибір електродвигуна.

Вибираємо електродвигун , для приводу компресора , серії АИР200М4У2 ,
ТУ16-526.541-84

$$P_n=37 \text{ кВт}$$

$$P_n > P$$

$$37 > 35 \text{ кВт}$$

$$n_n=1470 \text{ об/хв} \approx n=1440 \text{ об/хв}$$

Для електричного переобладнання допускає двигуни в базовому виконанні, вологостійкі і морозостійкі, для експлуатації на відкритому повітрі за проектом ІМ1081 і ГОСТ 2479-79.

Це машина на ніжках з торцевим щитом з довільно розміщеним всередині ротора валом і циліндричним валом на кінці вала.

Режим роботи цього електродвигуна безперервний S1 по ГОСТ 183-74.

Паспортні дані:

$P_n=37 \text{ кВт}$; $n=1440 \text{ об/хв}$; $I_n=66,3 \text{ А}$; $\eta=92,5\%$; $\cos\varphi=0,89$; $\mu_n=1,7$; $\mu=1,6$;
 $\mu_{\max}=2,7$; $k_i=7,5$; $I_{\text{рот}}=0,28 \text{ А}$; $m=242\text{кг}$.

Ступінь захисту IP54

Перевіримо вибраний електродвигун за наступними умовами :

а)за пусковим моментом :

$$0,8M_{\text{дв.пуск}} \geq M_{\text{зр.р.м.}}$$

б)за нагріванням під час пуску :

$$\tau_{\text{доп}} \geq \tau_{\text{факт}}$$

в)за перевантажувальною здатністю

$$0,8M_{\text{дв.макс}} \geq M_{\text{макс.н.д.}}$$

					ДП.14.104.2.035.ПЗ									
Змн.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата										
Розроб.		Гульчедський Є.В.			ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА				Лит.		Арк.		Акрцшб	
Перевір.		Дурас М.В.									23		62	
Реценз.									ЖАТФК, зр. Е-42					
Н. Контр.														
Затверд.		Лаврищев О.О.												

Виконаємо розрахунок :

а) за пусковим моментом :

$$M_{\text{дв.пуск}} = \mu_{\text{н}} \cdot M_{\text{дв.н}} = 9550 \cdot P_{\text{дв.н}} / n_{\text{н}} \cdot \mu_{\text{н}}, \text{ Нм}$$

$$M_{\text{дв.пуск}} = 9550 \cdot 37 / 1470 \cdot 1,7 = 408,6 \text{ Нм}$$

Оскільки $M_{\text{дв.пуск}} \geq M_{\text{зр.р.м.}}$, $408,6 > 300$, то розрахунок виконано вірно.

б) За нагрівом при запуску: Двигун АИР200М4У2 має категорію термостійкої ізоляції клас В, $\tau_{\text{доп}} = 80^\circ\text{C}$.

Щоб визначити фактичне перегрівання, визначте час запуску двигуна.

Для цього розраховуємо механічні властивості електродвигуна за п'ятьма характерними точками.

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

$$2) S = \frac{n_0 - n}{n_0}; M_{\text{н}} = 9550 \frac{P_{\text{н}}}{n_{\text{н}}}$$

де, n_0 – синхронна частота обертання ;

$n_{\text{н}}$ – номінальна частота обертання двигуна ;

$P_{\text{н}}$ – номінальна потужність двигуна ;

$$n_0 = 1500 \text{ об/хв}$$

$$P_{\text{н}} = 37 \text{ кВт}$$

$$S_{\text{н}} = \frac{1500 - 1470}{1500} = 0,02 \quad M_{\text{н}} = 9550 \frac{37}{1470} = 240,4$$

$$3) S_{\text{кр}} = \frac{S_{\text{н}} + \sqrt{S_{\text{н}} \frac{\mu_{\text{мах}} - 1}{\mu_1 - 1}}}{1 + \sqrt{S_{\text{н}} \frac{\mu_{\text{мах}} - 1}{\mu_1 - 1}}}$$

де, $\mu_{\text{мах}}$ – кратність максимального моменту

$\mu_{\text{н}}$ – кратність пускового моменту

$$M_{\text{к}} = \mu_{\text{мах}} \cdot M_{\text{макс}} = 2,7 \cdot 240,4 = 649,1 \text{ Нм ;}$$

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

$$\mu_{\max}=2,7 ; \mu_{\text{н}}=1,7 ; \mu_1=\frac{\mu_{\max}}{\mu_{\text{н}}}=\frac{2,7}{1,6}=1,7$$

$$S_{\text{кр}}=\frac{0,02+\sqrt{0,02\frac{2,7-1}{1,7-1}}}{1+\sqrt{0,02\frac{2,7-1}{1,7-1}}}=0,2$$

$$M_{\text{к}}=\mu_{\max} * M_{\text{макс}}=2,7*240,4=649,1 \text{ Нм} ;$$

$$4) S_{\min}=0.8 ;$$

$$M_{\min}=\mu_{\min} * M_{\text{н}}=1,6*240,4=384,6 \text{ Нм}$$

$$5) S_{\text{п}}=1 ;$$

$$M_{\text{п}}=\mu_{\text{п}}*M_{\text{н}}=1,7*240,4=408,7 \text{ Нм} ;$$

Побудуємо механічну характеристику з урахуванням допустимого відхилення елементів

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

$$2) S_{\text{н}}=0,02 ;$$

$$M_{\text{н}}'=M_{\text{н}}=240,4 \text{ Нм} ;$$

$$3) S_{\text{к}}=0,2 ;$$

$$M_{\text{к}}'=0,9 * M_{\text{к}}=0,9*649,1=584,2 \text{ Нм} ;$$

$$4) S_{\min}=0,8 ;$$

$$M_{\min}'=0,9*M_{\min}=0,8*384,6=307,7 \text{ Нм} ;$$

$$5) S_{\text{п}}=1 ;$$

$$M_{\text{п}}'=0,85 * M_{\text{п}}=0,85*408,7=347,4 \text{ Нм} ;$$

Побудува механічної характеристики двигуна з урахуванням допустимого відхилення напруги.

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

$$2) S_{\text{н}}=0,02 ;$$

$$M_{\text{н}}'=0,95^2 \cdot M_{\text{н}}'=217 \text{ Нм} ;$$

$$3) S_{\text{к}}=0,2 ;$$

$$M_{\text{к}}''=0,95^2 \cdot M_{\text{к}}'=0,95^2 * 584,2=527,2 \text{ Нм} ;$$

$$4) S_{\min}=0,8 ;$$

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$M_{\min}'' = 0,95^2 \cdot M_{\min}' = 0,95^2 \cdot 307,7 = 278 \text{ Нм} ;$$

$$5) S_{\pi} = 1 ;$$

$$M_{\pi}'' = 0,95^2 \cdot M_{\pi}' = 0,95^2 \cdot 347,4 = 313,5 \text{ Нм} ;$$

Графічну залежність моменту від ковзання електродвигуна показано на рис.

в) Немає необхідності перевіряти перевантажувальну здатність двигуна, оскільки навантаження на вал не перевищує номінального навантаження.

Маємо залежність динамічного моменту від кутової швидкості $\omega = f(M)$ і розбиваємо її на дев'ять рівних ділянок $\Delta \omega$.

Для кожної ділянки визначте середній динамічний момент і побудуйте графік.

Таблиця 3.

S'	0	0.2/M _{ном}	0.2/M _{мах}	0.2/M _{мін}	1/M _{пуск}
M, Нм	0	240,4	649	384,6	408,6
M', Нм	0	240,4	584	307,7	347,4
M'', Нм	0	240,4	527,2	278	313,5

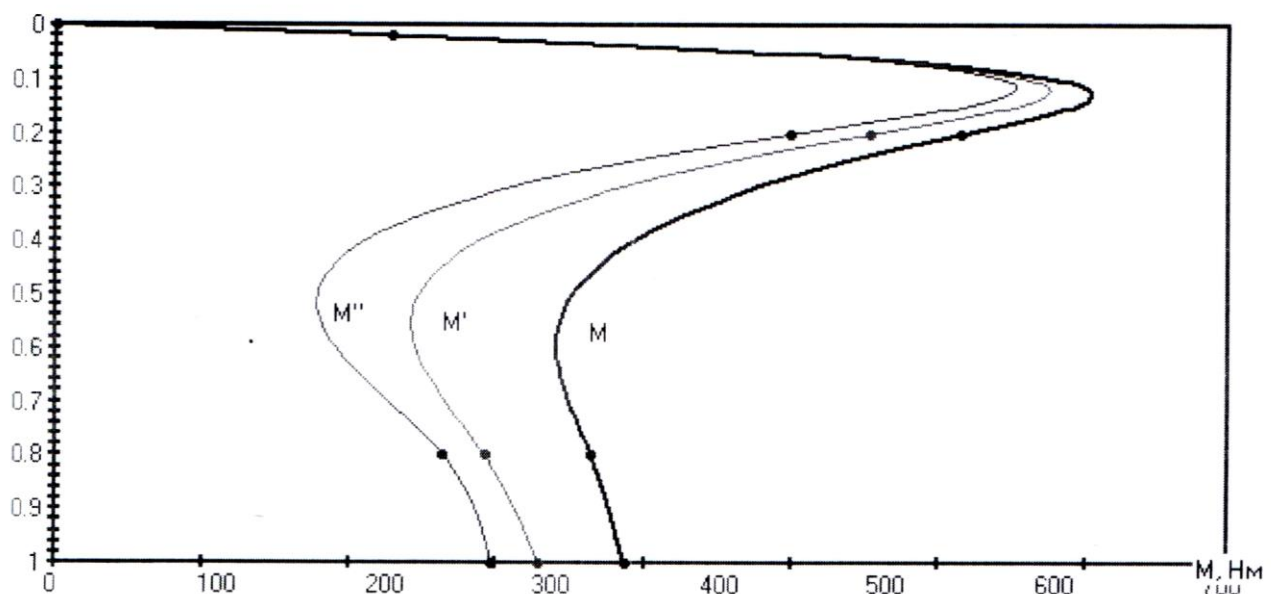


Рис.1.Механічна характеристика електродвигуна компресора.

$$I_{зв.} = I_{рот} + \frac{I_{рм}}{i_{заг}^2}$$

де , $I_{рот}$ – момент інерції ротора $кг \cdot м^2$;

$I_{рм}$ – момент інерції робочої машини ($I_{рм} = 8 \text{ кг} \cdot м^2$) ;

$i_{заг}$ – загальне передаточне число ;

$$I_{зв.} = 0,28 + 8/1 = 8,288 \text{ кг} \cdot м^2 ;$$

$$I_{зв.доп.} = k \cdot k_m \cdot P_{ном}^v \cdot P^\gamma$$

де , $k = 0,045$; $v = 1$; $\gamma = 2$; $k_m = 0,7$

P – число пар полюсів ;

$$I_{зв.доп.} = 0,045 \cdot 0,7 \cdot 37 \cdot 4^2 = 18,648 \text{ кг} \cdot м^2 ;$$

$$I_{зв.} = 8,28 < I_{зв.доп.} = 18,64 \text{ кг} \cdot м^2 ;$$

Отже , умова виконується

Використавши вираз

$$t = I_{зв.} \cdot \frac{\Delta W}{M_{д.ср}}$$

знаходимо час розгону двигуна по кожному з проміжків.

$$t_1 = 8,28 \cdot \frac{17,27}{65} = 2,2 \text{ с}$$

$$t_2 = 8,28 \cdot \frac{143}{50} = 25,2 \text{ с}$$

$$t_3 = 8,28 \cdot \frac{143}{75} = 18,8 \text{ с}$$

$$t_4 = 8,28 \cdot \frac{143}{134} = 8,83 \text{ с}$$

$$t_5 = 8,28 \cdot \frac{143}{250} = 4,7 \text{ с}$$

$$t_6 = 8,28 \cdot \frac{143}{195} = 5,8 \text{ с}$$

$$t_7 = 8,28 \cdot \frac{143}{280} = 4,14 \text{ с}$$

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$t_8 = 8,28 \cdot \frac{143}{230} = 5,13 \text{ с}$$

$$t_9 = 8,28 \cdot \frac{143}{215} = 5,55 \text{ с}$$

Час спуску електродвигуна буде складатися з часу спуску на кожному з відрізків, що не перевищує 22с.

$$\sum_{i=1}^n \Delta t_i = 52,15 \text{ с}$$

3.2. Розрахунок освітлення і вибір освітлювального обладнання.

Електроосвітлення в сільському господарстві використовується для створення достатнього освітлення робочих місць і забезпечення нормального перебігу технологічних процесів.

Всередині проектного картоплесховища використовується рівномірне загальне освітлення.

Тип світильника для кожної кімнати підбирається залежно від проектного розподілу світла, висоти приміщення та умов навколишнього середовища. Відповідно до стандартів освітлення всі приміщення картоплесховища, крім кімнати зберігання оператора, підлягають освітленню 20 люкс для ламп розжарювання та опалення оператора, виходячи з умов середовища у складі, температура +2 °С, вологість.

У випадку, це 100 люкс 90%.

Напруга живлення освітлювальної мережі становить 220В, але допускає звичайні системи освітлення.

Вибирайте лампу типу НСП-01 для призначеного зберігання картоплі.

Розрахунок освітленості приміщення, в якому зберігаються овочі, проводиться за методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Основна формула цього методу:

$$F = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta}$$

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

F- розрахунковий світловий потік лампи , лм;
 E- нормована(мінімальна) освітленість , лк;
 k- коефіцієнт запасу , k=1,1;
 S- площа підлоги приміщення ,м² ;
 Z- відношення середньої освітленості до мінімальної ;
 N- кількість світильників , шт.;
 η- коефіцієнт використання світлового потоку , відн. од.;
 Відстань між світильниками визначається за формулою:

$$L=\lambda * H_p$$

де

L - Відстань між світильниками

λ – найвигідніша відносна відстань , λ=1,6м ;

H_p – розрахункова висота підвісу,м;

Розрахункова висота підвісу світильників обумовлюється особливістю

конструкції приміщення становить 3,5 м , Тоді відстань між світильниками

$$L=1,6*3,5=5,6\text{м}$$

Кількість світильників в ряду:

$$n_a = \frac{A}{L}$$

де

A – довжина приміщення;

$$n_a = \frac{50}{5.6} = 8,9 \approx 9 \text{шт.}$$

Кількість рядів

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$n_b = \frac{B}{L}$$

де

B –ширина приміщення , м;

$$n_b = \frac{20}{5.6} = 3,6 \approx 4 \text{ряди}$$

Загальна кількість світильників:

$$N = n_a \cdot n_b = 9 \cdot 4 = 36 \text{шт.}$$

Визначаємо індекс приміщення за сформулою:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)} = \frac{50 \cdot 20}{3,5 \cdot (50 + 20)} = 4,1$$

За відомими коефіцієнтами відбиття ра індексу приміщення визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку – 70%.

Тоді світловий потік лампи становить:

$$F = \frac{20 \cdot 1,1 \cdot 1000 \cdot 1,15}{36 \cdot 0,44} = 1409 \text{лм} ;$$

Згідно ГОСТ 2239-79 приймаємо лампу розжарювання БК 230-240-100 зі світловим потоком 1430лм , потужністю 100Вт , напругою живлення 230-240В.

Визначаємо фактичну освітленість при використанні вибраної лампи:

$$F_{\Phi} = \frac{E_{\text{нор}} \cdot E_{\Phi}}{F} = \frac{20 \cdot 1430}{1409} = 20,3 \text{ лк};$$

Відхилення фактичної освітленості від нормальної становить:

$$\Delta E = \frac{E_{\Phi} - E_{\text{нор}}}{E_{\text{нор}}} \cdot 100\% = \frac{20,3 - 20}{20} = 0,015\%$$

Що задовольняє умову допустимого відхилення(10-20%)

Загальна потужність:

$$P = P_n \cdot N = 0,1 \cdot 36 = 3,6 \text{ кВт}$$

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок освітлення в інших приміщеннях проводимо так само , за
прямими нормативами. Результати заносимо до світлотехнічної
відомості(табл.4)

Таблиця 4.

Назва примі- щення	Площа , м ²	Висота , м	Коефіцієнт відбиття			Освітлення , лк	Світильник		Лампа			Встановлена потужність , кВт
			Q _{степ}	Q _{ст}	Q _{під} л		Тип	К-сть , шт.	Потужність ,Вт	Тип	Світловий потік , лм	
Сховище№1	1000	3,5		20	10	20	НСП 01	36	100	БК-230-240-100	1430	3,6
Сховище№2	1000	3,5		20	10	20	НСП 01	39	100	БК-230-240-100	1430	3,6
Вентиляційний канал	255	2		20	10	20	НСП 01	9	100	БК-230-240-100	1350	0,9
Коридор 1	10	2,5	50	30	10	20	НСП 01	1	100	БК-230-240-100	1350	0,1
Коридор 2	10	2,5	50	30	10	20	НСП 01	1	100	БК-230-240-100	1350	0,1
Операторська	10	2,5	50	30	10	10 0	НСП 01		100	БК-230-240-100	1350	0,1
Зовнішнє освітлення	-	-	-	-	-	-	СП 200		200	БК-230-240-200	3200	0,8

3.3. Вибір апаратів керування і захисту.

Електрична схема визначає повну конфігурацію елементів і з'єднання між ними, даючи повний огляд принципу роботи пристрою.

З них використовуються для вивчення принципів роботи, координації при експлуатації, контролю та ремонту.

На принциповій схемі показані всі елементи і пристрої, необхідні для роботи і управління, всі з'єднання між ними і з'єднувальні елементи.

Для усунення поломок електрообладнання та підвищення надійності його роботи в системах автоматичного керування електроприводами використовуються системи електрозахисту двигунів і контролерів.

Виберіть електромагнітний пускач для автоматичного керування електроприводами та автоматичний вимикач з електромагнітним і тепловим розчіплювачем для захисту системи від струмів короткого замикання та перевантаження.

Автоматизовані системи, призначені для використання в сільському господарстві, в основному повинні складатися з серійного обладнання, обладнання та засобів автоматизації.

При виборі обладнання слід враховувати умови навколишнього середовища, наявність пилу, вібрації тощо.

Крім того, повинні бути виконані вимоги до автоматизації потоку, чутливості, інерційності та умов безпеки праці.

Автоматичні вимикачі вибираються в залежності від типу теплового розчіплювача, напруги, номінального струму, способу монтажу і номінального струму.

Автоматичні вимикачі використовуються для рідкісного вмикання і вимикання ланцюгів, а також для захисту від струмів короткого замикання і перевантажень.

Пускач електромагнітний вибирається в залежності від умов навколишнього середовища, способу управління, номінального струму (потужності), напруги.

Проміжне реле.

Вибір здійснюється залежно від необхідної схемотехніки, напруги живлення, струму комутації, кількості та типу контактів перемикача.

При виборі кнопки або перемикача необхідно враховувати напругу і струм перемикачання, кількість і тип контактів, тип штовхача і спосіб кріплення.

Від правильного вибору пускових і захисних пристроїв значною мірою залежить надійність роботи і безпека всього обладнання, чисельні, якісні та економічні показники виробничого процесу, а також електробезпека людей.

Прикладом є вибір автоматичного вимикача для захисту електродвигуна вентилятора установки приточування:

1.Визначаємо номінальний струм розчіплювача з умови

$$I_{н.р.} \geq I_{н.дв}$$

де $I_{н.дв}$ - номінальний струм електроводонагрівача;

$$I_{н.дв} = \frac{P_n}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi * \eta} = \frac{11000}{\sqrt{3} * 380 * 0,87 * 0,875} = 21,9 \text{ A};$$

$$25 \text{ A} > 21,9 \text{ A}.$$

Отже $I_{н.р.} = 25 \text{ A}$, що дає можливість заздалегідь вибрати автоматичний вимикач серії ВА51Г-29.

2.Визначаємо струм електромагнітного розчіплювача

$$I_{э.м.р.} = 1,25 * I_{max}$$

де I_{max} - максимальний або в даному випадку пусковий $I_{п} = I_{н.дв} * k_i$;

k_i ; - кратність пускового струму електродвигуна.

$$I_{э.м.р.} = 1,25 * 21,9 * 7,5 = 205,3 \text{ A}.$$

3.Визначаємо каталожний струм спрацьовування електромагнітного розчіплювача

$$I_{ср.к.} = 14 * I_{н.р.}$$

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

де 14 - коефіцієнт враховує помилковість спрацьовування автоматичного вимикача серії ВА51Г при пуску.

$$I_{\text{ср.к.}} = 14 * 25 = 350 \text{ А.}$$

оскільки умова $I_{\text{ср.к.}} > I_{\text{е.м.р.}}$

$$350 \text{ А} > 205,3 \text{ А,} \quad \text{виконується}$$

остаточно приймаємо автоматичний вимикач ВА51Г-29

ВА - серія автоматичного вимикача;

51 - неструмообмежуючий;

Г - призначений для захисту електродвигунів;

29 – вказує на номінальний струм автоматичного вимикача, $I_{\text{н.}}=63 \text{ А}$.

Автоматичні вимикачі в основному використовуються як комплекти запобіжників автоматичних вимикачів, оскільки вони дозволяють швидко відновити напругу і виключити виникнення неповного фазного режиму.

Ви можете вибрати між електромагнітним пускачем і тепловим реле для одного і того ж електроприймача.

Виберіть з умов номінального струму електромагнітного пускача:

$I_{\text{м.п.}}$ вибираємо з умови:

Виходячи з електричної принципової схеми вибираємо магнітний пускач з $I_{\text{м.п.}} \geq I_{\text{н.дв.}}$;

Приймаємо електромагнітний пускач з найближчим великим $I_{\text{м.п.}} = 25 \text{ А}$.

Виходячи з електричної принципової схеми вибираємо магнітний пускач з катушкою на напругу 220В. А також враховуючи всі вище вказані вимоги остаточно приймаємо електромагнітний пускач марки ПМЛ-22200А

де ПМЛ - це серія магнітного пускача;

2 - величина по номінальному струму 25А;

2 - електричне виконання (нереверсивний з тепловим реле);

2 - величина пускача по ступеню захисту;

0 - виконання по числу і роду додаткових контактів;

0 - кліматичне виконання;

А - виконання по зносостійкості (високе).

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для захисту електродвигуна від перевантажень вибираємо теплове реле з умови:

$$I_{т.р.} \geq I_{н.дв.};$$

де $I_{т.р.}$ - номінальний струм теплового реле, А.

Приймаємо теплове реле РТЛ-1022 з $I_{т.р.}=22\text{А}$; $I_{н.р.}=25\text{А}$.

Межі регулювання струму 18.25А з подальшим регулюванням на 22А.

Аналогічно проводиться вибір цих апаратів для решти електроустаткування. Особливість представляє лише вибір автоматичного вимикача для захисту групи електродвигунів. Наприклад, приведемо вибір автоматичного вимикача для електродвигунів витяжних установок:

1.Визначаємо номінальний струм теплового з умови:

$$I_{н.р.} > \sum I_n$$

де $\sum I_n$ - сума номінальних струмів електродвигунів групи, А.

$$\sum I_n = 6,7+6,7+6,7+6,7 = 26,8\text{А}$$

$$I_{н.р.} = 31,5\text{А}$$

2.Визначаємо струм електромагнітного розчіплювача, А:

$$I_{э.м.р.} = 1,25(\sum I_n' + I_{п'})$$

де $I_{п'}$ - пусковий струм найпотужнішого електродвигуна групи, А.

$\sum I_n'$ - сума номінальних струмів решти електродвигунів, А.

$$I_{э.м.р.} = 1,25(6,7+6,7+6,7+6,7*7)=67\text{А}$$

3. Визначається каталожний струм спрацьовування електромагнітного розчіплювача $I_{ср.к.}$,А:

$$I_{ср.к.} = 14 * I_{н.р.};$$

$$I_{ср.к.} = 14 * 31,2 = 441 \text{ А};$$

4. Перевіряємо вибраний автоматичний вимикач на помилковість спрацьовування при пуску:

$$I_{ср.к.} > I_{э.м.р.}$$

$$441\text{А} > 67\text{А}.$$

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Умова виконується, остаточно приймаємо автоматичний вимикач ВА51-29 з $I_H=63A$, $U_H=500V$ і $I_{H.p.}=31,5A$.

Вибір ВРП і розподільчих пунктів

Засоби контролю, захисту та управління розміщені в щитах і пультах, які не тільки дозволяють зосередити засоби автоматики, а й захищають їх від шкідливих механічних, термічних та інших впливів.

Внести дані про вибір ВРП, шаф управління, енергетичного обладнання, перерізів проводів і кабелів, пускозахисту в принципові схеми електророзподільних і електромереж.

На схему внесено відомості про кожну ділянку електромережі та всі струмоприймачі

При управлінні пристроєм за допомогою спеціальної панелі керування для пристрою пристрій захисту від запуску не вибрано.

Інформацію про довжину кабелю можна знайти на аркуші 1 розділу «Графіка».

Плюс для обробки кабелю для підключення до пантографа потрібно 0,2 м. Ввідно-розподільний пристрій призначений для прийому та розподілу електричної енергії всередині приміщень.

Для цього використовують розподільчі пункти, шафи, електрощити і щитки.

ВРП дозволяє підключати, комутувати та захищати схеми, освітлювальні кабелі, групи або окремі електроприймачі.

При виборі місця для розміщення вхідного розподільного блоку слід дотримуватися наступних рекомендацій.

Довжина ліній у мережі живлення повинна бути мінімізована.

Корінь мережі - простий у використанні та забезпечує доступ до ремонту.

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Слід усунути або звести до мінімуму випадки зворотного живлення електроприймачів.

Пристрої введення та розподілу електроенергії (VRP) повинні бути розташовані всередині електричної панелі або якомога ближче до приймача електроенергії в місці, яке не впливає на виробництво та є зручним для обслуговування.

Ввідно-розподільні пристрої підбираються за видами захисту навколишнього середовища.

Кількість і тип машин або груп безпеки.

Враховуючи технологічні особливості і комплексно працюючі установки, Враховуючи технічні особливості та складні робочі системи, ми беремо два повністю виготовлені пульти управління.

Для системи оперативного освітлення приймаємо груповий щит YRN-8505 з урахуванням кількості групових ліній, встановленої потужності світиль-

ників та їх розташування та вимог до надійності електропостачання.

Вводи запобіжники, кожна група має по шість однофазних автоматичних вимикачів.

Клас захисту - IP20.

Приймачі об'єднані в окремі групові лінії.

Кабельні траси в кабельних каналах планують паралельно і перпендикулярно рівню майданчика.

Будівельний план окреслює трасу прокладки мережі, місце для встановлення електрообладнання.

3.4. Вибір силових та освітлювальних проводок.

Розрахунки для освітлювальних проводок проводяться з умовою нагріву жили проводу під напругою при мінімальному робочому струмі до температури не вище допустимої.

					ДП.14.1042.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Кожна група розглядає освітлення для :

- група 1 - вуличне освітлення ;
- група 2 - операторська;
- група 3 – коридор 1;
- група 4 – коридор 2;
- група 5 – вентиляційний канал;
- група 6 –8 – ангар №1;
- група 9 –11 – ангар №2;

Розглянемо розрахунок і вибір освітлювальної електропроводки для першої групи.

Встановлена потужність лампи 0,2кВт , групи 1,2кВт.

Визначимо максимальний робочий струм групи

$$I_{p.гр.} = \frac{10^3 \cdot P_{гр}}{U_n \cdot \cos\phi}$$

де $P_{гр}$ – потужність групи , кВт;

U_n – номінальна напруга мережі;

$\cos\phi$ – коефіцієнт потужності.

$$I_{p.гр.} = \frac{10^3 \cdot 1,2}{220 \cdot 1} = 5,45 \text{ A};$$

Перехід струмоведучих жил і тип кабелю чи провода вибираємо за умовою:

- за струмом $I_{p.гр.} \leq I_{доп}$

де $I_{доп}$ – гранично допустимий довготривалий струм для даного перерізу , А

- за напругою $U_{роб} \geq U_n$

де $U_{роб}$ – робоча напруга ізоляції провода чи кабеля. Приймаємо кабель

ВВГ(2 х 2,5) за ГОСТ 192007-82 , прокладання у лотках.

$I_{доп} = 19 \text{ A} > 5,45 \text{ A}$

$U_{роб} = 660 \text{ В} > 220 \text{ В}$

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ширина лотка 50мм. кріплення через 2м. Аналогічно проводимо розрахунок для інших груп освітлення. Вибираємо освітлювальний щит ЩА 21-11 На вводі АЕ 2056 , на фідерах АЕ1031 – 11 штук.

Результати вибору заносимо в розрахунково-монтажну таблицю(лист 4).

Розрахунок і вибір силових електропроводок виконується по аналогічним умовам і правилам , як і освітлювальні електропроводки. Але за виключенням однієї умови – силові електропроводки прокладаються в трубах , по стінах , технологічному обладнанню , конструкціях. Проведемо вибір електропроводок для живлення електродвигуна приводу компресора охолоджувальної установки ФУУ-80.

Електродвигун АІР200М4У2 :

$P_H=37$ кВт;

$I_H=66,3$ А;

$U_H=380$ В;

$U=380$ В;

Оскільки відомий струм електродвигуна , то приймаємо кабель АВВГ(3 х 10 х 6) , який прокладаємо відкрито по стінам і обладнанню.

$I_d=70$ А > 68,3 А;

$U_{роб}=380$ В< $U=660$ В.

Підрахунок електричних навантажень і визначення розрахункової потужності на вводі. Розрахунок коефіцієнта потужності і повної потужності.

Розрахована потужність на вводі в будівлю приймається за довідковими даними або визначається шляхом створення схеми електричного навантаження.

Графік електричного навантаження показує, як змінюється енергоспоживання системи протягом певного періоду часу.

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Під час створення плану навантаження ми спочатку ввели дані, необхідні для створення плану навантаження (назви підприємств, погодинна продуктивність, потужність обладнання, що отримує електроенергію, наприклад, електродвигуни, ККД і обсяг виробництва електроенергії). розрахункова таблиця.

Коефіцієнт завантаження, споживана потужність і час роботи електроприймачів протягом змін.

Однак робота більшості пристроїв залежить від параметрів мікроклімату в приміщенні, а включення і виключення не піддаються своєчасному регулюванню, тому скласти добовий графік навантаження не представляється можливим.

Розрахункова потужність визначається шляхом визначення встановленої потужності на вході та множення її на коефіцієнт попиту, який враховує неодноразовність одержувачів послуг.

Сума навантажень визначає потужність, встановлену на вході.

$$P_{уст} = \sum P_p = 9,2 + (11 \cdot 2 + 1,6 \cdot 2 + 3 \cdot 4 + 0,55 \cdot 2 + 9,6 \cdot 2) + 1 \cdot 8 = 9,2 + 57,5 + 8 = 74,7 \text{ кВт}$$

$$P_p = P_{уст} \cdot k_c = 74,7 \cdot 0,7 = 52,3 \text{ кВт}$$

де $\cos\phi_{ср}$ - середнє значення коефіцієнта потужності мережі ;

P - потужність на ділянці, кВт.

Визначаємо розрахункову потужність на вводі :

$$P_p = P_{уст} \cdot k_c = 74,7 \cdot 0,7 = 52,3 \text{ кВт}$$

де k_c - коефіцієнт попиту (для групи приймається рівним 1, для магістра лі приймаємо = 0,7 (таблиця 5 П2-2000 до СНіП 2.08.01-89)).

Підсумовуванням навантажень визначаємо встановлену потужність на вводі :

$$P_{уст} = \sum P_p = 9,2 + (11 \cdot 2 + 1,6 \cdot 2 + 3 \cdot 4 + 0,55 \cdot 2 + 9,6 \cdot 2) + 1 \cdot 8 = 9,2 + 57,5 + 8 = 74,7 \text{ кВт}$$

$$P_p = P_{уст} \cdot k_c = 74,7 \cdot 0,7 = 52,3 \text{ кВт}$$

Розрахунок коефіцієнта потужності і повної потужності:

Визначаємо повну розрахункову потужність S , кВт*А

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

$$S_{\text{ввод}} = \frac{P_{\text{ввод}}}{\cos \varphi_{\text{ввод}}}, \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

де $\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності визначається залежно від розрахункових навантажень виробничих споживачів P_n до сумарного розрахункового навантаження p_o .

Середній коефіцієнт потужності на вводі визначається по формулі:

$$\cos \varphi_{\text{јввод}} = \frac{\sum P_i}{\sqrt{(\sum P)^2 + (\sum P_i \operatorname{tg} \phi_i)^2}}, \text{ або з таблиць РУМа}$$

де P_i - споживана потужність електроприймачів, що беруть участь у формуванні навантаження, кВт; $\tan \varphi$ - коефіцієнт реактивної потужності електроприймачів, визначається за паспортними даними електроприймачів, виходячи із значення $\cos \varphi$.

$$\cos \varphi_{\text{ввод}} = \frac{747}{\sqrt{747^2 + (9,2 \cdot 0,43 + (11,02 \cdot 0,57 + 1,6 \cdot 2 \cdot 1 + 3,0 \cdot 4 \cdot 0,67 + 0,5 \cdot 2 \cdot 1,02 + 9,6 \cdot 2 \cdot 1) + 1,0 \cdot 8 \cdot 1)^2}} = 0,8$$

$$S_{\text{ввод}} = \frac{52,3}{0,8} = 65,4 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Розрахунок поперечних перерізів проводів і кабелів.

Розрахунок і вибір площі перерізу ліній електромережі забезпечує: Відхилення напруги приймача в межах допустимого діапазону, нагрівання дроту не перевищує допустимої температури.

Механічна міцність дроту достатня.

Для визначення площі поперечного перерізу проводів і кабелів використовуються такі умови: З точки зору механічної міцності встановлені обмеження ПУЕ на площу поперечного перерізу силових провідників.

Вкажіть необхідний тип захисту.

Визначити струм налаштування захисного пристрою.

Розрахувати по допустимому нагріванню:

1. визначаємо допустимі розрахункові значення струмів на провідниках:

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

а) по умові нагріву тривало розрахунковим струмом:

$$I_{\text{пр}} > I_{\text{тр}} / K_{\text{н}}$$

де $K_{\text{н}}$ - коефіцієнт, що враховує спосіб прокладки провідника

де $I_{\text{тр}}$ - тривалий розрахунковий струм електроприймача.

Для трифазної мережі:

$$I_{\text{р}} = \frac{(P_1 + \dots + P_{\text{т}}) k_{\text{с}}}{\sqrt{3} U_{\text{л}} \eta \cos \phi_{\text{ср}}}$$

$U_{\text{л}}$ - лінійна напруга мережі, В;

η - ККД електроустановки;

$\cos \phi_{\text{ср}}$ - середнє значення коефіцієнта потужності мережі ;

P - потужність на ділянці, кВт;

$k_{\text{с}}$ - коефіцієнт попиту (для групи приймається рівним 1, для магістралі приймаємо = 0,7 (таблиця 5 /9/).

Так сила струму на вводі:

$$I_{\text{р}} = \frac{52,3}{\sqrt{3} 0,38 * 0,8} = 99,3 \text{ А}$$

Розрахункові струми і потужність груп приведені в таблиці 1.

б) по умові відповідності поперечних перерізів проводів вибраному струму спрацьовування захисного апарату:

$$I_{\text{пр.}} > K_3 * I_3 / K_{\text{п}}$$

де K_3 - коефіцієнт, що показує в якому співвідношенні знаходяться струми уставок захисних апаратів з розрахунковими значеннями струму на провідник (/3/, додаток 10);

I_3 - струм уставки захисного апарату.

2. По найбільшому значенню $I_{\text{пр.}}$, визначуваного за двох умов, вибираємо переріз по таблиці (/9/, табл. 1.3.6).

3. Перевіряють вибраний переріз провідника на допустиму втрату напруги:

Для лінії в цілому:

$$\Delta U = \frac{\sum M_{0-1}}{C_4 S} ;$$

;

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\sum M = \sum P \cdot l$ – сума, моментів розраховується і всіх подальших ділянок мережі з тим же числом проводів що і у того, що розраховується, кВт*год;

P - розрахункова потужність, на лінії (ділянці), кВт;

l-довжина лінії (ділянки), м;

C - коефіцієнт, залежний від матеріалу проводів, напруги і системи мережі(/3/, стр.37);

S - стандартний переріз проводу на ділянці, мм²;

ΔU - втрати напруги, яка для внутрішніх електропроводок не повинна бути більше 2,5%, що розташовуються.

Проведемо розрахунок для лінії 1 від ШУ1 до вентилятора установки приточування 1 (див. графічну частину, лист 1 і 2).

Захист здійснюється від перевантаження і короткого замикання автоматичним вимикачем.

1. визначаємо допустимі розрахункові значення струмів на провідниках:

а) $I_{пр.} > 21,9 / 1,06 = 20,7A$; б) $I_{пр.} > 1 \cdot 25 / 1,06 = 23,6A$.

2. По найбільшому значенню $I_{пр.}$, вибираємо перетин по таблиці (/9/, табл.

1.3.6) для кабелю ВВГ S=4мм².

3. Перевіряють вибраний переріз провідника на допустиму втрату напруги:

$$\Delta U = \frac{11 \cdot 16}{46 \cdot 4} = 0,96\%;$$

0,96 < 2,5 умова виконується.

Переріз проводів на решті ділянок визначається аналогічно, результати розрахунків зводимо в таблицю 1.

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1. Вибір перерізів проводів і кабелів.

Ділянка електричної мережі	Довжина ділянки, м	Розрахункова потужність, Р _р , кВт	Розрахунковий струм, I _р , А	Струм розчіплю вача апарату захисту лінії I _{нр} , А	Кратність допустимих привалих струмів, K _з	Розрахункове значення трива лого допустимого струму провідника, I _{пр} , А	Мазка, перетин вибраного провідника	Доп. струмове наванта ження, I _{доп} , А	Падіння напруги на ділянці, ΔU, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ввод	-	52,3	99,3	125	1	94,3	ВВГ 4х50	145	-
Ввод в ШУ1	10	41,8	79,3	100	1	74,8	ВВГ4х35	120	0,26
Група 1	16	11,0	21,9	31,5	1	30,2	ВВГ4х4	35	0,96
Група 2	41	11,0	21,9	31,5	1	30,2	ВВГ4х6	42	1,6
Група 3	44	1,6	15,63	4	1	3,8	ВВГ4х2,5	25	0,6
Група 4	11	1,6	11,11	4	1	3,8	ВВГ4х2,5	25	0,15
Група 5	31	3,0	6,7	10	1	9,4	ВВГ4х2,5	25	0,8
Група 6	26	3,0	6,7	10	1	9,4	ВВГ4х2,5	25	0,7
Група 7	21	3,0	6,7	10	1	9,4	ВВГ4х2,5	25	0,5
Група 8 1	16 2	3,0 3	6,7 4	10 5	1 6	9,4 7	ВВГ4х2,5 8	25 9	0,4 10
Група 9	45	0,55	1,7	4	1	3,8	ВВГ4х2,5	25	0,2
Група 10	18	0,55	1,7	4	1	3,8	ВВГ4х2,5	25	0,09
Група 11	47	9,6	14,6	20	1	18,9	ВВГ4х6	42	1,6
Група 12	19	9,6	14,6	20	1	18,9	ВВГ4х2,5	25	1,6
Ввод в ШУ2	12	8,0	12,0	16	1	15,1	ВВГ4х2,5	25	0,83
Група 13	6	1,0	1,5	4	1	3,8	ВВГ4х2,5	25	0,05
Група 14	5	1,0	1,5	4	1	3,8	ВВГ4х2,5	25	0,04
Група 15	10	1,0	1,5	4	1	3,8	ВВГ4х2,5	25	0,08
Група 16	9	1,0	1,5	4	1	3,8	ВВГ4х2,5	25	0,078
Група 17	8	1,0	1,5	4	1	3,8	ВВГ4х2,5	25	0,07
Група 18	6	1,0	1,5	4	1	3,8	ВВГ4х2,5	25	0,05

Група 19	7	1,0	1,5	4	1	3,8	ВВГ4х2,5	25	0,06
Група 20	10	1,0	1,5	4	1	3,8	ВВГ4х2,5	25	0,08
Ввод в щО	16	9,2	15,2	20	1	18,9	ВВГ4х4	35	0,8

Вибір типів електропроводок. Обґрунтування конструктивного виконання електропроводок будівлі.

Вибір схеми підключення електроприймачів в центрі будівлі залежить від розташування споживача по відношенню до під'їзду, а також розташування приймачів по відношенню один до одного.

Крім того, на вибір способу живлення впливає встановлена потужність кожного живленого пристрою та вимоги до надійності джерела живлення .

Силова розводка може бути виконана магістральним, магістрально-радіальним і радіальним способами.

Радіальна схема живлення використовується, коли об'єкт має відносно потужні пристрої з живленням або коли пристрої з низькою потужністю нерівномірно розподілені по всій території.

Метод використовується для електроприймачів, рівномірно розподілених по території.

У цьому випадку ми обираємо концепцію змішаної енергії, де підключення споживача залежить від місця розташування.

Електропроводка повинна відповідати умовам навколишнього середовища та архітектурним особливостям об'єкта.

Слід враховувати такі фактори: - Безпека.

Ризик пожежі або вибуху.

Надійність роботи.

Простота використання.

					<i>ДП.14.104.2.035.ПЗ</i>				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					45

Для використання в сільськогосподарських об'єктах рекомендовані такі типи електричних кабелів: - відкриті - електричні кабелі, прокладені по поверхні стін, перекриттів, балок, колон та інших конструктивних елементів будівель і споруд.

– Приховування – Електропроводка, встановлена в конструктивних елементах будівель і споруд (стінах, підлогах, фундаментах, перекриттях).

Залежно від типу електропроводки слід використовувати наступне: в одному кабелі.

Лоток і ящик для пластикових і сталевих труб; для металевих і гумових гільз.

Пази в архітектурних спорудах.

Внутрішня електропроводка повинна відповідати призначенню ділянки та її архітектурно-конструктивним особливостям.

В даному проекті розподільна мережа виконана кабелем ВВГ.

Такий вид електропроводки простий і економічний і при цьому відповідає всім вимогам, тому його прокладають в жолобах, фіксують кронштейнами і прокладають прямо на негорючі основи ПУЕ і ПТЕ і ТВ.

Висотою нижче 1,8 метра електропроводка виконується в кабельних каналах, трубах і металорукавах .

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ДЕТАЛЬНА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИМ РЕЖИМОМ В КАРТОПЛЕСХОВИЩІ

4.1. Технологічна схема автоматичного керування температурним режимом в картоплесховищі

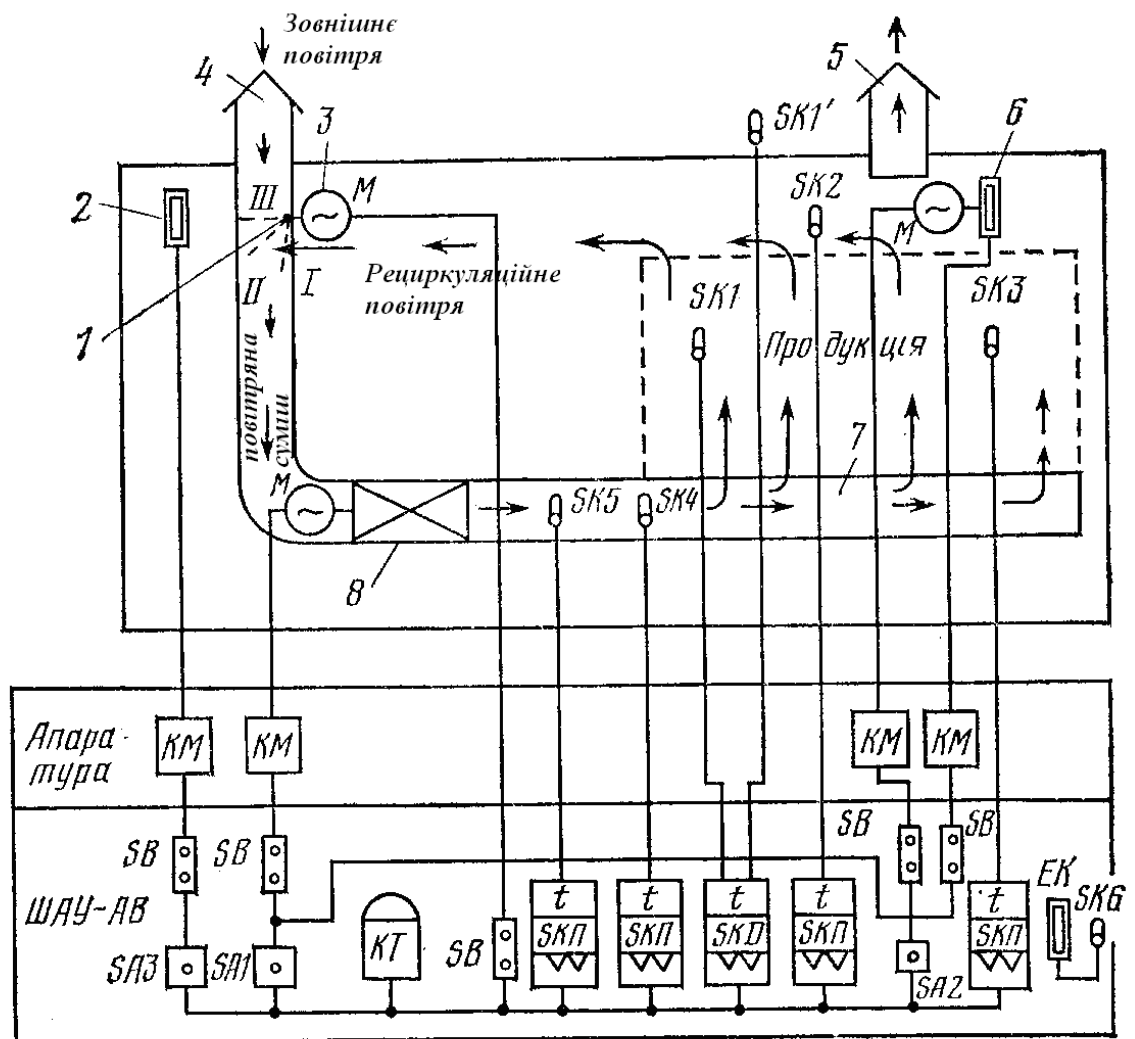


Рисунок 1 - Технологічна схема автоматичного управління температурним режимом в картоплесховищі:

1 - клапан змішувача; 2 - підігрівач клапана змішувача; 3 - виконавчий механізм клапана змішувача; 4- припливна шахта;

					ДП.14.104.2.035.ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Гульчевський Є.В.				ДЕТАЛЬНА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Лит.	Арк.
Перевір.	Дурас М.В.						47
Реценз.						Акрцшб	
Н. Контр.						62	
Затверд.	Лабрішев О.О.					ЖАТФК, зр. Е-42	

5 - витяжна шахта; 6 - рециркуляційний опалювальний вентиляційний агрегат; 7 - вентиляційний розподільний канал; 8 - вентилятор припливної системи; ШАУ-АВ - шафа управління; ЗЛ 1...5А3 - універсальні перемикачі; 5В - пускові кнопки; 5К/, 8К1'- датчики диференціального терморегулятора; датчики терморегуляторів: верхньої зони 5К2, маси продукту 5К3, аварійний захисти 5/<4, пропорційного 8К.5, біметалічний датчик 5Кб підігріву шафи; напівпровідникові регулятори температури; пропорційний 5К/7. диференціальний ЗК.О; КТ - двопрограмне реле часу; КМ - магнітні пускачі; М - двигуни; ЕК – електронагрівач.

В технологічну схему системи автоматичного управління температурою в сховищі (мал. 1) входять клапан змішувача 1, його підігрівач

2 і виконавчий механізм 3, приточування 4 і витяжна 5 шахти рециркуляційно-опалювальний вентиляційний агрегат 6, вентиляційно-розподільний канал 7, вентилятор 8 системи приточування.

До електроустаткування відносять шафу управління ШАУ-АВ, універсальні перемикачі SA1...SA3, кнопки управління 5В датчики диференційного терморегулятора SK1, SK1', терморегулятори верхньої зони SK2, маси продукту SK3, аварійного захисту SK4, пропорційного терморегулятора SK5, підігріву шафи SK6 напівпровідникові регулятори температури - пропорційні СКП, диференціальні SAD, двопрограмне реле часу КТ, магнітні пускачі

КМ, двигуни М, електронагрівач ЕК.

Клапан змішувача може займати наступні положення: 1) вертикальне - система працює на зовнішньому повітрі; 2) проміжне - на суміші зовнішнього і рециркуляційного повітря; 3) горизонтальне - на рециркуляційному повітрі. Прилади системи автоматики розташовані в ущільненій шафі, в якій терморегулятором ДТКМ-39 і електropідігрівачем підтримується позитивна температура.

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Управління вентиляцією може бути: ручне, дистанційне і автоматичне (графічна частина лист 3). При ручному управлінні перемикач SA1 ставлять в положення Р, всі прилади, окрім SK4, відключені. Припливним вентилятором, рециркуляційним опалювальним агрегатом і обігрівом клапана змішувача керують за допомогою кнопок SB. Регулятор SK4 при зниженні температури вентиляційного повітря в подаючому воздуховоді нижче за норму відключає припливний вентилятор щоб не підморозить продукцію. Ручним управлінням користуються для перевірки і настройки роботи окремих агрегатів і при несправності терморегуляторів.

При автоматичному управлінні в лікувальний період перемикачі встановлюють в наступні положення: SA1 припливного вентилятора

- Автоматика, SA2 режимів зберігання - Лікувальний, SA3 підігрівача клапана - Нульове. Вентилятор приточування працює по першій програмі від реле часу КТ. Рециркуляційно -опалювальний агрегат і обігрів клапана

змішувача вимкнений. Клапан змішувача нормально закритий. Якщо необхідно просушити продукцію клапаном змішувача і припливним вентилятором управляють уручну.

В період охолодження перемикачі встановлюють в наступні положення: SA1 - Автоматика, SA2 - Охолодження. В роботу вступає диференційний терморегулятор SK1 типу ПТРД-2. Якщо температура зовнішнього повітря менше ніж в масі продукту на значення установленного диференціала, то спрацьовує SK1 і включає проміжне реле KL1. Реле KL1 вводить в схему терморегулятор SK3, який, якщо температура в масі продукту вище за норму включає магнітний пускач KM4 і двигун вентилятора приточування. Цей вентилятор подає повітря в масу продукту до тих пір,

поки температура зовнішнього повітря нижче за температуру маси продукту (спрацьовує SK1) або поки не встановиться в продукті задана температура. Вентилятор відключають розімкнуті контакти SK3. При спрацьовуванні

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

КМ4 замикаючі блок-контакти КМ4 включають сигнальну лампу НЛ «Вентилятор включений» і через замикаючі контакти КЛ1 - терморегулятор SK5. Одночасно розходяться розмикаючі контакти КЛ1 і КМ4 даючи команду виконавчому механізму НИМ клапана змішувача на його закриття при непрацюючому вентиляторі і відсутності диференціала.

Температура вентиляційного повітря автоматично регулюється пропорційним терморегулятором SK5, який подає сигнал на виконавчий

механізм, повертаючий заслінку клапана змішувача в результаті чого відбувається змішення зовнішнього і рециркуляційно повітря. При тривалому підвищенні зовнішньої температури (відсутності диференціала на SK1) вентилятор періодично включається за першою програмою від реле часу через контакти КТ1. При цьому клапан змішувача закритий і вентиляція проводиться рециркуляційним повітрям, а більш тепле зовнішнє повітря в сховище не подається. В період охолодження використовуються завдяки диференціальному терморегулятору будь-які короточасні зниження температури зовнішнього повітря для охолодження продукту.

Період зберігання починається після встановлення в масі збереженого продукту заданої температури. Перемикачі ставлять в наступні положення: SA1 - Автоматика, SA2 - Зберігання, SA3 - Автоматика (при зниженні зовнішньої температури до мінус 15 °С; при більш високих температурах включати SA3 недоцільно, оскільки заслінка не примерзає і немає необхідності її обігрівати).

Приточний вентилятор включається 4...6 раз на добу контактами КТ1 програмного реле КТ для зняття температурних перепадів в масі продукту. Магнітний пускач КМ4 своїми замикаючими блок-контактами КМ4 через SA2 включає терморегулятор SK1 а далі робота системи повністю аналогічна роботі в режимі охолодження. Якщо температура в масі перевищила задану і за час, встановлений програмою, не знизилася до норми, то робота вентилятора продовжуватиметься (контакти SK3 шунтують контакти КТ1) до встановлення в масі нормальної температури і відповідно розмикання контактів SK3. При відключенні вентилятора змішувальний клапан автоматично закривається.

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо температура в надзакромному просторі стане менше заданої, терморегулятор SK2 включить - рециркуляційно опалювальні агрегати.

З метою зниження одночасного споживаної потужності - рециркуляційно опалювальні агрегати працюють тільки при виключеному вентиляторі приточування, оскільки ланцюгу управління агрегатів заблоковані через розмикаючі контакти КМ4. При підвищенні температури до норми опалювальні агрегати відключаються терморегулятором SK2. Значення температур і диференціалів

на шкалі терморегуляторів встановлюють відповідно до рекомендацій технологів.

Інтервали між включеннями вентиляційної системи можуть коливатися при чотирьохразовій роботі в межах від 160 до 210 хв , при шестиразовій - від 160 до 180хв. Час роботи другої програми КТ2 зсовується щодо першої на 20 хв у бік випередження.

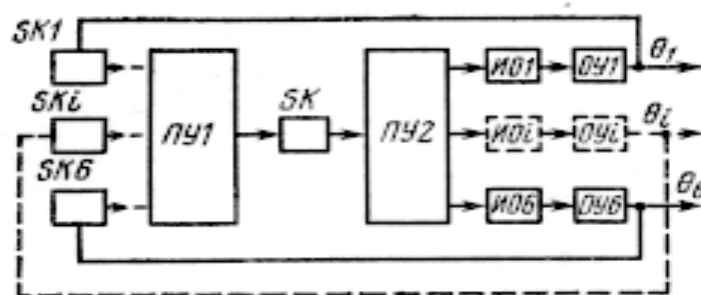


Рисунок 2 - Функціональна схема автоматичного багатоканального управління температурним режимом.

Обладнання OPTX-M призначено для сховищ місткістю понад 1000 т. В ньому використовується принцип почергового синхронного підключення до одного терморегулятора декількох датчиків і виконавчих органів вентиляційних установок однакового призначення в різних відсіках сховища (мал. 2). Переключаючі пристрої ПУ1 і ПУ2 на крокових шукачах почергово синхронно на заданий час підключають дат-чики температури

SK1...SK6 і виконавські органи ИО1...ИО6 до терморегулятора SK. Якщо в об'єкті управління ОУ1...ОУ6 температура відхилилася від заданої, спрацьовує терморегулятор SK і управляє температурою протягом часу його підключення до даного об'єкту. Така схема дешевше і надійніше попередньої.

5. ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА ЗАХОДИ З БЕЗПЕКИ ПРАЦІ В КАРТОПЛЕСХОВИЩІ

5.1 Заходи по монтажу і налагодженню електрообладнання

Монтаж електросилового обладнання , освітлювальних установок внутрішніх електричних проводок і систем автоматики у виробничих приміщеннях виконують відповідно до вимог ПУЕ , ПТВ і СніП.

Виконання електромонтажних робіт проводяться в два етапи. На першому етапі виконуються підготовчі роботи по установці деталей в будівельних конструкціях , підготовка трас електропроводок і заземлень. На другому етапі виконуються роботи по монтажу електрообладнання , прокладка електромереж по готових трасах , підключення проводів і кабелів до електрообладнання , підключення розподільчих пристроїв , освітлюваних щитів.

Пусконаладжувані роботи складаються із організаційно-технічної підготовки комплектування обладнання , випробування , наладки , доведення до проектної потужності , тощо.

організаційно-технічна підготтовка складає 10-15% від загальної трудомісткості робіт.

На загальному етапі налагоджуваних робіт складають технічний звіт , який включає в себе пояснювальну записку , протоколи , схеми , креслення та інші документи оформлені документи пуско-налагоджуваних робіт. А також рекомендації найбільш ефективного використання обладнання з урахуванням конкретних умов.

Монтаж і налагоджування вважається закінченим , якщо обладнання протягом 48 год працювало під навантаженням відповідно з проектом. Розрахунок об'ємів робіт по обслуговуванню енергетичного обладнання виконують з використанням систем умовних одиниць(у.о.) , з використанням шкал перевідних коефіцієнтів , які викладені в "Укрупнених

					ДП.14.104.2.035.ПЗ									
Змн.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата										
Розроб.		Гульчевський Є.В.			ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ				Літ.		Арк.		Акрюшів	
Перевір.		Дурас М.В.									52		62	
Реценз.									ЖАТФК, зр. Е-42					
Н. Контр.														
Затверд.		Лаврищев О.О.												

нормативах трудомісткості технічного обладнання і ремонту енергетичного обладнання”.

При розрахунку слід враховувати умови експлуатації, сезонність використання обладнання, кількість робочих змін для електроприводів. Розрахунок виконується в табличній формі (табл.5).

Таблиця 5.

Назва електрообладнання	Кількість Обладнання, шт.	Кількість у.о.	
		На одиницю ел. обладнання	Всього
Холодильна машина ФУУ-80	2	27,9	55,8
Електродигуни:			
-до 1,1 кВт	22	0,88	18,36
-до 10 кВт	16	1,28	20,48
Світильник внутрішнього освітлення	8	1,4	11,76
Зовнішнє освітлення	1	1,35	0,54
$K_{\text{п}}=0,4$	0,4	1,29	0,516
Всього		108,5	

Кількість електромонтерів що повинні обслуговувати картоплесховище визначається за формулою:

$$N = \frac{A}{100};$$

$$N = \frac{108,5}{100} \approx 1 \text{ чол.}$$

Враховуючи сезонність , близько 30 днів за рік такого обладнання як транспортери та освітлення ангарів , будемо вважати , що бригади з 2-х чоловік для обслуговування картоплесховища , буде достатньо.

Розрахунок річних трудозатрат на проведення ТО і ПР електричного обладнання проводимо на підставі нормативних значень в періодичності і трудомісткості і технічного обслуговування і поточного ремонту по кожному із видів обладнання. При цьому кількість планових на рік ТО і ПР визначаємо виходячи з встановленої системою ПЗРіТО періодичності ,та повинно бути орієнтовано з урахуванням сезонності використання обладнання , а для електродвигунів і змінності роботи.

Трудомісткість сезонних технічних обслуговувань приймається на 15% вище звичайної:

$$Q_{\text{то}} = n_1 \cdot g_1 \cdot m_1 = n_2 \cdot g_2 \cdot m_2 + \dots + n_n \cdot g_n \cdot m_n$$

$$Q_{\text{пр}} = n_1' \cdot g_1' \cdot m_1 = n_2' \cdot g_2' \cdot m_2 + \dots + n_n' \cdot g_n' \cdot m_n'$$

де $g_1 \dots g_n$ і $g_1' \dots g_n'$ – відповідно нормативні значення ТО і ПР для кожного виду обладнання.

$n_1 \dots n_n$ і $n_1' \dots n_n'$ – кількість кожного виду обладнання.

$$Q_{\text{зап}} = Q_{\text{то}} + Q_{\text{пр}}$$

Розрахунок трудозатрат на виконання ТО і ПР електротехнічного обладнання приводимо в таблиці 3.

Отже на виконання ТО і ПР електрообладнання за розрахунками приймаємо 1 чоловік.

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Таблиця 6. Розрахунок трудозатрат на виконання ТО і ПР
електротехнічного обладнання

Назва ел.обладна нання	Технічні х-ки	К-сть шт.для ел.пров. м	Затрати праці					
			ТО		ПР			
			На одн.облад нання	К-сть план.на рік	Всь ого люд /год	На одн.об лад нання	К-сть план. на рік	Всьо го люд/ год
1.Ел.двиг. -до 1 кВт -до 3 кВт -до 11 кВт -до 40 кВт	3000 об/хв 1500 об/хв 1500 об/хв 1500 об/хв	4 22 6 2	0,3 0,4 0,6 0,7	3 3 3 3	3,6 26,4 10,8 4,2	3,7 4,3 5,4 7,4	1 1 1 1	14,8 94,6 32,4 114,8
2.Авт.вимі качі	до 50,А до 50,А	27 3	0,25 0,3	5 5	33,7 5 4,5	1,75 2	1 1	47,2 5 6
3.Ел.магн.пускач	до 10,А до 25,А до 100,А	16 7 2	0,26 0,28 0,3	5 5 5	19,5 9,8 3	1,51 1,58 2,1	1 1 1	22,6 5 11,0 6 4,2
4.Світильники		88	0,1	3	26,4	0,25	1	22
5.Кнопки керування		10	0,02	5	1	-	1	-
6.Освітлюв.щит	11 груп	1	0,6	3	1,8	9	1	9
7.Запобіжники		33	0,07	5	11,5 6	0,2	1	6,6
8.Кабель		60	0,048	1	0,28 8	0,0042	1	0,25 2
9.Вн.проводка		627,7	0,12	1	0,75	1,6	-	1

Всього

160

295,6

5.2. Заходи з охорони праці та засоби захисту.

Для усунення небезпечних та шкідливих факторів розробимо такі технічні організаційні заходи:

- обслуговуючий персонал забезпечується спецодягом та індивідуальними засобами захисту.

- під час ремонту або техогляду обладнання на щитах управління і шафах вивішується плакат “Не вмикати – працюють люди”

- Для надання першої , долікарняної , допомоги потерпілому , в диспетчерській передбачено два комплекти медичних аптечок , які своєчасно поповнюються медикаментами.

- Для безпеки праці при обслуговуванні електроустановок проектом передбачено забезпечення обслуговуючого персоналу основними і додатковим засобами захисту , розрахунок який наведено в таб.7

В даній роботі індивідуальні засоби захисту від ураження електричним струмом обслуговуючого персоналу картоплесховища розраховані у відповідності з ПТБ і ПТЕ.

Опис прийнятих систем заземлення електроустановки.
В загальному випадку вибір напруги електричної мережі освітлювальної установки визначається ступенем небезпеки поразки людей електричним струмом в приміщенні.

Найбільш часто для живлення електричного освітлення в сільськогосподарському виробництві застосовують системи трифазного струму з глухим заземленням нейтралі напругою 380/220 В. Джерела світла і деякі споживачі невеликої потужності при цьому підключаються, як правило, на фазну напругу, а решта промислового електроустаткування (електрокалориферні установки, електродвигуни) підключаються на трифазну лінійну напругу.

Застосовуємо схему трифазного струму з глухим заземленням нейтралі напругою 380/220В.

					ДП.14.104.2.035.ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.

Найменування	Марка	ГОСТ.ТУ	од.вимір ювання	к-ть	Примітка
1.Штанга оперативна універсальна	ШОУ- 10У1	ТУ16538231-74	шт.	2	Засоби захисту зберігаютьс я в спец. шафі в диспетчерсь кій
2.Кліщі ізоляційні	К-100	ТУ3426117006-76	шт.	2	
3.Показчик напруги	УНН-1		шт.	1	
4.Кліщі вимірювальні	Ц-91	ТУ25.04.956-76	шт.	2	
5.Монтажні інструменти з ізолюваними ручками	КСН4- 2	ТУ3428.10072-80	Комп.	2	
6.Рукавиці діелектричні		ТУ38.106.359-79	пар	2	
7.Боти діелектричні		ГОСТ 13.385-78	пар	3	
8.Переносні заземлення 0,4кВ		ГОСТ 12.1018-79	шт.	3	
9.Килимок діелектричний 45х45см		ГОСТ 4997-75	шт.	3	
10.Плакати і знаки безпеки		ГОСТ 4026-76	шт.	5	

6. ВИКОНАННЯ КОШТОРИСУ ПО ПРОЕКТУ

Вартість визначається шляхом складання калькуляції (розрахунку вартості).

Калькуляція виконується методом набору цін по елементах сборки і монтажу відповідно до специфікації.

Калькуляція складається з наступних розділів:

1. Вартість придбання комплектуючих виробів (апаратів, приладів, матеріалів і т.п.).

2. Вартості монтажних робіт по установці і підключенню апаратів» по виконанню вторинної комутації.

3. Вартості корпусу (конструкції) щита управління відповідного габариту.

Розрахунки вартості виконуються на підставі діючих цінників і прейскурантів, а також цін заводіввиготівників і ринкових цін на комплектуючі вироби.

Основні прейскуранти наступні:

- оптові ціни на апаратуру електричну низьковольтну;

-ціни на установку електричних апаратів. (Витягання з прейскурантів приведені в додатку. б / 4 /). Ціни на устаткування і матеріали, а також розрахункові коефіцієнти приймаються діючими на сьогоднішній день.

Калькуляція приведена в таблиці 2.

					ДП.14.104.2.035.ПЗ			
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гульчевський Е.В.			ВИКОНАННЯ КОШТОРИСУ ПРОЕКТУ		Літ.	Арж.
Перевір.		Дурас М.В.						58
Реценз.								62
Н. Контр.							ЖАТФК, зр. Е-42	
Затверд.		Ладрищев О.О.						

Таблиця 8 - Обладнання

№ п/п	Найменування робіт, устаткування, матеріалів	од.ви м	К- ст ь	Обґрунтуван ня ціни	Вартість	
					одиниц і, грн	загальна, грн
1	Обладнання					
1.1	ВРУ1-18-80 УХЛ4	шт.	1	ринкова	45 000	45 000
1.2	Шафа керування ШАУ-АВ	шт.	1	ринкова	28 000	28 000
1.3	Шафа керування електропечами ШУ ПЭТ4	шт.	1	ринкова	35 000	35 000
1.4	Щиток освітлення ЯРН8505	шт.	1	ринкова	8 500	8 500
Разом Р.1						116 500
Разом з транспортними і складськими витратами (k=1.12)						130 480

Коефіцієнти, що застосовуватимуться в розрахунку:

- Транспортні та складські витрати: k=1.12
- Індекс витрат на монтажні роботи (12.2025): i=2180,5

Таблиця 9 - Обладнання

№ п/п	Найменування робіт, устаткування, матеріа- лів	од. вим.	К- сть	Обґрунтування ціни	Вартість	
					одиниці, грн	загальна, грн
2	Матеріали					
2.1	Провід марки ПВ3-6	м	32	ринкова	65	2 080
2.2	Провід марки ПВ3-4	м	24	ринкова	45	1 080
2.3	Провід марки ПВ3-2,5	м	88	ринкова	35	3 080
2.4	Кабель марки ВВГ 4х50	м	10	ринкова	2 200	22 000
2.5	Кабель марки ВВГ 4х35	м	10	ринкова	1 800	18 000
2.6	Кабель марки ВВГ 4х6	м	80	ринкова	320	25 600
2.7	Кабель марки ВВГ 4х4	м	26	ринкова	250	6 500
2.8	Кабель марки ВВГ 4х2,5	м	88	ринкова	180	15 840
2.9	Лоток Кл40/ОУ	м	20	ринкова	450	9 000
2.10	Труба П70	м	10	ринкова	85	850
2.11	Труба П25	м	50	ринкова	45	2 250
2.12	Металорукав МР25	м	10	ринкова	35	350
2.13	Кабельний канал 40х20	м	20	ринкова	25	500
2.14	Коробка монтажна КМ-202	шт.	22	ринкова	65	1 430
2.15	Світильники НСП 01	шт.	8	ринкова	1 200	9 600
2.16	Світильники СПО-200	шт.	6	ринкова	2 500	15 000
2.17	Автоматичний вими- кач ВА51Г-29	шт.	12	ринкова	850	10 200
Разом Р.2						143 360
Разом з транспортними і складськими витратами (к=1.12)						160 563

Таблиця 10 - Монтажні роботи

№ п/п	Найменування робіт, устаткування, матеріалів	од.ви м	К-сть	Обґрунтування ціни	Вартість	одиниці, грн	загальна, грн	
3	Монтажні роботи							
3.1	Установка ВРП 1-18-80	шт.	1	Ц8-10-19	2 500		2 500	
3.2	Установка шкафа керування ШАУ-АВ	шт.	1	Ц8-524-10,4	1 800		1 800	
3.3	Установка шкафа керування електропечами ШУПЭТ4	шт.	1	Ц8-524-10,2	2 200		2 200	
3.4	Установка щитка освітлення РН8505	шт.	1	Ц8-522-11	850		850	
3.5	Прокладка кабеля з кріпленням скобами (маса 1м від 0,5 до 3кг)	100м	2,4	Ц8-146-1,4	1 200		2 880	
3.6	Прокладка кабеля по встановленим металоконструкціям (маса 1м від 1 до 3кг)	100м	0,2	Ц8-147-1,3	1 500		300	3.6
3.7	Установка лотків для прокладки кабеля, ширина 400мм	100м	0,3	Ц8-395-2	2 800		840	3.7
3.8	Установка монтажних коробок	шт	22	Ц8-236-5	45		990	3.8
3.9	Установка труб для прокладки електропроводки	100м	0,7	Ц8-391-4	950		665	3.9
3.10	Встановлення світильника НСП 01	шт	8	ринкова	120		960	3.10
3.11	Встановлення світильника СПО-200	шт	6	ринкова	150		900	3.11
3.12	Встановлення автоматичного вимикача ВА51Г-29	шт	12	ринкова	85		1 020	3.12
Разом Р.3								14 905
Разом по розділу 3 з індексом витрат на 12.2025 (i=2180,5)								32 503

Загальна вартість проекту

Р.1 (Обладнання з транспортними витратами)	130 480 грн
Р.2 (Матеріали з транспортними витратами)	160 563 грн
Р.3 (Монтажні роботи з індексом)	32 503 грн
ЗАГАЛЬНА ВАРТІСТЬ	323 546 грн

Загальне зниження вартості порівняно з попереднім кошторисом: 3 534 029 грн, що становить економію близько 91,6% завдяки оптимізації цін та використанню актуальних ринкових тарифів.

					ДП.14.1042.035.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О.. Автоматизація технологічних процесів і систем автоматичного керування. К.: Аграрна освіта, 2010. 557 с.
2. Корчемний М.О., Клендій П.Б., Потапенко М.В.. Теоретичні основи автоматики. 2021. 304с.
3. Безвесільна О.М., Корбійчук І.В., Тимчук Г.С. Автоматизований електропривод. Житомир: ЖДТУ, 2015. 452с.
4. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. К.: Либідь, 2007. 656 с.
5. Каталог продукції «АСКО-УКРЕМ»
6. Василега П.О., Муріков Д.В. Електропривод робочих машин: Навчальний посібник/ П.О. Василеги. Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. 283с.
7. Букович Н. В. Протиаварійна режимна автоматика електроенергетичних систем : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Н. В. Букович ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". Львів : Бескид Біт, 2003. 224 с.
8. Головка Д.Б. Автоматика і автоматизація технологічних процесів: Підручник/ Д.Б.Головка, К.Г. Рого, Ю.О.Скрипник. К.: Либідь, 1997. 232с.
9. Бабіченко А.К., Тошинський В.І., Бабіченко Ю.А., Вельма В.І., Зайцев О.І., Подустов М.О. / Основи вимірювань і автоматизації технологічних процесів. Х.: Вид-во НФаУ: Золоті сторінки, 2007. 515с.
10. Попович М.Г., Ковальчук О.В.. Теорія автоматичного керування. К.: Либідь, 2007. 656с.
11. Осипенко В.В. Автоматизовані системи управління. Навчальний посібник / Осипенко В.В., Кіктев М.О., Лисенко В.П. К.: ЦП «Компринт», 2018. 650 с.

					ДП 141.042.035 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62