

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Чепіжний А.В.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Реконструкція системи електрифікації цеху для пункту технічного обслуговування машинно-тракторного парку ТОВ «Завод Кобзаренка» смт Липова Долина, Роменського району, Сумської області з розробкою автоматизованої системи мийки та очищення агрегатів»

Виконав:

_____ (підпис)

Строй І.Р.

(Прізвище, ініціали)

Група:

ЕТЕС 2301 ст.-2 р.н.

(Науковий) керівник:

_____ (підпис)

Сіренко Ю.В.

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний

Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри енергетики та електротехнічних систем

Чепіжний А.В.

“ ___ ” _____ 202_ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Строю Івану Романовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Реконструкція системи електрифікації цеху для пункту технічного обслуговування машинно-тракторного парку ТОВ «Завод Кобзаренка» смт Липова Долина, Роменського району, Сумської області з розробкою автоматизованої системи мийки та очищення агрегатів

керівник роботи: Сіренко Юлія Володимирівна, PhD, доцент,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “24” вересня 2024 року №3257/ос

2. Строк подання здобувачем роботи: “ 23 ” травня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: матеріали обстеження об'єкту, технічна література, нормативна документація, державні стандарти, посібники, методичні рекомендації до виконання роботи, інтернет-джерела.

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

Вступ

1. Характеристика об'єкту проектування.

2. Вибір та опис технології виконання операцій

3. Розрахунок і вибір силового електрообладнання пункту ТО

4. Проектування автоматизованої технологічного процесу миття та очищення агрегатів

5. Розробка електричної мережі пункту технічного обслуговування

6. Охорона праці

7. Екологія

8. Економічне обґрунтування

Висновки.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

1. Пункт ТО. Схема розташування силового електрообладнання. Схема електрична розташування.

2. Пункт ТО. Мийка. Схема електрична принципова.

3. Мийка. Шафа керування. Схема електрична з'єднань.

4. Мийка. Схема електрична підключень.

5. Показники техніко-економічні. Таблиця.

6. Консультанти розділів роботи:

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------------------------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці | ст. викладач Семерня О.В. | | |
| Економічне обґрунтування | ст. викладач Шашков С.В. | | |
| Нормоконтроль | доцент Чепіжний А.В. | | |

7. Дата видачі завдання: “ 4 ” вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи | Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи |
|-------|--|---|---|
| 1. | Збір інформації про діяльність господарстві | до 14.09.2024 р. | |
| 2. | Аналіз літературних джерел з обраної тематики | до 15.11.2024 р. | |
| 3. | Складання плану роботи | до 22.11.2024 р. | |
| 4. | Написання вступу | до 29.11.2024 р. | |
| 5. | Написання розділу «Характеристика об'єкту проектування» | до 27.12.2024 р. | |
| 6. | Написання розділів 2 та 3. Підготовка листів 1 та 2 графічної частини | до 20.02.2025 р. | |
| 7. | Написання розділів 4, 5 та 6. Підготовка листів 3 та 4 графічної частини | до 11.04.2025 р. | |
| 8. | Написання розділу «Охорона праці» | до 18.04.2025 р. | |
| 9. | Написання розділу «Екологія» | до 24.04.2025 р. | |
| 10. | Написання розділу «Економічне обґрунтування». Підготовка листу 5 графічної частини | до 30.04.2025 р. | |
| 11. | Написання загальних висновків | до 09.05.2025 р. | |
| 12. | Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету | до 15.05.2025 р. | |
| 13. | Подання роботи на рецензування | до 23.05.2025 р. | |
| 14. | Подання до попереднього захисту | до 27.05.2025 р. | |

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Строй І.Р.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник

кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Сіренко Ю.В.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Строй Іван Романович «Реконструкція системи електрифікації цеху для пункту технічного обслуговування машинно-тракторного парку ТОВ «Завод Кобзаренка», смт. Липова Долина, Роменського району, Сумської області з розробкою автоматизованої системи мийки та очищення агрегатів.»

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня бакалавра з Електроенергетики, електротехніки та електромеханіки за освітньою програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка зі спеціальності 141 «Електроенергетика електротехніка та електромеханіка». Сумський національний аграрний університет, Суми 2025, 60 с.

Кваліфікаційна робота присвячена реконструкції системи електрифікації цеху для пункту технічного обслуговування (ТО) машинно-тракторного парку ТОВ «Завод Кобзаренка», що розташований у смт. Липова Долина, Роменського району, Сумської області. Основною метою роботи є розробка автоматизованої системи мийки та очищення агрегатів на пункті ТО.

У першому розділі роботи здійснено загальну характеристику підприємства, опис пункту ТО, проведено аналіз стану електрифікації та запропоновано рішення щодо вдосконалення електричних систем цього об'єкта.

У другому розділі описано технологічні операції, що виконуються на пункті ТО, а також розташування технологічного обладнання та вимоги до нього, включаючи перелік технологічних машин та їх характеристики.

Третій розділ зосереджений на розрахунку та виборі силового електрообладнання для технологічних машин, перевірці потужностей електродвигунів та розробці електричної схеми розташування силового обладнання пункту ТО.

Четвертий розділ присвячено проектуванню автоматизованої системи миття та очищення агрегатів. Описано технологічну схему, вимоги до системи очищення, а також принципові електричні схеми автоматизації цієї системи.

П'ятий розділ охоплює розробку електричної мережі пункту ТО, вибір схеми живлення, розрахунок навантажень, вибір проводів та кабелів, а також автоматичних вимикачів, пускачів і розподільчих шаф.

Останні розділи роботи включають питання охорони праці, екології та економічного обґрунтування проєкту. У кінці роботи наведено висновки та список використаної літератури.

Робота містить комплексний підхід до реконструкції електрифікації пункту ТО з урахуванням сучасних технологій автоматизації та енергоефективності, що дозволяє значно підвищити ефективність і безпеку технологічних процесів на підприємстві.

Ключові слова: реконструкція, електрифікація, пункт технічного обслуговування, машинно-тракторний парк, автоматизована система, миття та очищення агрегатів, електросилове обладнання, технологічні операції, автоматизація, електрична схема, охорона праці, екологія, економічне обґрунтування, енергоефективність.

ABSTRACT

Stroy Ivan Romanovych "Reconstruction of the shop electrification system for the maintenance point of the machine and tractor fleet of LLC "Kobzarenko Plant", the village of Lypova Dolyna, Romensky district, Sumy region with the development of an automated system for washing and cleaning units."

Qualification work for the bachelor's degree in Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics according to the educational program Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics in the specialty 141 "Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics". Sumy National Agrarian University, Sumy 2025, 60 p.

Qualification work dedicated to the reconstruction of the shop electrification system for the maintenance point (TO) of the machine and tractor fleet of LLC "Kobzarenko Plant", located in the village of Lypova Dolyna, Romensky district, Sumy region. The main objective of the work is to develop an automated system for washing and cleaning units at the maintenance point.

The first section of the work provides a general description of the enterprise, a description of the maintenance point, an analysis of the state of electrification and a solution for improving the electrical systems of this facility.

Another section describes the technological operations provided at the maintenance point, as well as the location of technological equipment and requirements for it, including a list of technological machines and their characteristics.

The third section focuses on the calculation and selection of power electrical equipment for technological machines, checking the power of electric motors and developing an electrical diagram of the location of the maintenance point's power equipment.

The fourth section is devoted to the design of an automated system for washing and cleaning units. The technological diagram, requirements for the cleaning system, as well as the principal electrical diagrams of the automation of this system are described.

The fifth section covers the development of the maintenance point's electrical network, selection of a power supply scheme, load calculation, selection of wires and cables, as well as circuit breakers, starters and switchboards.

The last sections of the work include issues of labor protection, ecology and economic justification of the project. At the end of the work, conclusions and a list of used literature are given.

The work includes a comprehensive approach to the reconstruction of the maintenance electrification point, taking into account modern automation and energy efficiency technologies, which allows significantly increasing the efficiency and safety of technological processes at enterprises.

Keywords: reconstruction, electrification, technical maintenance point, machine and tractor fleet, automated system, cleaning and cleaning of units, electric power equipment, technological operations, automation, electrical circuit, labor protection, ecology, economic justification, energy efficiency.

| | |
|--|-----------|
| ВСТУП..... | 10 |
| 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ | 11 |
| 1.1. Загальна характеристика ТОВ..... | 11 |
| 1.2. Характеристика пункту технічного обслуговування машинно-тракторного парку | 12 |
| 1.3. Аналіз стану електрифікації пункту ТО | 13 |
| 2. ВИБІР ТА ОПИС ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЙ | 15 |
| 2.1. Опис технологічних операцій на пункті ТО..... | 15 |
| 2.2. Опис виробничих площ та розміщення технологічного устаткування пункту ТО | 16 |
| 2.3. Перелік технологічних машин пункту ТО та їх характеристика ... | 17 |
| 2.4. Складання технологічних вимог до проєкту електрифікації пункту ТО | 19 |
| 3. РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ПУНКТУ ТО | 21 |
| 3.1. Вибір електросилового обладнання для стандартних технологічних машин пункту ТО..... | 21 |
| 3.2. Перевірка розрахункової потужності електродвигунів для технологічного обладнання пункту ТО | 22 |
| 3.3. Розробка електричної схеми розташування силового електрообладнання пункту ТО | 26 |
| 4. Проєктування автоматизованої технологічного процесу миття та очищення агрегатів..... | 28 |
| 4.1. Опис технологічної схеми системи очищення та миття | 28 |
| 4.2. Технологічні вимоги до системи очищення деталей | 28 |
| 4.3. Проєктування та опис принципової електричної схеми автоматизації системи очищення..... | 29 |
| 4.4. Проєктування схеми електричної з'єднань | 31 |
| 4.5. Проєктування схеми підключень | 32 |
| 4.6. Складання специфікації на матеріали..... | 33 |
| 5. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ПУНКТУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ..... | 34 |
| 5.1. Вибір схеми живлення електроприймачів пункту ТО | 34 |
| 5.2. Обчислення електричних навантажень | 35 |
| 5.3. Обчислення і вибір дротів і кабелів | 37 |
| 5.4. Вибір автоматичних вимикачів | 37 |

| | |
|---|-----------|
| 5.5. Вибір магнітних пускачів та теплових реле | 40 |
| 5.6. Вибір розподільчої шафи та шафи керування системою..... | 41 |
| 5.6. Специфікація на матеріали та обладнання для реконструкції системи електрифікації та системи автоматизації процесу очищення та миття | 42 |
| 6. ОХОРОНА ПРАЦІ | 43 |
| 7. ЕКОЛОГІЯ | 46 |
| 8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ | 49 |
| ВИСНОВКИ..... | 52 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 53 |

ВСТУП

У сучасних умовах інтенсивного розвитку агропромислового комплексу України особливого значення набуває ефективне функціонування машинно-тракторного парку, який є основною технічною базою для забезпечення високопродуктивного сільськогосподарського виробництва. Одним із ключових елементів підтримки техніки в належному технічному стані є організація своєчасного та якісного технічного обслуговування, що потребує відповідного технічного оснащення та раціонального енергозабезпечення.

ТОВ «Завод Кобзаренка», розташоване в смт. Липова Долина Роменського району Сумської області, є провідним вітчизняним підприємством з виготовлення сільськогосподарської техніки, яке активно впроваджує сучасні технології в процеси виробництва, ремонту та обслуговування технічних засобів. У зв'язку з розширенням виробничих потужностей та зростанням обсягів робіт постала необхідність у реконструкції системи електрифікації цеху технічного обслуговування машинно-тракторного парку з метою підвищення надійності, енергоефективності та автоматизації процесів.

Особливу увагу в межах реконструкції приділено розробці та впровадженню автоматизованої системи мийки та очищення агрегатів, що дозволить значно знизити трудомісткість робіт, покращити якість обслуговування, зменшити витрати води та миючих засобів, а також забезпечити дотримання вимог охорони праці та екологічної безпеки. Запропоновані технічні рішення спрямовані на вдосконалення інфраструктури підприємства, зменшення енергоспоживання та впровадження сучасних підходів до управління технологічними процесами в умовах технічного сервісу.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ

1.1. Загальна характеристика ТОВ

ТОВ «Завод Кобзаренка» є одним із найбільших національних виробників техніки для сільського господарства, що активно розвивається як на внутрішньому, так і на міжнародному ринку. Головний виробничий майданчик підприємства розташований у смт Липова Долина Сумської області (рис. 1.1). Завдяки поєднанню сучасного технічного оснащення, інженерного потенціалу та багаторічного досвіду, підприємство гарантує високу якість виробів, котрі відповідають європейським нормам [1].

Провідною спеціалізацією заводу є виготовлення широкого спектра машин та обладнання для аграрного сектору. До найпопулярніших видів продукції належать сільськогосподарські причепи різних типів (зокрема самоскидні, бортові, спеціалізовані для перевезення кормів), бункери-перевантажувачі зерна, зерновози, а також розкидачі органічних і мінеральних добрив. Окрім цього, завод активно займається виробництвом обладнання для транспортування та перевантаження сипучих матеріалів, зокрема шнеків, норій та транспортерів. Важливе місце у виробничому портфелі підприємства займають ємнісні установки для зберігання добрив і пального. Крім серійної продукції, підприємство виконує індивідуальні замовлення на виготовлення нестандартних металоконструкцій.

Виробничі потужності підприємства вирізняються високим рівнем технічної досконалості. На території площею близько 12 гектарів розміщено понад 15 тисяч квадратних метрів виробничих приміщень, обладнаних сучасними автоматизованими лініями зварювання, установками для лазерного різання металу та технологією порошкового фарбування. Завдяки цьому забезпечується висока точність виготовлення та довговічність продукції.

Група компаній «Завод Кобзаренка» включає кілька виробничих філій, що функціонують у різних містах України. Загальна площа виробничих приміщень усіх підприємств групи перевищує 40 тисяч квадратних метрів. Також підприємство має

у власності земельний масив площею 300 гектарів, який використовується для проведення польових випробувань нових зразків техніки в умовах, максимально наближених до реальних.

Продукція заводу високо оцінюється не лише в Україні, а й за її межами. Географія експорту охоплює понад 40 країн світу, включаючи країни Європейського Союзу, США, Канаду та держави Азійського регіону. Такий рівень міжнародного співробітництва свідчить про конкурентоспроможність техніки «Заводу Кобзаренка» на глобальному ринку та про довіру до якості українського машинобудування.

1.2. Характеристика пункту технічного обслуговування машинно-тракторного парку

Пункт технічного обслуговування машинно-тракторного парку на ТОВ «Завод Кобзаренка» є важливою складовою виробничої інфраструктури підприємства, що забезпечує надійність, безперебійну роботу та довговічність експлуатації сільськогосподарської техніки як власного виробництва, так і тієї, що використовується в господарстві. Його основне призначення полягає в організації якісного сервісного обслуговування, профілактики несправностей та підтриманні техніки в справному стані для виконання виробничих завдань у польових умовах або на підприємстві.

У пункті технічного обслуговування виконуються різноманітні операції з діагностики, регулювання, очищення, змащування, заміни технічних рідин, а також дрібного та середнього ремонту механізмів, вузлів і агрегатів. Особлива увага приділяється сезонному обслуговуванню, підготовці машин до тривалої експлуатації або зберігання, а також контролю технічного стану після повернення з роботи в полі чи після транспортування. Завдяки наявності відповідного інструментального оснащення, підйомного обладнання, мийних установок та ремонтних постів забезпечується високий рівень оперативності та якості обслуговування.

Окрім стандартних технічних процедур, пункт також виконує обробку та очищення агрегатів від забруднень, залишків ґрунту, мастил і робочих рідин, що є критично важливим для безпеки обслуговування, точності діагностики та подовження строку служби машин. З огляду на масштаб діяльності заводу та інтенсивність використання техніки, пункт технічного обслуговування функціонує не лише як допоміжний підрозділ, а як повноцінний технологічний центр, що забезпечує підтримку всього циклу життєдіяльності технічних засобів.

1.3. Аналіз стану електрифікації пункту ТО

На момент проведення аналізу електрифікації пункту технічного обслуговування машинно-тракторного парку ТОВ «Завод Кобзаренка» встановлено, що система електропостачання знаходиться в експлуатації з часу будівництва основних виробничих корпусів і на сьогоднішній день є фізично та морально застарілою.

Електроживлення підприємства здійснюється від повітряної лінії електропередачі напругою 10 кВ, що підключена до розподільчого пункту РТП 35/10 кВ, розташованого поблизу виробничої території підприємства. Передача електроенергії до трансформаторної підстанції здійснюється по повітряній лінії з використанням сталевих-алюмінієвих проводів марки АС-50. Довжина лінії від РТП до трансформаторної підстанції, що живить пункт ТО, становить близько 1,3 км. На даній ділянці встановлені залізобетонні опори типу СВ105 з фарфоровими ізоляторами ПС-70Е, що мають значний ступінь зношеності, потребують оновлення або заміни.

Електроенергія подається на трансформаторну підстанцію тупикового типу, обладнану силовим трансформатором ТМ-100/10/0,4, встановленим ще у 1980-х роках. З огляду на вік трансформатора та відсутність сучасних систем моніторингу навантаження й захисту, існує висока ймовірність втрат потужності, зниження ефективності та ризик аварійних ситуацій.

Внутрішньоцехова електромережа реалізована за трифазною чотирипровідною системою з глухозаземленою нейтраллю, прокладеною відкритим способом по стінах і стелях приміщень. Для силових ліній застосовані проводи марки АПВ та АПР з алюмінієвими жилами, перерізом 4–10 мм², які не відповідають сучасним вимогам до енергоефективності, пожежної безпеки та механічної стійкості. Щити керування та захисту укомплектовані автоматичними вимикачами старого зразка серії АЕ-2046, а також плавкими вставками типу ППН-33, які вже давно зняті з виробництва та морально застаріли.

У цеху застосовується загальне та локальне освітлення. Основу загального освітлення складають люмінесцентні світильники типу ЛПО46 з лампами ЛБ-40, значна частина яких має низький коефіцієнт світловіддачі, погану передачу кольору та високий рівень пульсацій. У деяких зонах залишаються підвісні світильники з лампами розжарювання потужністю 100–150 Вт, що значно перевищують нормативне енергоспоживання та неефективні в експлуатації.

Загальне річне споживання електричної енергії пунктом технічного обслуговування становить понад 100 тисяч кВт·год, що зумовлено значною кількістю електротехнічного обладнання, зношеністю мереж, а також низьким ККД використовуваних пристроїв і джерел світла. Значну частину навантаження формують електродвигуни вентиляційних систем, компресорних установок, старі мийні агрегати з електронагрівом, а також зварювальне обладнання, підключене без індивідуальних пристроїв компенсації реактивної потужності.

Таким чином, існуючий стан системи електропостачання потребує капітальної модернізації, з повною заміною повітряних ліній, трансформаторного обладнання, внутрішньоцехової електромережі та систем освітлення із впровадженням сучасних енергоощадних технологій і автоматизованих систем управління.

2. ВИБІР ТА ОПИС ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЙ

2.1. Опис технологічних операцій на пункті ТО

На пункті технічного обслуговування машинно-тракторного парку виконується широкий комплекс технологічних операцій, метою яких є забезпечення надійної, безпечної та довготривалої експлуатації сільськогосподарської техніки. Основною задачею є виявлення і попередження несправностей, зниження зносу елементів машин, продовження терміну служби агрегатів та забезпечення готовності техніки до сезонних робіт.

Робота на пункті ТО починається з приймання техніки, в процесі якого здійснюється зовнішній огляд машин. Особлива увага приділяється наявності механічних пошкоджень, слідів підтікання робочих рідин, забруднень та зношених елементів. Далі техніка направляється до спеціально облаштованої зони попереднього очищення, де проводиться миття зовнішніх поверхонь корпусу, агрегатів, коліс та шасі. Використовуються стаціонарні або мобільні мийні установки, що забезпечують видалення бруду, пилю, мастила, залишків добрив, ґрунту і рослинних решток. Це необхідно не тільки з гігієнічних та естетичних міркувань, а й для створення умов точного візуального контролю та безпечного виконання ремонтно-обслуговуючих робіт.

Після очищення виконується детальний технічний огляд агрегатів і вузлів. За допомогою контрольно-вимірювальних приладів здійснюється діагностика стану основних систем – двигуна внутрішнього згорання, трансмісії, гідравлічної системи, системи охолодження, гальмівної системи, електрообладнання та паливної апаратури. Далі проводиться змащування елементів згідно із заводськими картами змащення, зокрема підшипників, шарнірів, шестерень, вузлів тертя. Проводиться заміна або долив робочих рідин – моторного масла, трансмісійної рідини, гідравлічного масла, охолоджувальної рідини, а також заміна фільтруючих елементів (масляних, повітряних, паливних).

Паралельно здійснюються регулювальні операції, зокрема натяг приводних ременів, регулювання зазорів у клапанному механізмі, підтяжка різьбових з'єднань, налаштування паливної апаратури. У системі електрообладнання перевіряється робота акумуляторної батареї, генератора, стартеру, запобіжників, ламп та сигнальних пристроїв, а також цілісність електропроводки. При необхідності здійснюється заміна пошкоджених або зношених елементів.

Після завершення всіх операцій проводиться остаточне тестування техніки в холостому режимі для перевірки працездатності основних систем. Всі результати робіт фіксуються в технічній документації, що дозволяє здійснювати моніторинг стану кожної одиниці техніки.

Таким чином, технологічні операції, що виконуються на пункті ТО, включають не лише огляд і ремонт, а й важливу підготовчу процедуру – миття та очищення техніки. Це забезпечує не лише якісну діагностику, а й дотримання санітарних норм, попередження корозійних процесів, зниження зносу елементів і виведення техніки на новий цикл експлуатації в повністю справному стані.

2.2. Опис виробничих площ та розміщення технологічного устаткування пункту ТО

Пункт технічного обслуговування машинно-тракторного парку складається з одного основного виробничого приміщення, яке є ключовим елементом для виконання всіх необхідних операцій з обслуговування та ремонту техніки. Це приміщення має велику площу, що дозволяє розмістити необхідне обладнання та забезпечити вільний доступ до машин для проведення різноманітних робіт. Його конструкція передбачає наявність підвищеної висоти стель, що дає змогу зручно працювати з великогабаритною технікою, а також встановлювати необхідне підйомно-транспортне обладнання, таке як крани-балки для переміщення агрегатів або частин техніки.

Приміщення поділяється на зони відповідно до функціональних потреб: зона очищення і миття техніки, зона діагностики та ремонту двигунів і трансмісій, зона для обслуговування електрообладнання, а також зон для зберігання запчастин та

витратних матеріалів. Робочі місця для механіків і електриків облаштовані спеціальними верстатами, інструментами і контрольно-вимірювальними приладами, а також устаткуванням для змащування, доливу рідин і зняття старих частин.

Щодо ступеня ураження електричним струмом, то в цеху здійснюється постійна робота з електричним обладнанням, яке включає в себе діагностику, налаштування та ремонт електричних систем техніки. Оскільки на пункті ТО можуть бути працюючі елементи машин з високими електричними напругами (наприклад, акумулятори, стартери, генератори), підвищене значення має правильне заземлення всіх металевих конструкцій, а також виведення кабелів у спеціальні канали для мінімізації ризику ураження електричним струмом. Важливим є також застосування розподільчих шаф, автоматичних вимикачів та запобіжників, що обмежують подачу струму при коротких замиканнях або перевантаженнях [2].

Навколишнє середовище в цеху часто піддається впливу вологи (від миття техніки), пари та пилу, що виникають при роботі з різними рідинами, мастилами та хімічними речовинами. Це створює певні ризики не лише для технічного обладнання, але й для здоров'я працівників. Для зменшення впливу навколишнього середовища на обладнання та людей, в приміщенні передбачена система вентиляції та опалення, що дозволяє підтримувати комфортні умови для роботи і забезпечувати нормальну циркуляцію повітря.

Оскільки приміщення для обслуговування сільськогосподарської техніки має специфічні вимоги до кліматичних умов і безпеки, важливо регулярно проводити технічне обслуговування вентиляційних систем та електричних мереж, що сприятиме зниженню ризиків ураження електричним струмом і покращенню умов праці [2].

2.3. Перелік технологічних машин пункту ТО та їх характеристика

Пункт технічного обслуговування оснащений різноманітним технологічним обладнанням, яке дозволяє виконувати широкий спектр операцій, необхідних для підтримки машинно-тракторного парку в робочому стані. Кожна технологічна

машина виконує свою специфічну задачу та має відповідні характеристики, що забезпечують ефективність і безпеку робіт.

Для виконання свердління в процесі обслуговування машин використовується свердлильний верстат марки DEWALT DW1620 [3]. Цей верстат оснащений електричним двигуном потужністю 1,5 кВт, що забезпечує стабільну роботу при свердлінні металу та інших матеріалів. Свердлильний верстат дозволяє точно обробляти отвори різного діаметра та глибини, що є необхідним для ремонту складових частин техніки.

Токарно-гвинторізний верстат EMCO Maximat 11 використовують для обробки різних частин, що потребують точного механічного оброблення [4]. Цей верстат має електричну потужність 2,2 кВт і дозволяє виконувати токарні роботи для нарізання різьб, обробки валів та інших деталей машин. Потужність і конструкція верстату дають змогу обробляти як м'які, так і тверді матеріали, що робить його універсальним при обслуговуванні техніки.

Для підйому важких частин техніки використовується електрична таль марки Pallet Master 2000, потужністю 1,8 кВт [5]. Цей пристрій дозволяє піднімати та переміщувати важкі деталі в межах виробничого приміщення, забезпечуючи безпечний і ефективний процес транспортування. Електрична таль оснащена ланцюговим механізмом підйому, що дозволяє піднімати вантажі до 2 тонн.

Для виконання операцій пресування в процесі ремонту техніки використовується Hydraulic Press H-Frame 50T марки Enerpac [6]. Потужність цього обладнання складає 4 кВт, що дозволяє ефективно здійснювати пресування під великими навантаженнями. Прес використовується для деформації або ущільнення різних частин, що необхідно при ремонті гідравлічних або механічних систем техніки.

Зварювальне обладнання марки Lincoln Electric Power MIG 216 потужністю 5,5 кВт використовують для зварювання металевих деталей, що потребують високої міцності з'єднань [8]. Це обладнання має можливість зварювання в різних режимах, включаючи MIG, TIG та зварювання за допомогою електродів. Завдяки своїй потужності та високій ефективності, зварювальне обладнання забезпечує надійні з'єднання та високу якість роботи при ремонті техніки.

Відрізний станок по металу Metabo DS 200 потужністю 1,5 кВт використовується для точного розрізання металевих деталей [7]. Станок має високу точність різання завдяки потужному електричному двигуну, що дозволяє обробляти деталі різних розмірів і товщин. Цей станок застосовується при підготовці матеріалів для подальших етапів ремонту техніки.

Точило Bauer 2000W використовується для заточування різних інструментів і деталей, що вимагають гостроти або шліфування [9]. Потужність точила складає 2 кВт, що забезпечує йому здатність працювати з металами різної твердої текстури. Це обладнання незамінне при обробці інструментів для їх подальшого використання в процесі обслуговування техніки.

2.4. Складання технологічних вимог до проєкту електрифікації пункту ТО

Технологічні вимоги до проєкту електрифікації пункту технічного обслуговування (ТО) повинні забезпечити належний рівень безпеки, ефективності та надійності роботи всього електричного обладнання на підприємстві. Вони включають всі необхідні параметри для організації ефективної енергетичної інфраструктури, що відповідає вимогам безпеки та сучасним стандартам енергоефективності [10, 11, 12]:

- забезпечення стабільного та надійного джерела електричної енергії для всього технологічного обладнання, з урахуванням максимальних навантажень, використання відповідних типів кабелів та проводів, здатних витримувати ці навантаження;

- вибір магнітних пускачів, автоматичних вимикачів, запобіжників та інших захисних пристроїв для кожного виду обладнання для запобігання коротким замиканням і перевантаженням;

- встановлення системи заземлення задля уникнення ураження електричним струмом, задоволення відповідних стандартів ізоляції для проводів і кабелів;

- впровадження автоматизованих систем для контролю та регулювання процесів миття та очищення агрегатів, системи повинні включати датчики рівня, температури та вологості для автоматичного налаштування режимів роботи;

- використання енергоефективного обладнання та приводів для зниження енергоспоживання, особливо на етапах, де це можливо, наприклад, у системах вентиляції та насосних станціях;

- забезпечення сумісності нової системи електрифікації з існуючою електричною мережею підприємства без порушення її стабільної роботи;

- встановлення системи моніторингу для відстеження основних параметрів роботи обладнання та енергоспоживання, всі важливі показники повинні бути доступні для дистанційного контролю та регулювання;

- врахування екологічних норм і стандартів для забезпечення безпеки навколишнього середовища при експлуатації електричного обладнання, зокрема в системах очищення і миття агрегатів.

Наведені вимоги забезпечують надійну, безпечну та ефективну роботу пункту технічного обслуговування.

3. РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ПУНКТУ ТО

3.1. Вибір електросилового обладнання для стандартних технологічних машин пункту ТО

Всі технологічні машини, що використовуються на пункті технічного обслуговування, поставляються в комплекті з необхідним електросиловим обладнанням, яке відповідає вимогам сучасних стандартів безпеки та енергоефективності. Вибір силового електрообладнання для звичного технологічного устаткування базується на кількох важливих аспектах [10, 11].

Перш за все, електросилове обладнання повинно відповідати вимогам щодо напруги, що використовуються на підприємстві. Для більшості промислових об'єктів стандартними є значення напруги 380 В для трифазних систем і 220 В для однофазних. Однак, при виборі обладнання враховуються можливі коливання напруги в мережі, тому всі електричні машини повинні бути здатні працювати в межах дозволених варіацій напруги без погіршення їх експлуатаційних характеристик.

Що стосується потужності, електросилове обладнання повинно бути вибрано з урахуванням сумарного споживання енергії технологічними машинами, а також з урахуванням додаткових навантажень, що можуть виникати під час пуску обладнання чи в умовах максимального навантаження. Потрібно врахувати також резерв потужності для уникнення перевантажень і забезпечення безперебійної роботи.

Окрему увагу необхідно приділяти захисту обладнання від негативного впливу навколишнього середовища. Вибір ступеня захисту обладнання від проникнення пилу та вологи (IP) має базуватися на умовах експлуатації, таких як підвищена вологість або наявність агресивних хімічних речовин в повітрі. Ступінь захисту не повинен бути меншим за IP54 для більшості робочих приміщень. Враховуючи умови роботи на підприємстві, де можуть бути присутні механічні забруднення та

підвищений рівень вологи, більш висока ступінь захисту забезпечить надійність і тривалість експлуатації.

Кліматичне виконання обладнання також повинно відповідати умовам конкретного регіону. Для більшості виробничих приміщень, розташованих у помірному кліматі, можна вибрати електричні пристрої з виконанням по стандарту УХЛ (для нормальних кліматичних умов) або з більш захищеними елементами, якщо в приміщенні є різкі коливання температури чи інші фактори, що можуть вплинути на роботу електричного обладнання.

Забезпечення належної захищеності електросилового обладнання від коротких замикань, перевантажень, а також від впливу змінних умов навколишнього середовища має важливе значення для безпеки праці та стабільності роботи технологічних систем. Вибір правильної марки і моделі обладнання має враховувати також наявність відповідних сертифікатів та стандартів якості, що підтверджують відповідність технічним вимогам.

Таким чином, вибір силового електрообладнання для пункту ТО має базуватися на забезпеченні надійної, безпечної та економічної роботи, враховуючи специфіку виробничих процесів, вимоги до енергоспоживання та захисту від негативного впливу навколишнього середовища.

3.2. Перевірка розрахункової потужності електродвигунів для технологічного обладнання пункту ТО

Перевірку розрахункової потужності електродвигунів буде проведено на прикладі електропривідного електродвигуна насосу високого тиску, який є частиною системи миття та очищення агрегатів на пункті технічного обслуговування. Насос високого тиску забезпечує подачу води або мийних розчинів під високим тиском для ефективного очищення та миття техніки, що обслуговується. Для точного визначення потужності електродвигуна буде враховано всі технічні параметри насосу, зокрема його робочий тиск, витрату води, а також специфікації електродвигуна, що забезпечує роботу цього агрегату. Окрім того, буде проведено порівняння фактичних значень потужності з розрахунковими, щоб

підтвердити відповідність вибору електродвигуна до технологічних вимог та оптимальних параметрів роботи системи миття і очищення..

Розрахункова потужність електродвигунів, що приводять в дію насоси високого тиску, в загальному випадку визначається за наступною формулою [11]:

$$P_{розр} = \frac{QH}{\eta_{нас}\eta_n}, \quad (3.1)$$

де Q – витрати рідини за одиницю часу, л/хв [11];

H – необхідний тиск на вихідному патрубку насосу, бар;

$\eta_{нас}$ – ККД насосного апарату;

η_n – ККД передачі.

$$P_{розр} = \frac{22 \cdot 140}{0,52 \cdot 0,96 \cdot 1000} = 6,2 \text{ кВт.}$$

Вибір електричного мотора для насоса високого тиску мийної системи здійснюватимемо згідно з заданою вимогою:

$$P_{ов} \geq (1,1 \dots 1,3) \cdot P_{розр}, \quad (3.2)$$

де $P_{ов}$ – величина номінального значення потужності електроприводу насосу, кВт.

$$P_{ов} \geq 1,2 \cdot 6,2 = 7,44 \text{ кВт.}$$

Згідно з даними каталогу [13], для приводу високонапірного насоса мийної системи обрано електродвигун типу АІР132S4 із такими технічними параметрами:

$$P_n = 7,5 \text{ кВт}; n_n = 1500 \text{ об / хв.}; \cos \varphi_n = 0,84; \eta_n = 0,87; I_n = 15,6 \text{ А}; K_i = 7,0;$$

режим роботи : S1 – тривалий

Перевірку електроприводу високонапірного насосу за умовами пуску виконуємо наступним чином [11]:

$$M_{\text{пдв}} \geq M_{\text{пн}}, \quad (3.3)$$

де $M_{\text{пдв}}$ – пускові моменти обраного для насосу електроприводу; Нм;

$M_{\text{пн}}$ – значення моменту при пуску системи миття та очищення агрегатів, Нм.

Пускові моменти обраного для насосу електроприводу [11]:

$$M_{\text{пдв}} = M_n \cdot \mu_n \cdot K_u^2, \quad (3.4)$$

де M_n – значення номінального моменту електроприводу, обраного з каталогу для системи миття та очищення, Нм;

μ_n – таблична кратність моментів обраного електроприводу, $\mu_n = 2,3$;

K_u – коефіцієнт врахування невідповідності напруги в мережі; $K_u = 0,9$.

Значення номінального моменту електроприводу, обраного з каталогу для системи миття та очищення [11]:

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n}, \quad (3.5)$$

$$M_n = \frac{7500}{157,5} = 48 \text{ Нм}$$

Пусковий момент:

$$M_{\text{пдв}} = 48 \cdot 2,3 \cdot 0,9^2 = 89,4 \text{ Нм}$$

Моменти опору насосу при номінальному режимі роботи [11]:

$$M_{н.н.} = \frac{P_{розр}}{\omega_n}, \quad (3.6)$$

$$M_{н.н.} = \frac{6200}{157,5} = 39,3 \text{ Нм}$$

Моменти опору при запуску системи миття та очищення [11]:

$$M_{nn} = (0,8 \dots 0,9) M_{н.н.} \quad (3.7)$$

$$M_{nn} = 0,9 \cdot 39,3 = 35,3 \text{ Нм}$$

Тоді, за умовою (3.3):

$$89,4 \text{ Нм} > 35,3 \text{ Нм.}$$

Отже, електродвигун для насосу системи миття та очищення агрегатів обрано вірно.

Перевіряємо обраний електропривід за перевантажувальною здатністю [11]:

$$M_{max\text{ дв}} \geq M_{max\text{ н}} \quad (3.8)$$

де $M_{max\text{ дв}}$ – максимальний момент каталожного електродвигуна, обраного для насосу, Нм;

$M_{max\text{ н}}$ – максимальний момент насосного агрегату системи миття та очищення, Нм.

Максимальний момент каталожного електродвигуна, обраного для насосу [11]:

$$M_{max\text{ дв}} = M_n \cdot \mu_{max} \cdot K_u^2 \quad (3.9)$$

$$M_{\text{max дв}} = 48,2,3 \cdot 0,9^2 = 89,4 \text{ Нм}$$

Максимальний момент насосного агрегату системи миття та очищення:

$$M_{\text{max н}} = K_{\text{max}} \cdot M_{\text{н.н}}, \quad (3.10)$$

$$M_{\text{max н}} = 2,1 \cdot 39,3 = 82,3 \text{ Нм}$$

Тоді, за умовою (3.8):

$$89,4 \text{ Нм} > 82,3 \text{ Нм}.$$

Отже, електродвигун для насосу системи миття та очищення агрегатів обрано вірно, оскільки умова (3.8) виконується.

3.3. Розробка електричної схеми розташування силового електрообладнання пункту ТО

Розробка електричної схеми розташування силового електрообладнання пункту технічного обслуговування включає детальне планування та організацію електричних з'єднань між усіма силовими установками, що забезпечують роботу технологічних машин. Процес починається з аналізу розташування основного виробничого обладнання, яке потребує електропостачання, та визначення найбільш оптимальних шляхів прокладання електричних ліній живлення. Оскільки на пункті ТО будуть використовуватися різні технологічні машини, включаючи верстати, зварювальне обладнання, насосні установки та інші агрегати, схема повинна враховувати розподіл електричної енергії між ними з максимальним забезпеченням безпеки та ефективності [14].

У розробці схеми особливу увагу приділяють визначенню потужності кожного електроприймача, а також вибору типів проводів і кабелів для підключення

обладнання. Важливо забезпечити правильне розташування захисних приладів, наприклад плавкі запобіжники і автоматичні вимикачі, щоб запобігти перевантаженням і коротким замиканням. Крім того, необхідно передбачити електричні шафи та пости керування для забезпечення централізованого управління силовими установками.

Електрична схема повинна бути складена з урахуванням наявних нормативних вимог до безпеки, а також з урахуванням типу обладнання, кліматичних умов і ступеня захисту від навколишнього середовища. Це дозволить забезпечити стабільну і безперебійну роботу всіх технологічних процесів на пункті ТО при мінімальних енергетичних витратах.

4. Проектування автоматизованої технологічного процесу миття та очищення агрегатів

4.1. Опис технологічної схеми системи очищення та миття

Після демонтажу машинно-тракторного агрегату його складові компоненти завантажуються у металевий сітчастий візок. Далі цей візок переміщують у спеціальну камеру, призначену для очищення. Закриття захисної штори, яка запобігає розбризкуванню мийного розчину за межі камери, здійснюється електродвигуном М3.

Після того як штора повністю закриється, вмикається електродвигун насоса М4, який подає мийний розчин під високим тиском до форсунок, розташованих усередині камери. Як тільки починається процес розпилення розчину, активується електродвигун М2, що приводить у дію стрічковий транспортер. Він забезпечує поступовий рух візка з деталями відносно спрямованих струменів мийної рідини.

Коли візок досягає кінцевої точки ходу, мийний цикл завершується. Вмикається реверсивний режим двигуна М2, і транспортер повертає візок з очищеними елементами до початкової позиції.

Управління положенням і контролем ходу системи здійснюється за допомогою кінцевих шляхових вимикачів SQ1...SQ5, які функціонують у зв'язці з проміжними реле KV1...KV5.

Видалення утворених парів мийного засобу в процесі очищення забезпечує вентилятор М1, що запобігає накопиченню випарів у камері.

4.2. Технологічні вимоги до системи очищення деталей

На основі описаного технологічного процесу функціонування системи очищення агрегатів після демонтажу на пункті технічного обслуговування, можна сформулювати наступні технологічні вимоги до системи очищення [15, 16, 17].

Система повинна забезпечувати ефективне очищення складових частин машинно-тракторних агрегатів за допомогою автоматизованого високонапірного

подавання мийного розчину. Візок з деталями повинен бути зручно завантажуваним і сумісним із стрічковим транспортером.

Камера очищення має бути герметичною, обладнаною захисною шторою з автоматичним приводом для запобігання розбризкуванню рідини. Процес подачі мийного розчину повинен здійснюватися насосом високого тиску, керованим електродвигуном, з рівномірним розподілом струменів через систему форсунок.

Переміщення візка під час миття має бути поступовим і забезпечуватись електроприводом транспортера з можливістю реверсу після завершення циклу. Контроль положення візка і точність зупинок мають забезпечуватися кінцевими вимикачами у поєднанні з системою проміжних реле. Видалення парів і вологи всередині камери є обов'язковою умовою – для цього має бути передбачено примусове вентиляційне видалення з використанням окремого вентилятора.

Автоматизація процесу повинна передбачати чітку послідовність виконання всіх операцій: закриття штори, включення насоса, пуск транспортера, завершення циклу і реверсивне повернення. Уся система має функціонувати під керуванням єдиного блоку автоматизації з можливістю аварійної зупинки, ручного режиму роботи та індикації стану вузлів. Також система повинна відповідати вимогам безпеки, захисту електрообладнання від вологи та пари (ступінь захисту не нижче IP54), а елементи повинні витримувати вплив агресивного середовища мийних розчинів (виконання УХЛ4 або вище).

Таким чином, система очищення повинна забезпечити високоякісне миття, автоматичне керування, повторюваність процесу, безпечну експлуатацію і відповідність санітарно-гігієнічним та екологічним вимогам.

4.3. Проєктування та опис принципової електричної схеми автоматизації системи очищення

Розроблена принципова електрична схема автоматизації системи очищення та миття показана на листі графічної частини кваліфікаційного проєкту. Запропонована схема дозволяє виконувати миття та очищення повністю в автоматично режимі, за виключенням процесів завантаження та вивантаження деталей із сітчастого візка.

Для увімкнення живлення на електричну схему оператору необхідно спочатку активувати вимикач QFD1, розташований у шафі керування. Після цього здійснюється подача напруги на ланцюг керування шляхом увімкнення автоматичного вимикача SF1.

Після встановлення деталей у сітчастий візок і його розміщення всередині мийної камери, оператор натискає кнопку SB2. Це призводить до подачі живлення на котушку проміжного реле напруги KV6. За допомогою власного контакту KV6.1 відбувається самоблокування реле, що дозволяє постійно жити основні елементи схеми керування процесом очищення. У цей момент вмикається сигнальна лампа HL1, що підтверджує готовність системи до роботи.

Далі оператор натискає кнопку SB3, внаслідок чого активується котушка магнітного пускача KM3. Його головні контакти замикаються, і запускається електродвигун M2, який приводить у дію транспортер для переміщення візка з деталями в мийній камері. Коли візок досягає положення, де спрацьовує кінцевий вимикач SQ4, напруга подається на реле напруги KV4. Його контакт KV4.5 розриває ланцюг живлення магнітного пускача KM2, після чого інший контакт – KV4.6 – замикає новий шлях подачі напруги на котушку KM2 через послідовний ланцюг із контактів KV6.1, KV3.3, KV4.6, KV5.2 і KM3.1.

Одночасно контакт KV4.3 замикається та подає живлення на магнітний пускач KM4. Той, у свою чергу, через свої силові контакти вмикає електродвигун M3, який керує опусканням захисної штори мийної камери.

У момент активації котушки магнітного пускача KM4 одночасно замикається його контакт KM4.1, що забезпечує живлення для котушки пускача KM1. У результаті запускається електродвигун витяжного вентилятора M1, який відповідає за видалення парів миючого розчину.

Коли захисна шторка опускається до свого крайнього нижнього положення, спрацьовує кінцевий вимикач SQ3. Його контакт замикається та подає напругу на котушку проміжного реле KV3. При його включенні активується контакт KV3.4, через який здійснюється подача живлення на котушку пускача KM6, що запускає електродвигун насоса високого тиску M4. Паралельно із цим за допомогою

контакту KV3.1 активується реле часу KT1, яке починає відлік тривалості циклу миття.

Візок із деталями продовжує рух, доки не буде досягнутий кінцевий вимикач SQ5. Коли заданий час миття завершиться, реле часу KT1 замикає відповідні контакти з витримкою часу, які подають напругу на котушку пускача KM5. Це призводить до запуску електродвигуна M3, який піднімає шторку догори (відкриває мийну камеру).

У разі необхідності повторення циклу, очищені деталі замінюють на нову партію, та шляхом повторного натискання кнопки SB3 знову запускається процес миття.

Зупинка всієї системи миття здійснюється за допомогою натискання кнопки SB1, що відключає подачу напруги на всі елементи керування.

4.4. Проектування схеми електричної з'єднань

Проектування схеми електричних з'єднань шафи керування системою автоматизації очищення та миття передбачає створення логічно структурованої, надійної та безпечної системи взаємодії між усіма елементами електрообладнання та пристроями автоматизації, які забезпечують послідовне та безперебійне виконання технологічного процесу.

Розроблена схема з'єднань наведена в графічній частині кваліфікаційного проекту.

Основу схеми становить електроживлення електродвигунів: приводу захисної штори, насоса високого тиску, стрічкового транспортера та вентилятора. Кожен з них підключається через окремі магнітні пускачі з тепловими реле захисту від перевантаження. Пускачі керуються за допомогою проміжних реле, сигнальних елементів та кнопкових постів із виносною індикацією режимів роботи.

До складу схеми входить ланцюг управління, який забезпечує послідовне включення виконавчих механізмів після подачі стартового сигналу. Початок роботи задається оператором після завантаження візка в камеру. Першим активується електродвигун штори, після її повного закриття, за сигналом кінцевого вимикача,

вмикається насос. Одночасно з подачею розчину, включається транспортер. Досягнення кінцевої точки також контролюється кінцевим вимикачем, після чого система переходить у реверсний режим.

Схема передбачає також підключення витяжного вентилятора, що запускається одночасно з початком мийного циклу та зупиняється з завершенням повного циклу. Всі виконавчі елементи мають електричний захист, заземлення, а в ланцюгах керування передбачено аварійну зупинку, блокування повторного пуску при аварії та візуальну індикацію роботи.

З'єднання всіх компонентів здійснюється через клеми, розміщені в шафі керування, яка виконується у металевому корпусі зі ступенем захисту не нижче IP54. Вона повинна бути придатною для роботи у вологому середовищі, мати вентилявану конструкцію та бути обладнаною світловими індикаторами режимів, автоматичними вимикачами, кнопками запуску/зупину, дисплеєм стану (за потреби) та відповідними маркуваннями.

Загалом, схема повинна бути простою в обслуговуванні, відповідати нормам ПУЕ, ДСТУ та гарантувати безпечну роботу обслуговуючого персоналу.

4.5. Проектування схеми підключень

Проектування схеми підключень системи автоматизації очищення та миття полягає у розробці електричних зв'язків між основними виконавчими механізмами, елементами управління та захисту, що забезпечують повну автоматизацію технологічного процесу.

Розроблена схема електрична підключень наведена в графічній частині кваліфікаційного проекту.

У системі передбачено послідовне підключення електродвигунів приводу штори, насоса високого тиску, стрічкового транспортера та вентилятора від шафи керування. Кожен з цих механізмів підключається через індивідуальні автоматичні вимикачі та контактори з тепловим захистом. У схемі реалізовано сигнальні ланцюги на основі кінцевих вимикачів, які відслідковують положення рухомих частин – штори та візка.

Система обробляє сигнали з датчиків і забезпечує логіку роботи: закриття штори – подача миючого розчину – увімкнення транспортера – зупинка – реверс – повернення візка. Для контролю етапів очищення використовуються проміжні реле, які активують відповідні виконавчі механізми після надходження команд.

Система підключень передбачає встановлення світлової індикації (режими: «робота», «очищення», «аварія»), кнопкових постів пуску та аварійної зупинки, а також наявність візуального контролю стану обладнання. Для надійності роботи всі сигнальні та силові кабелі прокладаються в ізольованих металевих лотках або трубах із захистом від вологи та механічних пошкоджень.

Шафа керування проєктується з урахуванням розподілу внутрішнього простору на силову та логічну частини, ступенем захисту не нижче IP54, із захисним заземленням, вентиляцією та можливістю дистанційного контролю. Усі з'єднання та клеми мають чітке маркування згідно з проектною документацією.

4.6. Складання специфікації на матеріали

Специфікація на перелік обладнання, необхідного для забезпечення системи автоматизації процесом миття, наведена в розділі 6 даного проєкту у загальній специфікації по реконструкції системи електрифікації пункту технічного обслуговування.

5. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ПУНКТУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

5.1. Вибір схеми живлення електроприймачів пункту ТО

Вибір схеми живлення електроприймачів пункту технічного обслуговування машинно-тракторного парку ґрунтується на забезпеченні надійного, безпечного та ефективного електропостачання всіх споживачів електроенергії, які використовуються під час виконання ремонтних, діагностичних та обслуговуючих робіт. Основними критеріями при виборі схеми є категорія надійності електроприймачів, потужність споживачів, режим їх роботи, а також технічні характеристики електрообладнання [14, 18].

Для пункту технічного обслуговування доцільно застосовувати радіальну або комбіновану систему електропостачання, яка передбачає живлення окремих груп електроприймачів від індивідуальних ліній з можливістю резервування, що підвищує загальну надійність системи.

Розробка внутрішньої електричної мережі починається з визначення електричних навантажень, зон обслуговування та розміщення технологічного обладнання. Внутрішня мережа повинна забезпечувати ефективний розподіл електроенергії між споживачами та відповідати вимогам з електробезпеки і пожежної безпеки. Усі розподільчі щити та пункти керування розміщуються з урахуванням зручності обслуговування та мінімізації довжин кабельних трас. Кабельна продукція та захисна апаратура підбираються відповідно до навантаження та умов експлуатації.

Особлива увага приділяється заземленню, системі вирівнювання потенціалів та засобам захисту від перенапруги. У випадку використання електрообладнання з підвищеними вимогами до безпеки (наприклад, електрозварювальні апарати, компресори, верстати), передбачаються окремі кола живлення з відповідними захисними пристроями. Для освітлення приміщення організовується окрема мережа з урахуванням норм освітленості для виробничих приміщень. Загальна схема внутрішньої мережі повинна бути чітко структурованою, забезпечувати можливість

оперативного обслуговування, діагностики та усунення аварійних ситуацій без перешкод для основного технологічного процесу.

У проєкті електропостачання пункту технічного обслуговування машинно-тракторного парку обрано п'ятипровідну систему напруг 220/380 В змінного струму з системою заземлення TN-C-S. Такий вибір обумовлений потребою у надійному та безпечному електроживленні, яке відповідає сучасним стандартам і вимогам електробезпеки для виробничих приміщень.

Суть п'ятипровідної системи полягає в тому, що для живлення електроприймачів використовуються три фазні проводи (L1, L2, L3), нульовий робочий провід (N) та захисний провід (PE). Це дозволяє одночасно використовувати як трифазних, так і однофазних споживачів, що особливо важливо для об'єктів із різноманітним електротехнічним обладнанням.

Система заземлення TN-C-S передбачає, що в мережі до ввідного пристрою об'єкта (наприклад, розподільчого щита) поєднані робочий і захисний провід у вигляді PEN-проводу, а далі всередині об'єкта вони розділяються на окремі N (нульовий) і PE (захисний) провідники. Це забезпечує підвищену безпеку для користувачів та ефективний захист у разі коротких замикань, витoku струму або пошкодження ізоляції.

Застосування TN-C-S дозволяє забезпечити стабільну роботу захисного відключення (ПЗВ), заземлення корпусів електрообладнання, а також запобігання виникненню небезпечної напруги на металевих частинах установок. Така система є оптимальною для об'єктів, де діють жорсткі вимоги до надійності та електробезпеки, особливо в умовах підвищеної вологості або пиловості, характерних для пунктів технічного обслуговування.

5.2. Обчислення електричних навантажень

Обчислення струмів споживачів електричної енергії будемо виконувати за виразом [14, 18]:

$$I_H = \frac{P_H \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi_H \cdot \eta_H}, \quad (5.1)$$

де P_H – значення активної потужності приймача електричної енергії, кВт;

U_H – напруга в мережі пункту ТО, В;

η_H – ККД електричного споживача;

$\cos \varphi_H$ – коефіцієнт потужності споживачів електричної енергії.

Як приклад, розрахуємо номінальне значення струму електроприймачів системи очищення та миття. Основними силовими електроспоживачами даної системи є чотири асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором М1-М4.

Визначаємо струм М1 та М3, які мають однакову потужність:

$$I_{M1} = I_{M3} = \frac{0,37 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,82 \cdot 0,83} = 0,9 \text{ A}$$

Визначаємо струм М2:

$$I_{M2} = \frac{0,55 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,81 \cdot 0,83} = 1,5 \text{ A}$$

Визначаємо струм М4:

$$I_{M4} = \frac{7,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,87 \cdot 0,83} = 16 \text{ A}$$

Струми магістралей електричної мережі пункту ТО визначаємо за формулою [14, 18]:

$$I_p = K_0 \cdot \sum I_H, \quad (5.2)$$

$$I_{p_{A1-A2}} = 1 \cdot (0,9 + 1,5 + 0,9 + 16) = 19,3 \text{ A}$$

5.3. Обчислення і вибір дротів і кабелів

Вибір кабель провідникової продукції для живлення електроприймачів пункту ТО робимо за умовою тривалодопустимого струму [14, 18]:

$$I_{TP.PP} \geq I_{розр.}, \quad (5.3)$$

де $I_{TP.PP}$ – максимальне значення тривалодопустимого струму проводу, А;

$I_{розр}$ – струм електроприймача пункту ТО, А.

Як приклад, оберемо кабелі для живлення електроприймачів системи очищення та миття.

Для М1 приймаємо до монтажу кабель ВВГ(4х1,5), для якого $I_{TP.PP} = 16 \text{ A}$ [18].

Виконуємо перевірку умови (5.3):

$$I_{TP.PP} = 16 \text{ A} > I_{розр.М1} = 0,9 \text{ A}$$

Отже, вибір кабелю для М1 зроблено вірно. Таким же чином обираємо кабелі для інших електроприймачів пункту ТО. Інформацію про обрані кабелі показано на схемі електричній розташування електросилового обладнання пункту.

5.4. Вибір автоматичних вимикачів

Підбір автоматичного захисту електрообладнання системи очищення та мийки машин та деталей здійснюється з урахуванням технічних параметрів, умов експлуатації та вимог нормативної документації [18].

При виборі відповідного захисного пристрою враховано такі основні критерії:

1) Тип та марка обладнання.

Запропоновано застосувати чотириполюсний диференційний автоматичний вимикач Hager ADA432D, який має номінальний струм 32 А, чутливість по струму

витоку 30 мА, тип струмового захисту – тип АС, характеристика спрацювання – тип С.

2) Відповідність номінальній напрузі:

$$U_{ном} = U_{мережі}, \quad (5.4)$$

де $U_{ном}, U_{мережі}$ – фактична напруга трифазної мережі в зоні розміщення обладнання.

$$400V > 380V.$$

3) Захист за струмом навантаження:

$$I_{ном.ав} \geq I_{розрах}, \quad (5.5)$$

де $I_{розрах}$ – обчислений робочий струм ділянки електромережі, А.

$$32A \geq 19,3A.$$

4) Технічне виконання:

- кількість полюсів – чотири;
- комбінований тип розчіплювачів (тепловий та електромагнітний);
- спрацювання електромагнітного розчіплювача перевіряється за умовою:

$$I_{відс.} \geq I_{пуск}, \quad (5.5)$$

де $I_{пуск}$ – сумарний пусковий струм двигунів на відповідній ділянці мережі.

- при наявності кількох електродвигунів, пусковий струм обчислюється за формулою:

$$I_{пуск} = \sum I_{ном} + \Delta I, \quad (5.6)$$

де $\sum I_{ном}$ – сума номінальних струмів двигунів,

ΔI – різниця між пусковим і номінальним струмом найбільш потужного з них.

$$I_{пуск} = 19,3 + (120 - 16) = 123,3 \text{ A.}$$

- Розрахунок граничного струму миттєвого відключення:

$$I_{відс.} = k \cdot \sum I_{ном}, \quad (5.7)$$

де k – коефіцієнт для характеристики «С» (для Nager приймається $k=10$).

$$I_{відс.} = 10 \cdot 32 = 320 \text{ A.} \quad (5.7)$$

Тоді:

$$320 \text{ A} \geq 120,3 \text{ A.}$$

5) Умови експлуатації пристрою:

- кліматичне виконання – УХЛ;
- категорія встановлення – 3;
- ступінь захисту оболонки – IP20, що є прийнятним для закритих приміщень із нормальною вологістю.

Отже, для забезпечення надійного електрозахисту обладнання системи очищення деталей машин і водночас гарантування безпеки обслуговуючого персоналу, рекомендовано застосування диференційного автоматичного вимикача Nager ADA432D (4P, 32A, 30mA, тип AC, характеристика C). Цей апарат виконує подвійну функцію – захищає лінію від перевантаження й короткого замикання, а також забезпечує захист від струму витоку на землю, що критично важливо для вологого технологічного середовища.

5.5. Вибір магнітних пускачів та теплових реле

Згідно з технічними умовами, наведеними у [14, 18], здійснено вибір магнітних пускачів для управління електродвигунами, які є частиною системи очищення та миття.

Для М1 та М3 обрано наступні апарати:

1) Тип пускача: Nager ESC363 3P 6A, 1NO, з котушкою на 220В змінного струму;

2) За номінальною напругою: пускач повинен мати:

$$U_{ном} \geq U_{двигуна}; \quad (5.8)$$

$$400 \text{ В} \geq 380 \text{ В};$$

3) За номінальним струмом: $I_{ном}$ пускача має бути не менше робочого струму двигуна, тобто

$$I_{ном} \geq I_p; \quad (5.9)$$

$$6 \text{ А} > 0,9 \text{ А}.$$

4) Виконання: без функції реверсу, оснащений тепловим реле типу Nager LSN110 (0,63–1 А), без електромеханічного блокування;

5) Захист по струму: струм спрацювання теплового реле має перевищувати номінальний струм двигуна:

$$I_{тр} \geq I_p; \quad (5.10)$$

$$1 \text{ А} \geq 0,9 \text{ А}.$$

6) Регулювання теплового реле: встановлюється згідно з номінальним струмом двигуна:

$$0,9 \text{ A} = 0,9 \text{ A}.$$

- 7) Клас захисту корпусу: IP20, без вбудованих кнопок управління;
- 8) Контактна система: один нормально відкритий (1НО) допоміжний контакт;
- 9) Кліматичне виконання: УХЛ 3.

В остаточному варіанті для М1 і М3 встановлюються магнітні пускачі Hager ESC363 у комплекті з тепловим реле Hager LSN110.

Аналогічним чином здійснено підбір пускачів для решти електродвигунів на лінії.

Для М2 передбачається встановлення магнітного пускача Hager ESC363 3P 6A, 1NO, 220В АС (котушка керування), у парі з тепловим реле Hager LSN116 (1–1,6 А). Пристрій не має функції реверсу, не обладнаний кнопками та електромеханічними блокуваннями, рівень захисту IP20, кліматичне виконання УХЛ 3.

Для М4 до установки рекомендовано магнітний. Як і попередні пускачі, він не має реверсу, кнопок чи блокувань, забезпечує захист IP20, і призначений для використання в умовах УХЛ 3.

5.6. Вибір розподільчої шафи та шафи керування системою

Для забезпечення ефективної та безпечної роботи системи очищення та миття доцільно використати як розподільчу, так і керувальну шафу з високим ступенем захисту, компактними розмірами та достатнім простором для розміщення необхідного обладнання.

У якості розподільчої шафи доцільно обрати модель Hager VE212DN із серії VECTOR, яка має рівень захисту IP65, що надає достатній захист від пилу та води. Вона вміщує 24 модулі та має прозорі дверцята, що дозволяє візуально контролювати стан автоматичних вимикачів і захисних елементів без необхідності відкривати шафу.

Як шафу керування рекомендовано використовувати Hager FL204B із серії Orion Plus, яка також має ступінь захисту IP65, виготовлена з армованого скловолокном поліестеру, має компактні габарити 350x300x160 мм і забезпечує достатній внутрішній простір для монтажу контролерів, реле та інших елементів системи

керування. Обидві шафи оптимально підходять для промислових умов з підвищеною вологістю та можливістю впливу зовнішніх факторів, забезпечуючи надійну роботу всієї автоматизованої системи.

5.6. Специфікація на матеріали та обладнання для реконструкції системи електрифікації та системи автоматизації процесу очищення та миття

Складання специфікації на матеріали та обладнання для реконструкції системи електрифікації та автоматизації процесу очищення та миття (табл. 5.1) передбачає комплексний підхід з урахуванням вимог до безпеки, надійності та сумісності всіх компонентів. Основними розділами такої специфікації будуть розподільче обладнання, кабельна продукція, засоби керування, пристрої автоматизації та допоміжні елементи.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Організація роботи з охорони праці на пункті технічного обслуговування машинно-тракторного парку. Організування охорони праці на пункті технічного обслуговування машинно-тракторного парку базується на чітко розробленій системі управління та відповідальності кожного працівника за дотримання вимог безпеки. На підприємстві розроблені і впроваджені плани по охороні праці, котрі передбачають проведення профілактичних заходів, модернізацію обладнання, поліпшення умов роботи, забезпечення робітників індивідуальними засобами захисту і організацію санітарно-побутових умов. Фінансове забезпечення заходів по охороні праці здійснюється як із загального фонду підприємства, так і за рахунок спеціально передбачених коштів відповідно до законодавчих норм, який становить не менше ніж 0,5% від фонду заробітної плати [19, 20].

У колективному договорі машинно-тракторного парку виділено окремий розділ «Охорона праці», який регламентує обов'язки роботодавця щодо створення безпечних умов роботи, права робітників на безпечні умови праці, регламент проведення медичних оглядів та страхування від нещасних випадків. Також колективний договір містить положення про участь працівників у розробці заходів по охороні праці та способи вирішення спірних питань у цій сфері.

Особлива увага приділяється організації навчання по охороні праці. Співробітники пункту технічного обслуговування проходять обов'язкові вступні інструктажі, первинні інструктажі на робочому місці, а також періодичні повторні інструктажі. Навчання проводиться відповідно до затверджених програм, що відповідають характеру виконуваних робіт, із використанням діючих правил по

охороні праці для всіх професій та виду робіт. Факт проведення інструктажів реєструється у спеціальних журналах, які регулярно перевіряються посадовими особами. Атестація знань працівників по охороні праці проводиться згідно із затвердженими графіками, з оформленням відповідних протоколів.

Працівники машинно-тракторного парку забезпечуються необхідними засобами індивідуального захисту, одягом та взуттям відповідно згідно з вимогами нормативних актів. Регулярно здійснюється контроль за станом і своєчасною заміною спецодягу та ЗІЗ. Для підтримки належного рівня санітарно-побутового забезпечення обладнані душові, санітарні кімнати, кімнати для прийому їжі та відпочинку.

Відповідальність по організації роботи по охороні праці несе керівник пункту технічного обслуговування та фахівець по охороні праці. Керівники несуть персональну відповідальність за порушення чинного закону по охороні праці, вони зобов'язані відслідковувати дотримання безпеки робочих місць, своєчасне проведення інструктажів, навчання та атестації, а також за наявність і ведення відповідної документації. У разі невиконання обов'язків передбачена дисциплінарна, адміністративна та кримінальна відповідальність згідно із законодавством [19].

Небезпечні та шкідливі фактори на пункті ТО. На пункті технічного обслуговування машинно-тракторного парку працівники постійно стикаються з низкою небезпечних та шкідливих умов, що можуть негативно впливати на їхнє здоров'я та безпеку. Одним із основних факторів є фізичні навантаження, пов'язані з переміщенням важких агрегатів та деталей, що може призводити до травм опорно-рухового апарату. Високий рівень шуму від працюючих двигунів, компресорів та іншого обладнання викликає ризик розвитку професійних захворювань слуху. Вібрація, що передається через інструменти та техніку, може негативно впливати на кровообіг і нервову систему працівників.

Небезпеку становить також підвищена загазованість повітря робочої зони через вихлопні гази, випаровування паливно-мастильних матеріалів та використання хімічних речовин для очищення і ремонту. Тривалий контакт із такими речовинами може спричинити отруєння або розвиток хронічних захворювань дихальних шляхів і шкіри. Наявність відкритих обертових частин

машин, інструментів та механізмів створює ризик травматизму, а несправне електрообладнання або неправильне поводження з ним підвищують ймовірність ураження електричним струмом.

Температурні коливання на пункті ТО, особливо в неопалюваних приміщеннях узимку або при роботі біля гарячих двигунів улітку, також є шкідливим чинником і можуть призвести до переохолодження чи перегріву організму. Недостатнє освітлення робочих місць збільшує ризик травматизму та погіршує зорову діяльність. До психологічних чинників належить високий рівень стресу внаслідок необхідності одночасного контролю за великою кількістю технічних процесів, що вимагає постійної концентрації уваги та оперативного прийняття рішень [20].

На пункті технічного обслуговування машинно-тракторного парку додатковим джерелом небезпечних і шкідливих факторів є лінія миття та очищення машин. Під час виконання робіт на цій ділянці працівники зазнають впливу водяного пилу, хімічних мийних засобів, високого тиску води, а також підвищеної вологості повітря, що може призводити до захворювань дихальних шляхів і шкіри. Вода у поєднанні з мийними реагентами створює слизькі поверхні, що підвищує ризик падіння і травмування працівників. Крім того, під час функціонування устаткування для миття існує небезпека травмування струменем води високого тиску або рухомими частинами технічних установок.

Хімічні речовини, що застосовуються для очищення забруднених поверхонь машин і агрегатів, можуть викликати опіки, алергічні реакції або хімічні отруєння при потраплянні на шкіру чи слизові оболонки, а випари деяких з них негативно впливають на органи дихання. Особливу небезпеку становить також накопичення парів горючих речовин у закритих приміщеннях мийних ліній, що за певних умов може призвести до вибухів або пожеж.

Рекомендації для впровадження безпечних і здорових умов роботи при виконанні робіт на пункті ТО. Для створення нешкідливих та безпечних умов праці на пункті технічного обслуговування машинно-тракторного парку необхідно насамперед забезпечити чітку організацію робочого процесу та контроль за дотриманням правил охорони праці. Робочі місця повинні бути правильно

організовані: мати достатнє освітлення, вентиляцію та відповідне облаштування для зручного й безпечного виконання робіт. Усі небезпечні зони мають бути чітко позначені попереджувальними знаками, а доступ до них повинен бути обмежений для сторонніх осіб.

Особливу увагу слід приділити регулярному проведенню інструктажів і навчання працівників з охорони праці, зважаючи на специфіку виконуваних робіт, а також організації періодичної перевірки знань. Необхідно забезпечити всіх працівників справним спеціальним одягом, засобами індивідуального захисту – рукавицями, окулярами, респіраторами, засобами захисту органів слуху, взуттям із захисними властивостями – і контролювати їх правильне використання.

На лінії миття та очищення слід використовувати безпечні мийні засоби, мінімізувати утворення водяного пилу й аерозолів, забезпечити хорошу вентиляцію та системи осушення підлоги, щоб уникнути ковзання. Обладнання для миття має проходити регулярний технічний огляд для виявлення несправностей, а працівники повинні мати інструкції щодо безпечного користування апаратами високого тиску.

Важливим елементом створення безпечних умов є також організація системи медичних оглядів для своєчасного виявлення профілактичних ознак професійних захворювань. На території пункту необхідно обладнати санітарно-побутові приміщення – роздягальні, душові, кімнати для прийому їжі, забезпечуючи працівникам можливість дотримання особистої гігієни.

7. ЕКОЛОГІЯ

Вступ. Сучасні умови розвитку машинно-транспортних підприємств висувають особливі вимоги не лише до ефективності виробничих процесів, а й до

екологічної безпеки їхньої діяльності. Пункт технічного обслуговування машинно-транспортного парку ТОВ «Завод Кобзаренка» є об'єктом, який у процесі роботи може чинити вплив на довкілля через викиди забруднювальних речовин, утворення відходів, споживання енергетичних та водних ресурсів. Тому оцінка екологічних аспектів його функціонування є важливою складовою загальної оцінки проекту. У цьому розділі розглядаються основні джерела впливу на довкілля, визначаються можливі наслідки експлуатації об'єкта та пропонуються заходи щодо мінімізації негативного впливу і забезпечення екологічної безпеки.

Вплив. Функціонування пункту технічного обслуговування машинно-транспортного парку ТОВ «Завод Кобзаренка» має значний вплив не лише на довкілля, а і на самопочуття людини, флору і фауну. Основні аспекти цього впливу полягають у забрудненні повітря, води та ґрунтів, а також у шумовому забрудненні.

Забруднення атмосфери є одним із основних чинників, що діє на здоров'я робітників пункту технічного обслуговування, а також на найближчі території. Викиди вихлопних газів від техніки, що проходить обслуговування, можуть містити токсичні речовини, такі як оксиди азоту, вуглекислий газ, вуглеводні та інші шкідливі компоненти, які можуть спричиняти розвиток респіраторних захворювань, алергічних реакцій та інших хронічних хвороб у працівників та місцевих мешканців. Довготривалий вплив цих забруднювачів може шкодити стану серцево-судинної системи, збільшуючи ризик захворювань.

Шкідлива дія на рослинний світ відбувається через забруднення оточуючого середовища хімічними речовинами, такими як мастила, розчинники, відпрацьовані оливи та інші токсичні речовини, які можуть потрапити в навколишнє середовище через несанкціоноване скидання відходів. Це може призвести до погіршення якості ґрунтів та води, що негативно позначиться на рості і розвитку рослин. Витік токсичних речовин може знизити біорізноманіття, вплинути на водну флору, а також зменшити продуктивність сільськогосподарських культур в околицях.

Щодо фауни, то забруднення довколишнього середовища може мати прямий і непрямий вплив на різні види тварин. Викиди шкідливих сполук в атмосферу можуть спричиняти зміни в екосистемах, що, в свою чергу, впливає на здоров'я тварин. Наприклад, наявність токсичних хімікатів у воді чи на поверхні ґрунту може

призвести до отруєння тварин, втрати середовища існування або змін у харчових ланцюгах. Більш того, шум, що виникає під час обслуговування техніки, може призвести до стресу у місцевих тварин, впливаючи на їхній спосіб життя, поведінку, здатність до відтворення та виживання.

Заходи. Для зменшення негативного впливу пункту технічного обслуговування машинно-транспортного парку ТОВ "Завод Кобзаренка" на довколишнє середовище, самопочуття людини та місцеві екосистеми необхідно впровадити комплекс природоохоронних заходів. Важливою частиною цих заходів є оптимізація технологічних процесів, зниження рівня забруднення та ефективне управління відходами.

Один із основних напрямів мінімізації екологічного впливу – це зниження викидів небезпечних сполук в повітря. Це можна зробити шляхом рокращення і відновлення техніки, що використовується на підприємстві, та впровадження екологічно чистих технологій. Наприклад, для зменшення викидів від машин та механізмів, що обслуговуються, можна використовувати технології, що знижують рівень шкідливих викидів, такі як фільтри для очищення відпрацьованих газів або пристрої для зниження рівня шуму. Крім того, регулярне технічне обслуговування машин та транспорту дозволить своєчасно виявляти та усувати несправності, що можуть призвести до надмірних викидів.

Забезпечення ефективної утилізації відходів є також ключовим заходом для мінімізації впливу на довкілля. Всі відпрацьовані матеріали, такі як мастила, відходи пального, хімікати та інші небезпечні речовини, повинні збиратися та зберігатися в спеціальних контейнерах для подальшої утилізації або переробки. Важливо також запровадити систему сортування відходів на етапі їх утворення, що дозволить зменшити кількість матеріалів, які потрапляють на звалище або забруднюють навколишнє середовище.

Щодо води, необхідним заходом є використання ефективних способів очистки стічних вод перед їх скиданням у каналізаційну систему або на місцевість. Використання сучасних фільтраційних і очищувальних установок дозволить знизити рівень забруднення води і запобігти негативному впливу на місцеві водні екосистеми.

Для зменшення впливу на флору можна впровадити заходи по охороні ґрунтів від забруднення, наприклад, заборонити скидання хімічних відходів на земельні ділянки, прилеглі до підприємства, а також вжити заходів щодо відновлення забруднених територій. Одним із варіантів може бути висадка рослин, які здатні очищати ґрунт від токсичних речовин (фітоекологічні методи).

Для зменшення шумового забруднення важливо вжити заходів щодо звукоізоляції та вибору низькошумних технологій. Це дозволить зменшити стресовий вплив на місцеву фауну, а також покращити умови праці для персоналу підприємства.

8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Економічне обґрунтування реконструкції системи електрифікації цеху для пункту технічного обслуговування машинно-тракторного парку ТОВ «Завод Кобзаренка» в смт. Липова Долина, Роменського району, Сумської області передбачає модернізацію існуючої електричної інфраструктури для забезпечення більш ефективного та економічно вигідного функціонування підприємства. Реконструкція включає в себе впровадження нових енергозберігаючих технологій, що дозволяють зменшити витрати на електроенергію та підвищити надійність роботи системи.

Основним елементом реконструкції є розробка автоматизованої системи мийки та очищення агрегатів, що значно спростить процес обслуговування техніки. Це дозволить знизити трудовитрати на обслуговування машинно-тракторного парку, збільшити термін служби техніки та покращити її експлуатаційні характеристики. Автоматизація цього процесу знизить ймовірність людських помилок і підвищить загальну ефективність підприємства.

Запровадження автоматизованої системи мийки та очищення агрегатів також дозволить зменшити споживання води та миючих засобів, що відповідно знизить витрати на ці ресурси. Окрім того, завдяки впровадженню нових технологій, зросте продуктивність праці, що позитивно вплине на загальну економічну ефективність підприємства [22].

Економія коштів на електроенергію [22]:

$$E_{el} = (W_{\delta} - W_{np}) \cdot C, \quad (8.1)$$

де C – вартість електричної енергії.

$$E_{el} = (155000 - 150000) \cdot 8 = 40000 \text{ грн.}$$

Термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{K_{дод}}{E_p}, \quad (8.2)$$

$$T_{ок} = \frac{55866}{40000} \approx 1,4 \text{ рік}$$

Таблиця 8.2 – Загальні зведені показники щодо економічного обґрунтування.

| Показники | Варіанти | |
|--|----------|-----------|
| | базовий | проектний |
| Витрати на придбання устаткування та матеріалів, грн | - | 55866 |
| Річне споживання електричної енергії, | 155000 | 150000 |

| | | |
|--|---|-------|
| кВт·год | | |
| Зниження споживання, кВт·год | - | 5000 |
| Вартість енергії, грн/ кВт·год | 8 | 8 |
| Річна економія коштів на електроенергію, грн | - | 40000 |
| Термін окупності, років | - | 1,4 |

ВИСНОВКИ

У процесі виконання дипломного проєкту проведена детальна реконструкція системи електрифікації цеху для пункту технічного обслуговування машинно-тракторного парку ТОВ «Завод Кобзаренка», що включала оновлення електричного обладнання, підвищення ефективності енергоспоживання та забезпечення надійності електропостачання. Запропоновані технічні рішення відповідають сучасним вимогам до енергоефективності та безпеки.

Розроблена автоматизована система мийки та очищення агрегатів дозволяє значно знизити витрати енергії та ресурсів, забезпечити високу якість очищення технічних засобів, зменшити трудозатрати та підвищити ефективність роботи підприємства. Впровадження автоматизації процесу також дозволить знизити вплив людського фактору та покращити контроль за виконанням технологічних операцій.

У роботі виконано вибір електричного обладнання для технологічних машин, розрахунок потужностей та вибір відповідних кабелів і проводів. Розроблені схеми живлення та розподілу електричної енергії відповідають вимогам надійності та безпеки, що дозволяє забезпечити безперебійну роботу всіх систем на пункті ТО.

Враховано вимоги охорони праці та екологічні стандарти при проектуванні системи електрифікації та автоматизації. Зокрема, передбачено використання енергоефективного обладнання та зниження негативного впливу на навколишнє середовище завдяки оптимізації технологічних процесів.

Після впровадження запропонованих змін на пункті технічного обслуговування ТОВ «Завод Кобзаренка» зниження споживання електричної енергії для технологічних потреб складе 5000 кВт·год. Загальна річна економія коштів досягне 40000 грн., а період повернення інвестицій оцінюється приблизно в 1,4 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kobzarenko, O. Офіційний сайт компанії «Kobzarenko». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kobzarenko.com.ua/ua> (дата звернення: 27.04.2025).
2. Правила улаштування електроустановок. – Київ: Державне підприємство «Науково-технічний центр з електробезпеки», 2021. – 328 с.
3. DEWALT DW1620. Електричний інструмент [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.dewalt.com> (дата звернення: 27.04.2025).
4. EMCO Maximat 11. Металевий верстат [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.emco-world.com> (дата звернення: 27.04.2025).
5. Pallet Master 2000. Електрична таль [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.palletmaster.com> (дата звернення: 27.04.2025).
6. Enerpac. Гідравлічний прес H-Frame 50T [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.enerpac.com> (дата звернення: 27.04.2025).
7. Metabo. Точило DS 200 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.metabo.com> (дата звернення: 27.04.2025).
8. Lincoln Electric. Зварювальний апарат Power MIG 216 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.lincolnelectric.com> (дата звернення: 27.04.2025).
9. Bauer. Точило Bauer 2000W [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.bauerpower.com> (дата звернення: 27.04.2025).
10. Польшаков В. І. Економіка, організація та управління технічним обслуговуванням і ремонтом машин / В.І. Польшаков, Є.Ю. Сахно // Київ: «Центр навчальної літератури», 2024. – 328 с.
11. Електропривод с.г. машин, агрегатів та потокових ліній. Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лавриненко, О.С. Марченко, Д.Г. Войтюк. За ред. Жулая Є.Л. – Вища освіта, 2020. – 288 с.
12. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2020. – 557 с.

13. Каталог tktrnhjldbueysd АИР. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://xn--80aу.com.ua/katalog_elektrovdigatelei_air/.
14. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК : підручник / І. І. Мартиненко, В. П. Лисенко, Л. П. Тищенко, І. М. Болбот, П. В. Олійник. – К. : НМЦ Мін-ва аграрної політики України, 2008. – 330 с; 2020. – 330 с.
15. Ardi, S., Tommy, M. I., & Afianto, A. (2018). Automation of Waste Treatment on the Washer Machine Based on PLC Control System in the Manufacturing Industry. 2018 5th International Conference on Information Science and Control Engineering (ICISCE), 649–653. <https://doi.org/10.1109/icisce.2018.00140/>
16. Fuhrländer-Völker, D., Magin, J., & Weigold, M. (2023). Automation architecture for harnessing the demand response potential of aqueous parts cleaning machines. *Production Engineering*, 17(6), 785–803. <https://doi.org/10.1007/s11740-023-01201-x/>
17. Better Engineering. Automatic Parts Washer [Electronic resource]. – Available at: <https://www.betterengineering.com/automatic-parts-washer/> (Accessed: 27 April 2025).
18. Чепіжний А.В., Шашков С.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційного проекту, ступеня вищої освіти «Бакалавр» для здобувачів вищої освіти 4 та 2 с. т. курсів інженерно-технологічного факультету спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», денної та заочної форм навчання.– Суми: Сумський НАУ, 2024. – 33 с.
19. Закон України "Про охорону праці" від 14 жовтня 1992 р. (Редакція станом на 13.12.2022).
20. ДНПАОП 0.00–1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К.: АТ «Київська книжкова фабрика», 1998.– 380 с.
21. Василенко О.О., Хворост Т.В, Семерня О.В., Кіндя О.П. (2021). Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в випускних роботах студентами спеціальностей 208 «Агроінженерія» галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузь знань 14 «Електрична інженерія», 275 «Транспортні технології» галузь знань 27 «Транспорт» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Суми: СНАУ, 14.

22. Економіка сільського господарства : навч. посіб. / [Збарський В.К., Бабієнко М.Ф., Кулаєць М.М., Синявська І.М., Хоменко М.П.]; за ред. проф. В.К. Збарського. – К. : Агроосвіта, 2023. – 352 с.