ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Інженерно-технічний факультет
Кафедра технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

«ПРОЄКТ ДІЛЬНИЦІ З РЕМОНТУ АГРЕГАТІВ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ З РОЗРОБКОЮ КОНСТРУКЦІЇ ВІЗКА ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ТА АГРЕГАТІВ»

Виконав:
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» освітньо-професійної програми «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання
Богдан БІНЬКОВСЬКИЙ

Керівник:
доцент ***Василь ТКАЧУК***

Оцінка захисту:
Національна шкала _____
Кількість балів _____
Шкала ECTS _____
«____» _____ 2026 р.

Допускається до захисту:
«____» _____ 2026 р.

Гарант освітньо-професійної програми «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія», доцент ***Сергій ГРУШЕЦЬКИЙ***

м. Кам’янець-Подільський, 2026

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУ ……...4
РЕФЕРАТ …….5
ВСТУП …….6
1. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ОБСЛУГОВУВАННЯ Й РЕМОНТУ АГРЕГАТІВ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ……..7
1.1. Організаційні принципи побудови системи технічного обслуговування електрообладнання……...7
1.2. Технологічні процеси ремонту агрегатів електрообладнання……8
1.3. Обґрунтування теми та задач роботи ……...10
Висновки до першого розділу……11
2. ПРОЄКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ З РЕМОНТУ АГРЕГАТІВ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ……..12
2.1. Розрахунок програми ремонту дільниці ……..12
2.2. Розрахунок чисельності працівників дільниці ……14
2.3. Розрахунок і вибір обладнання дільниці……..15
2.4. Розрахунок площі дільниці ……...17
Висновки до другого розділу ……..18
3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ВІЗКА ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ТА АГРЕГАТІВ……19
3.1. Обґрунтування необхідності розробки конструкції ……...19
3.2. Аналіз існуючих конструкцій засобів транспортування агрегатів……20
3.3. Конструкція та принцип роботи візка……..21
3.4. Розрахунок та вибір електродвигуна……22
3.5. Розрахунок клинопасової передачі……...24
3.6. Перевірочний розрахунок черв'ячного редуктора ……..26

3.7.Розрахунок рами на міцність ……27
3.8.Оцінка ефективності застосування візка ……29
Висновки до третього розділу ……30
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ……31
4.1.Охорона праці на дільниці з ремонту агрегатів електрообладнання …31
4.2.Охорона довкілля при ремонті та обслуговуванні акумуляторних батарей і агрегатів ……..32
Висновки до четвертого розділу ……34
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТУ ……...35
Висновки до п’ятого розділу ……...36
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ……37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……39
ДОДАТКИ ……42

ПЕРЕЛІК АРКУШІВ ІЛЮСТРАТИВНО-ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ:

1. Технологічне планування дільниці з ремонту агрегатів електрообладнання.
2. Візок для транспортування акумуляторних батарей та агрегатів.
3-4. Робочі креслення.
5. Техніко-економічні показники.

УДК 631.3:621.31

Біньковський Б.І. «Проєкт дільниці з ремонту агрегатів електрообладнання з розробкою конструкції візка для транспортування акумуляторних батарей та агрегатів» (Кваліфікаційна робота). – Кам'янець-Подільський: Заклад вищої освіти «Подільський державний університет». 2026 – 38 с., 5 листів графічно-ілюстративної частини.

Кваліфікаційна робота присвячена проєктуванню дільниці з ремонту агрегатів електрообладнання. Обґрунтовано організаційну структуру дільниці, визначено виробничу програму, потребу в персоналі та обладнанні, розраховано площі приміщень. Розроблено конструкцію спеціалізованого транспортного засобу з підіймальним механізмом для механізації вантажних операцій та виконано його розрахунок. Розглянуто вимоги охорони праці й захисту довкілля під час виконання ремонтних робіт. Проведено техніко-економічну оцінку проєктних рішень. Результати роботи підтверджують технічну доцільність і економічну обґрунтованість запропонованих рішень.

Ключові слова: електрообладнання, технічне обслуговування, ремонтна дільниця, виробнича програма, механізація операцій, підіймальний механізм, акумуляторна батарея.

ВСТУП

Розвиток сучасного сільськогосподарського виробництва тісно пов’язаний із широким упровадженням механізації та автоматизації основних і допоміжних технологічних процесів. У цих умовах надійна робота машинно-тракторного парку, мобільної сільськогосподарської техніки та стаціонарних установок у значній мірі визначається технічним станом їх електрообладнання. Будь-які порушення в роботі електричних вузлів призводять до простоїв техніки, зниження продуктивності праці та зростання експлуатаційних витрат.

Важливою складовою системи електроживлення сільськогосподарських машин є акумуляторні батареї, що забезпечують запуск, живлення електронних систем керування, контрольно-вимірювальних приладів і засобів освітлення. В умовах агровиробництва акумулятори працюють у складних експлуатаційних режимах: зазнають впливу пилу, вологи, значних коливань температури, вібрацій і ударних навантажень, що прискорює їхній знос. Для збереження працездатності акумуляторних батарей необхідні своєчасне технічне обслуговування, дотримання правил заряджання, правильна організація зберігання, транспортування та виконання ремонтних операцій. Недотримання цих вимог не лише скорочує строк служби батарей, а й може створювати загрозу для персоналу через виділення газів, можливість протікання електроліту та ризик коротких замикань.

РОЗДІЛ 1. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ОБСЛУГОВУВАННЯ Й РЕМОНТУ АГРЕГАТІВ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

1.1. Організаційні принципи побудови системи технічного обслуговування електрообладнання

Система технічного обслуговування електрообладнання базується на планово-попереджувальному принципі, за якого роботи виконують не після відмови, а через установлені інтервали часу або напрацювання машини. Такий підхід дає змогу підтримувати справний стан електрообладнання, зменшувати кількість раптових несправностей і підвищувати готовність техніки до роботи.

Організація технічного обслуговування передбачає поділ робіт на щоденні огляди, міжремонтне обслуговування та планові ремонтні втручання. Під час обслуговування виконують очищення приладів і проводки від пилу та бруду, перевіряють кріплення, стан ізоляції, надійність контактів, справність освітлення, сигналізації, генератора, стартера та акумуляторної батареї. Для акумуляторів контролюють чистоту корпусу, стан клем, кріплення, вентиляційні отвори, а також рівень електроліту в обслуговуваних батареях.

Важливим принципом є діагностичний контроль технічного стану. Він дає можливість своєчасно виявити ослаблення контактів, зниження зарядної напруги, пошкодження проводки, окиснення клем або порушення роботи пускової системи ще до появи серйозної відмови. Тому система технічного обслуговування повинна передбачати використання контрольно-вимірювальних приладів, чітку послідовність операцій та належну кваліфікацію персоналу. [2, 3]

Окремим організаційним принципом є забезпечення необхідної матеріально-технічної бази. Для якісного обслуговування потрібні робочі місця, комплект інструменту, вимірювальні прилади, запасні частини, зарядні пристрої та засоби захисту. Правильно побудована система технічного обслуговування електрообладнання поєднує плановість, профілактику, діагностування і належну організацію робіт, що забезпечує надійну експлуатацію машин та зменшує потребу в складному ремонті. [4]

1.2. Технологічні процеси ремонту агрегатів електрообладнання

Технологічний процес ремонту агрегатів електрообладнання виконують у такій послідовності: приймання агрегату, очищення від пилу й мастила, зовнішній огляд, попередня перевірка технічного стану, розбирання, дефектація деталей, відновлення або заміна несправних елементів, складання, регулювання та контрольне випробування. Найчастіше ремонту підлягають стартери, генератори змінного струму, акумуляторні батареї та тягові реле, оскільки саме ці вузли найбільше навантажуються під час пуску двигуна і роботи бортової мережі. [5]

Під час ремонту стартера спочатку перевіряють його технічний стан без повного розбирання. Для стартерів у 12-вольтовій системі мінімальна частота обертання колінчастого вала бензинового двигуна при пуску має становити 40-70 об/хв, а для дизельного двигуна 100-200 об/хв. У процесі пуску стартер споживає струм від 100 до 1500 А, тому тривалість однієї спроби запуску бензинового двигуна не повинна перевищувати 10 с, дизельного - 15 с, а інтервал між спробами має бути 60 с. Під час розбирання стартера перевіряють щітки, колектор, втулки, вал якоря, муфту вільного ходу і тягове реле. Для стартера СТ-221 довжина щітки має бути не менше 12 мм, осьовий люфт якоря не більше 0,7 мм, а тиск щіткових пружин повинен становити 9,8 ± 0,98 Н. Якщо колектор підгорів або зношений, його проточують, але мінімально допустимий діаметр колектора для СТ-221 становить 36 мм. Опір між

колекторною пластиною і сердечником якоря повинен бути не менше 10 кОм, інакше якір вважають непридатним до подальшої експлуатації. [6, 7]

Ремонт генератора починають із перевірки напруги, струму навантаження і струму збудження на стенді. Для генератора Г221 характеристику холостого ходу знімають при частоті обертання ротора 2000 об/хв, при цьому струм збудження змінюють від 0 до 2,0 А. Зовнішню характеристику перевіряють при 3000 об/хв, установлюючи напругу 14 В і поступово збільшуючи струм навантаження. Швидкісну характеристику визначають у діапазоні 0-5000 об/хв при струмі збудження 1,0 А. Під час ремонту генератора перевіряють стан щіток, контактних кілець, підшипників, діодного моста, обмотки ротора і статора. Якщо виявлено зношення підшипників, обрив обмотки, підгоряння кілець або несправність випрямного блока, дефектні елементи замінюють, після чого генератор знову випробовують на стенді. [8]

Під час ремонту акумуляторної батареї контролюють густину електроліту, напругу, ступінь розрядженості та фактичну ємність. Для помірної кліматичної зони густина електроліту зарядженого акумулятора повинна становити 1,27 г/см^3, а розрядженого - 1,11 г/см^3. ЕРС одного акумулятора визначають за формулою:

$$E = \gamma + 0{,}84 \qquad (1.1)$$

де γ - густина електроліту, г/см3.

При густині 1,27 г/см^3 ЕРС становить приблизно 2,11 В, а при густині 1,11 г/см^3 - близько 1,95 В. Характеристику розряду батареї знімають при струмі $0{,}05C_{20}$ до напруги 1,75 В на одному акумуляторі, а в навчальних умовах допускається розряд струмом $0{,}1C_{20}$ з похибкою близько 5%. Якщо спостерігаються тріщини корпуса, підвищений саморозряд, сульфатація пластин або коротке замикання всередині акумулятора, батарею направляють на відновлювальне заряджання або замінюють.

Технологічний процес ремонту агрегатів електрообладнання повинен виконуватися за чіткою схемою з обов'язковим контролем основних параметрів після складання. Для стартера такими параметрами є довжина щіток не менше 12 мм, люфт якоря до 0,7 мм і справність тягового реле, для генератора - напруга 14 В при 3000 об/хв, а для акумуляторної батареї - густина електроліту 1,27 г/см^3 у зарядженому стані та кінцева напруга розряду 1,75 В на один акумулятор. Саме дотримання цих параметрів забезпечує якісний ремонт і надійну роботу електрообладнання в експлуатації. [5]

1.3. Обґрунтування теми та задач роботи

Надійна робота електрообладнання сільськогосподарської техніки є необхідною умовою безперебійної експлуатації машин, оскільки саме від справності акумуляторної батареї, стартера, генератора, приладів освітлення та електропроводки залежить запуск двигуна, живлення споживачів струму і стабільна робота всієї електросистеми. Практика експлуатації показує, що на технічний стан цих агрегатів істотно впливають забруднення, вібрації, перепади температури, окиснення контактів, порушення режимів заряджання акумуляторів та несвоєчасне технічне обслуговування.

Тема кваліфікаційної роботи пов'язана з організацією ремонту агрегатів електрообладнання та вдосконаленням допоміжних операцій під час поводження з акумуляторними батареями й окремими вузлами. Необхідність такого підходу зумовлена тим, що батареї та агрегати мають значну масу, потребують обережного транспортування, надійного закріплення та дотримання вимог безпеки під час переміщення і обслуговування. Раціональна організація цих робіт дає можливість зменшити трудомісткість операцій, підвищити зручність виконання ремонту та знизити ризик механічного пошкодження обладнання.

Відповідно до теми роботи основними задачами є аналіз організаційно-технічних основ обслуговування і ремонту агрегатів електрообладнання,

виконання розрахунків параметрів дільниці, розробка конструкції візка для транспортування акумуляторних батарей та агрегатів, а також розгляд питань охорони праці, довкілля і техніко-економічного обґрунтування прийнятих рішень.

Висновки до першого розділу

У першому розділі розглянуто організаційні принципи побудови системи технічного обслуговування електрообладнання, встановлено послідовність технологічних процесів ремонту основних агрегатів та обґрунтовано тему і задачі кваліфікаційної роботи. Проведений аналіз показав, що ефективність експлуатації сільськогосподарської техніки значною мірою визначається своєчасністю технічного обслуговування, якістю діагностування, правильністю виконання ремонтних операцій і дотриманням вимог безпеки під час роботи з акумуляторними батареями, стартерами, генераторами та іншими елементами електрообладнання.

РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ З РЕМОНТУ АГРЕГАТІВ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

2.1. Розрахунок програми ремонту дільниці

Для проєктування дільниці з ремонту агрегатів електрообладнання необхідно насамперед визначити річний обсяг робіт, який вона повинна виконувати. За основу в роботі приймається умовне середньостатистичне підприємство, що обслуговує середній парк сільськогосподарської техніки, автомобілів і допоміжних машин. Для такого підприємства характерним є виконання не лише ремонту генераторів, стартерів, реле-регуляторів, електропроводки та приладів освітлення, а й операцій, пов'язаних із прийманням, контролем, заряджанням, зберіганням і поточним обслуговуванням акумуляторних батарей. [9]

З урахуванням структури ремонтно-обслуговувальних робіт для такого підприємства річна трудомісткість дільниці приймається на рівні 2340 люд.-год. Це значення обґрунтоване для невеликої або середньої ремонтної бази, де дільниця не є самостійним великим цехом, але виконує повний перелік необхідних електротехнічних робіт у складі загальної майстерні. Прийнята трудомісткість охоплює як власне ремонт агрегатів електрообладнання, так і супутні операції.

Для переходу від трудомісткості до виробничої програми визначемо кількість умовних ремонтів за формулою:

$$N = \frac{T_{\text{діл}}}{t_{\text{ум}}} \tag{2.1}$$

де $T_{\text{діл}}$ - річна трудомісткість робіт дільниці, люд.-год.;

$t_{ум}$ - трудомісткість одного умовного ремонту, люд.-год.

Для даної дільниці приймаємо $t_{ум} = 300$ люд.-год. Тоді:

$$N = \frac{2340}{300} = 7{,}8 \qquad (2.2)$$

Отже, річна програма становить 7,8 умовного ремонту. Отримане значення показує, що дільниця за рік виконує обсяг робіт, еквівалентний майже восьми умовним ремонтам. З практичної точки зору це відповідає роботі невеликої спеціалізованої дільниці, яка не перевантажена потоковим виробництвом, але має стабільне навантаження протягом року. [10, 11]

Визначимо такт випуску умовного ремонту. За річної програми 7,8 умовного ремонту та 250 робочих днів на рік один умовний ремонт припадає приблизно на:

$$m = \frac{\mathrm{T_р}}{N} \qquad (2.3)$$

де $\mathrm{T_р}$ - робочі дні на рік, днів.

$$m = \frac{250}{7{,}8} \approx 32 \text{ роб. дні}$$

Отже, один умовний ремонт у середньому завершується кожні 32 робочі дні. Оскільки реальна дільниця виконує не один великий ремонтний цикл, а багато дрібніших операцій, такий показник слід розглядати як умовний розрахунковий еквівалент, потрібний для подальшого визначення параметрів дільниці. [12]

Таким чином, прийнята трудомісткість 2340 люд.-год. є достатньою для обґрунтування дільниці в складі умовного середньостатистичного підприємства. Вона забезпечує реалістичний рівень завантаження, дозволяє

розрахувати потребу в працівниках, підібрати обладнання і перейти до розрахунку виробничих площ та подальшого технологічного планування.

2.2. Розрахунок чисельності працівників дільниці

Для визначення кількості працівників розраховують явочну і списочну чисельність. Явочна чисельність показує, скільки працівників повинно щоденно бути на робочому місці для виконання річної програми. Списочна чисельність враховує відпустки, можливу тимчасову непрацездатність, виконання допоміжних робіт та інші втрати робочого часу. [13]

Явочну чисельність визначають за формулою:

$$P_{\text{я}} = \frac{T_{\text{д}}}{F_{\text{н}}} \tag{2.4}$$

де $T_{\text{д}}$ - річна трудомісткість дільниці, люд.-год.;

$F_{\text{н}}$ - номінальний річний фонд часу одного працівника, год.

Для розрахунку приймаємо $T_{\text{д}} = 2340$ люд.-год., $F_{\text{н}} = 2070$ год. Тоді:

$$P_{\text{я}} = \frac{2340}{2070} = 1{,}13 \text{ чол.}$$

Для виконання річної програми потрібно трохи більше одного робітника, який постійно перебуває на дільниці. Оскільки частину робіт неможливо виконувати безперервно одним виконавцем, а окремі операції потребують підстрахування або суміщення, результат 1,13 чол. округлюють в бік організаційно доцільного рішення. [13]

Списочну чисельність визначають за формулою:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_{\text{д}}}{F_{\text{д}}} \tag{2.5}$$

де $F_д$ - дійсний річний фонд часу одного працівника, год., $F_д = 1830$ год.

$$P_{сп} = \frac{2340}{1830} = 1{,}28 \text{ чол.}$$

Після округлення маємо 1,3 чол., тобто фактично один постійний працівник і часткове залучення другого робітника. Один працівник самостійно не забезпечує виконання всього річного обсягу, тому приблизно 28% трудомісткості повинно перекриватися за рахунок сумісництва або допомоги з іншої дільниці. Саме тому організаційно правильним є рішення, коли на дільниці постійно працює один виконавець, а другий підключається періодично, наприклад із ремонтно-монтажної дільниці. [14]

З практичного погляду такий підхід є виправданим. Основний працівник виконує діагностику генераторів, стартерів, реле-регуляторів, розбирання, дефектацію, пайку проводів, складання і випробування, а також веде роботи, пов’язані з акумуляторними батареями. У періоди зростання навантаження, коли одночасно надходять кілька генераторів або партія батарей на заряджання й контроль, додатковий працівник забезпечує ритмічність виконання програми без зриву строків.

Отже, для дільниці доцільно прийняти 1 основного працівника та передбачити часткове залучення другого працівника на рівні близько 0,3 штатної одиниці.

2.3. Розрахунок і вибір обладнання дільниці

Склад обладнання визначається характером технологічного процесу. Частина обладнання розраховується за трудомісткістю, а частина підбирається за технологічною необхідністю. [10]

Спочатку визначимо кількість мийних машин. Розрахунок виконується за формулою:

$$N_{мм} = \frac{Q}{q_м \cdot m \cdot K_н} \quad (2.6)$$

де Q - загальна маса деталей, що підлягають миттю, кг;

$q_м$ - продуктивність мийної машини, кг/год;

$K_н$ - коефіцієнт використання машини.

Приймаємо: $Q = 5000$ кг, $q_м = 400$ кг/год, $K_н = 0{,}9$. Тоді:

$$N_{мм} = \frac{5000}{400 \cdot 32 \cdot 0{,}9} = 0{,}43$$

Оскільки отримане значення менше одиниці, для дільниці достатньо однієї ванни для миття деталей або однієї мийної позиції.

Далі визначимо потребу у випробувальному стенді:

$$N_в = \frac{t_в \cdot K_{повт}}{m \cdot K_{вик}} \quad (2.7)$$

де $t_в$ - тривалість випробування одного агрегату, год;

$K_{повт}$ - коефіцієнт повторних випробувань;

$K_{вик}$ - коефіцієнт використання стенда.

Приймаємо $t_в = 6$ год, $K_{повт} = 2$, $K_{вик} = 0{,}9$. Тоді:

$$N_в = \frac{6 \cdot 2}{32 \cdot 0{,}9} = 0{,}42$$

Отже, приймаємо один контрольно-випробувальний стенд. Для невеликої дільниці цього достатньо, оскільки випробування проводяться послідовно, а не на потоковій лінії. [12]

Обладнання на основній дільниці приймається за технологічною необхідністю Окремо передбачаються допоміжні приміщення: кислотна та дільниця зарядки та зберігання акумуляторів.

За результатами розрахунків і технологічного добору приймається комплект обладнання, достатній для виконання повного циклу ремонту електрообладнання та супутніх робіт з акумуляторними батареями приведений у додатку А.

2.4. Розрахунок площі дільниці

Площу виробничих приміщень визначають з урахуванням площі, зайнятої обладнанням, а також необхідних робочих зон, проходів, місць для складування деталей і зручності переміщення агрегатів. Для спеціалізованих ремонтних дільниць застосовується розрахунок за укрупненими показниками:

$$F_{\text{д}} = (F_{\text{об}} + F_{\text{м}}) \cdot \sigma \qquad (2.8)$$

де $F_{\text{об}}$ - площа, зайнята обладнанням, м²;

$F_{\text{м}}$ - площа, зайнята машинами або великими виробами, м²;

σ - коефіцієнт, що враховує робочі зони, проходи та допоміжну площу.

Для дільниці ремонту агрегатів електрообладнання великогабаритні машини всередині приміщення не розміщуються, тому $F_{\text{м}} = 0$. Сумарна площа, зайнята обладнанням, становить $F_{\text{об}} = 9{,}7$ м², а коефіцієнт щільності приймаємо $\sigma = 3{,}5$. Тоді:

$$F_{\text{д.е.}} = (9{,}7 + 0) \cdot 3{,}5 = 33{,}95 \text{ м}^2$$

Після округлення приймаємо 36 м².

Аналогічно проводимо розрахунки інших приміщень. Для кислотної площу приймають 18 м², при розрахунковому значенні 16,3 м², для дільниці зарядки та зберігання акумуляторів - також 18 м² при розрахунковому значенні 16,8 м². Сумарна прийнята площа трьох приміщень становить 72 м². Половина площі припадає на основні ремонтні роботи, а друга половина - на операції, пов’язані з електролітом, заряджанням і зберіганням акумуляторів. Такий розподіл є логічним, оскільки батареї вимагають окремих ізольованих зон, вентиляції, спеціального оснащення та безпечної організації робіт. Технологічне планування дільниці представлено на листі 1 графічної частини.

Висновки до другого розділу

У другому розділі виконано проєктний розрахунок дільниці з ремонту агрегатів електрообладнання, прийнято річну трудомісткість робіт 2340 люд.-год., що відповідає виробничій програмі 7,8 умовного ремонту. На основі цієї програми визначено потребу в персоналі, за якою доцільно передбачити одного основного працівника та часткове залучення другого виконавця. Проведено розрахунок і добір основного та допоміжного обладнання, а також встановлено, що для розміщення дільниці необхідно прийняти три приміщення загальною площею 72 м², у тому числі 36 м² для основної ремонтної дільниці, 18 м² для кислотної і 18 м² для зарядки та зберігання акумуляторів. У результаті розроблено дільницю з раціональним розміщенням обладнання відповідно до прийнятого технологічного процесу.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ВІЗКА ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ТА АГРЕГАТІВ

3.1. Обґрунтування необхідності розробки конструкції

На підприємствах агропромислового комплексу та в ремонтних господарствах у процесі технічного обслуговування і ремонту регулярно виникає потреба у знятті, транспортуванні та встановленні акумуляторних батарей. Сучасні тягові та стартерні акумулятори, що застосовуються на тракторах та вантажних автомобілях мають масу від 16 до 65 кг і більше залежно від ємності та конструктивного виконання. У разі застосування спарених або зблокованих акумуляторних батарей загальна маса може сягати 80–100 кг. Крім того, в ремонтних дільницях регулярно виникає необхідність переміщення таких важких агрегатів, як стартери масою до 15–20 кг, генератори масою 8–15 кг, а також інші складальні вузли електрообладнання.

Виконання перерахованих операцій вручну пов'язане з підвищеним фізичним навантаженням на персонал, що суперечить вимогам гігієни праці. Відповідно до норм підіймання й переміщення вантажів вручну для чоловіків допускається разова маса до 30 кг, а при постійній роботі – не більше 15 кг. Тобто акумуляторні батареї масою понад 30 кг не можуть транспортуватись однією особою без механізованих засобів. При цьому ризик травмування зростає, коли батарею знімають з машини, що розташована на висоті, або коли необхідно перенести батарею через рампи чи інші нерівності підлоги. [15]

Таким чином, механізація транспортних і підіймально-опускальних операцій на дільниці з ремонту агрегатів електрообладнання є не лише організаційно доцільною, а й обов'язковою з погляду охорони праці.

Запропонована в даному розділі конструкція спеціалізованого візка з електромеханічним підіймальним механізмом дозволяє підняти акумуляторну батарею або агрегат до рівня розміщення на машині, перемістити його по дільниці та опустити в потрібне місце без ручного підіймання, що суттєво знижує трудомісткість операцій і ризик виробничого травматизму. [16]

3.2. Аналіз існуючих конструкцій засобів транспортування агрегатів

Аналіз ринку технологічного оснащення ремонтних підприємств показує, що для переміщення важких вузлів і агрегатів застосовуються кілька типів обладнання. Найпростішим рішенням є плоский ручний візок – платформа на колесах із горизонтальною вантажною поверхнею. Такий візок є дешевим і маневреним, проте не вирішує проблему підіймання та опускання вантажу: батарею чи агрегат необхідно вручну встановлювати на платформу з рівня підлоги, а потім знову вручну піднімати до рівня монтажного місця на машині. [17]

Гідравлічні ножичні підіймальні столи на колесах вирішують задачу підіймання вантажу, проте мають значну масу, великі габарити у транспортному положенні, вимагають рівної підлоги та коштують значно дорожче. Їхнє застосування виправдане в умовах великих сервісних підприємств, але не є оптимальним для невеликих ремонтних дільниць аграрних підприємств.

Стоякові візки для транспортування з максимальною висотою підіймання 1500 мм мають вузьке функціональне призначення і не можуть використовуватись для транспортування акумуляторних батарей.

Таким чином, жодне з поширених рішень не відповідає повною мірою умовам роботи на дільниці ремонту електрообладнання невеликого аграрного підприємства. Потрібна конструкція повинна поєднувати: можливість транспортування акумуляторних батарей, наявність механізму підіймання та опускання платформи, компактність у транспортному положенні, достатню

маневреність при русі між верстатами та машинами, живлення підіймального механізму від мережі або акумулятора без важкої ручної роботи. [18]

3.3. Конструкція та принцип роботи візка

Розроблений візок для транспортування та підіймання акумуляторних батарей і агрегатів представлений на листі 2 графічної частини та складається з таких основних вузлів: несучої рами зварної конструкції, підіймальної платформи, механізму підіймання, ходових коліс, кінцевих вимикачів верхнього та нижнього положення платформи, а також рукоятки для пересування.

Рама виконана із замкнених прямокутних профілів і труб із сталі Ст3, з'єднаних зварюванням. Вона сприймає всі навантаження від маси вантажу та зусиль, що виникають під час підіймання. Загальні габарити конструкції: довжина 1700 мм, ширина 900 мм, висота у транспортному положенні 1200–1870 мм. Підіймальна платформа розташована у нижній частині рами і переміщується вертикально по напрямних. Її розміри підібрані таким чином, щоб забезпечити розміщення стандартних акумуляторних батарей та типових агрегатів електрообладнання сільськогосподарської техніки. [19]

Механізм підіймання включає електродвигун, з'єднаний через клинопасову передачу з черв'ячним редуктором типу Ч-80 із передаточним числом 40. Тихохідний вал редуктора через механізм перетворення обертального руху у поступальний піднімає або опускає платформу. Для запобігання поломкам механізму та перекиданню конструкції при досягненні крайніх положень платформи передбачено кінцеві вимикачі. Поворотне переднє колесо забезпечує маневреність візка, а два задніх колеса – його стійкість при русі.

Візок підкочують до машини, з якої потрібно зняти батарею або агрегат. Платформу за допомогою електродвигуна виставляють у необхідне положення. Потім батарею від'єднують від машини й переставляють на

платформу. Вмикають електродвигун і платформу опускають у транспортне положення. Потім візок транспортують до дільниці обслуговування. Для встановлення батареї або агрегату на нову машину чи робочий стіл платформу піднімають до потрібної висоти і переставляють вантаж.

3.4. Розрахунок та вибір електродвигуна

Визначення потрібної потужності електродвигуна є першим кроком у проектуванні привода підіймального механізму. Потужність розраховують виходячи з максимального зусилля підіймання і необхідної швидкості руху платформи. [20]

Максимальна маса вантажу приймається з запасом рівною $m_{\text{ван}} = 150$ кг, маса самої платформи $m_{\text{пл}} = 20$ кг.

Повна розрахункова сила, яку повинен подолати механізм підіймання:

$$F_{\text{піді}} = (m_{\text{ван}} + m_{\text{пл}}) \cdot g \tag{3.1}$$

де $g = 9{,}81$ м/с² – прискорення вільного падіння.

$$F_{\text{піді}} = (120 + 20) \cdot 9{,}81 = 1373 \text{ Н}$$

Приймаємо швидкість підіймання платформи $v = 0{,}05$ м/с, що забезпечує плавне й безпечне підіймання.

Потрібна потужність механізму підіймання без урахування втрат:

$$P_{\text{піді}} = F_{\text{піді}} \cdot v \tag{3.2}$$

$$P_{\text{піді}} = 1373 \cdot 0{,}05 = 68{,}65 \text{ Вт}$$

Загальний ККД привода підіймального механізму, який включає черв'ячний редуктор ($\eta_{\text{черв}} = 0{,}75$), клинопасову передачу ($\eta_{\text{пас}} = 0{,}95$) та пари підшипників ($\eta_{\text{пдш}}^3 = 0,99^3 = 0{,}97$):

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_{\text{черв}} \cdot \eta_{\text{пас}} \cdot \eta_{\text{пдш}}^3 \tag{3.3}$$

$$\eta_{\text{заг}} = 0{,}75 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}97 = 0{,}691$$

Потрібна потужність електродвигуна з урахуванням всіх втрат:

$$P_{\text{ед}} = \frac{P_{\text{піді}}}{\eta_{\text{заг}}} \tag{3.4}$$

$$P_{\text{ед}} = \frac{68{,}65}{0{,}691} = 99 \text{ Вт}$$

Враховуючи пускові навантаження та нерівномірність роботи, приймаємо коефіцієнт пікового навантаження $K_{\text{п}} = 2{,}5$:

$$P_{\text{розр}} = P_{\text{ед}} \cdot K_{\text{п}} \tag{3.5}$$

$$P_{\text{розр}} = 99 \cdot 2{,}5 = 247{,}5 \text{ Вт} \approx 0{,}25 \text{ кВт}$$

За отриманим значенням вибираємо електродвигун серії 4АМ71В8У3 потужністю $P_{\text{ном}} = 0{,}25$ кВт з синхронною частотою обертання $n_c = 750$ хв$^{-1}$ і робочою частотою $n_{\text{ед}} = 700$ хв$^{-1}$.

Визначимо номінальний крутний момент на валу електродвигуна:

$$T_{\text{ед}} = \frac{9550 \cdot P_{\text{ном}}}{n_{\text{ед}}} \tag{3.7}$$

$$T_{\text{ед}} = \frac{9550 \cdot P_{\text{ном}}}{n_{\text{ед}}} = \frac{9550 \cdot 0{,}25}{700} = 3{,}41 \text{ Н·м}$$

3.5. Розрахунок клинопасової передачі

Клинопасова передача передає крутний момент від вала електродвигуна на вхідний вал черв'ячного редуктора. Передаточне число клинопасової передачі [21]:

$$U_{\text{пас}} = \frac{n_{\text{ед}}}{n_{\text{вх}}} \tag{3.8}$$

де $n_{\text{вх}} = 350 \text{ хв}^{-1}$ – частота обертання вхідного вала редуктора.

$$U_{\text{пас}} = \frac{700}{350} = 2{,}0$$

Крутний момент на ведучому шківі клинопасової передачі дорівнює крутному моменту на валу електродвигуна: $T_{\text{вч}} = T_{\text{ед}} = 3{,}41$ Н·м.

Крутний момент на веденому шківі клинопасової передачі:

$$T_{\text{вд}} = T_{\text{вч}} \cdot U_{\text{пас}} \cdot \eta_{\text{пас}} \tag{3.9}$$

$$T_{\text{вд}} = 3{,}41 \cdot 2{,}0 \cdot 0{,}95 = 6{,}48 \text{ Н·м}$$

Діаметр ведучого шківа приймаємо $d_1 = 71$ мм (стандартне значення для клинових пасів типу А).

Діаметр веденого шківа:

$$d_2 = d_1 \cdot U_{\text{пас}} \cdot (1 - \varepsilon) \tag{3.10}$$

де $\varepsilon = 0{,}02$ – коефіцієнт пружного ковзання паса.

$$d_2 = 71 \cdot 2{,}0 \cdot (1 - 0{,}02) = 139{,}2 \text{ мм}$$

Приймаємо стандартний діаметр $d_2 = 140$ мм.

Міжосьову відстань приймаємо $a = 200$ мм (з конструктивних міркувань).

Розрахункова довжина паса:

$$L = 2a + \frac{\pi(d_2 + d_1)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} \quad (3.11)$$

$$L = 2 \cdot 200 + \frac{\pi(140 + 71)}{2} + \frac{(140 - 71)^2}{4 \cdot 200} = 737{,}5 \text{ мм}$$

Приймаємо стандартний пас типу А з довжиною $L = 800$ мм (позначення А-800 за ДСТУ ISO 4184:2010).

Уточнена міжосьова відстань:

$$a' = \frac{2L - \pi(d_1 + d_2) + \sqrt{[2L - \pi(d_1 + d_2)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8} \quad (3.12)$$

$$a' = \frac{2 \cdot 800 - \pi(71 + 140) + \sqrt{[2 \cdot 800 - \pi \cdot 211]^2 - 8 \cdot 69^2}}{8} \approx 231 \text{ мм}$$

Швидкість паса:

$$v_{\text{пас}} = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_{\text{ед}}}{60 \cdot 1000} \quad (3.13)$$

$$v_{\text{пас}} = \frac{\pi \cdot 71 \cdot 700}{60000} = 2{,}60 \text{ м/с}$$

Кут обхвату ведучого шківа:

$$\alpha_1 = 180° - 57° \cdot \frac{d_2 - d_1}{a'} \tag{3.14}$$

$$\alpha_1 = 180° - 57° \cdot \frac{140 - 71}{231} = 163°$$

Умова $\alpha_1 \geq 120°$ виконується.

Корисне тягове зусилля паса:

$$F_t = \frac{2T_{\text{вч}}}{d_1} \tag{3.15}$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 3{,}41 \cdot 1000}{71} = 96{,}1 \text{ Н}$$

Для паса типу А при $v_{\text{пас}} = 2{,}60$ м/с та $\alpha_1 = 163°$ питома тягова здатність одного паса складає приблизно $P_0 = 0{,}55$ кВт. Таким чином, один пас є достатнім для передачі даної потужності з необхідним запасом.

3.6. Перевірочний розрахунок черв'ячного редуктора

Черв'ячний редуктор типу Ч-80 є ключовим елементом підіймального механізму. Він забезпечує великий виграш у силі при малій кутовій швидкості вихідного вала. [20]

Основні параметри редуктора:

– Тип: Ч-80 (черв'ячний, міжосьова відстань $a_w = 80$ мм)

– Передаточне число: $U_{\text{р}} = 40$

– Номінальний крутний момент на вихідному валу: $T_{\text{вих}}^{\text{ном}} = 200$ Н·м

– ККД редуктора: $\eta_{\text{черв}} = 0{,}75$

Частота обертання вихідного вала редуктора:

$$n_{\text{вих}} = \frac{n_{\text{вх}}}{U_{\text{р}}} \tag{3.16}$$

$$n_{\text{вих}} = \frac{350}{40} = 8{,}75 \text{ хв}^{-1}$$

Крутний момент на вихідному валу редуктора:

$$T_{\text{вих}} = T_{\text{вд}} \cdot U_{\text{р}} \cdot \eta_{\text{черв}} \tag{3.17}$$

$$T_{\text{вих}} = 6{,}48 \cdot 40 \cdot 0{,}75 = 194{,}4 \text{ Н·м}$$

Перевіримо умову, що розрахунковий момент на виході не перевищує номінального: $T_{\text{вих}} = 194{,}4 \text{ Н·м} < T_{\text{вих}}^{\text{ном}} = 200 \text{ Н·м}$

Умова виконується з запасом 2,8%, що є достатнім.

3.7. Розрахунок рами на міцність

Рама є основним несучим елементом візка і зазнає найбільших навантажень. Розглянемо найбільш навантажену секцію рами – поздовжній нижній пояс.

Розрахункова навантаження на раму від вантажу і платформи:

$$F_{\text{рами}} = (m_{\text{ван}} + m_{\text{пл}}) \cdot g \cdot k_{\text{дин}} \tag{3.18}$$

де $k_{\text{дин}} = 1{,}3$ – динамічний коефіцієнт, що враховує нерівномірність руху.

$$F_{\text{рами}} = 100 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}3 = 1275 \text{ Н}$$

Рама виготовляється з прямокутного профілю 60×40×4 мм із сталі Ст3. Для такого профілю момент опору перерізу відносно нейтральної осі:

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} - \frac{(b-2t)(h-2t)^2}{6} \quad (3.19)$$

$$W_x = \frac{60 \cdot 40^2}{6} - \frac{52 \cdot 32^2}{6} = 7125 \text{ мм}^3$$

Максимальний згинальний момент у середньому перерізі рами (при прольоті $l_\text{р} = 1350$ мм – відстань між колесами):

$$M_\text{рами} = \frac{F_\text{рами} \cdot l_\text{р}}{4} \quad (3.20)$$

$$M_\text{рами} = \frac{1275 \cdot 1350}{4} = 430313 \text{ Н·мм}$$

Фактичне напруження згину в перерізі рами:

$$\sigma_\text{зг} = \frac{M_\text{рами}}{W_x} \quad (3.21)$$

$$\sigma_\text{зг} = \frac{430313}{7125} = 60{,}4 \text{ Н/мм}^2$$

Допустиме напруження для сталі Ст3 при згині: $[\sigma] = 140$ Н/мм^2

Умова міцності рами: $\sigma_\text{зг} = 60{,}4$ Н/мм^2 $< [\sigma] = 140$ Н/мм^2

Запас міцності рами:

$$n_\text{рами} = \frac{[\sigma]}{\sigma_\text{зг}} \quad (3.22)$$

$$n_{\text{рами}} = \frac{140}{60{,}4} = 2{,}32$$

Запас міцності $n_{\text{рами}} = 2{,}32 > 2{,}0$, що є достатнім для даного типу конструкції.

3.8. Оцінка ефективності застосування візка

Для обґрунтування доцільності впровадження розробленої конструкції оцінимо зниження трудомісткості за рахунок механізації підіймальних операцій. [18]

Середній час ручного знімання та перенесення акумуляторної батареї масою 50 кг двома виконавцями: $t_{\text{ручн}} = 25$ хв

Час виконання тієї самої операції з використанням візка одним виконавцем: $t_{\text{механ}} = 8$ хв

Зниження трудомісткості однієї операції:

$$\Delta t = t_{\text{ручн}} - t_{\text{механ}} \tag{3.23}$$

$$\Delta t = 25 - 8 = 17 \text{ хв}$$

Відносне зниження трудомісткості:

$$\delta_t = \frac{\Delta t}{t_{\text{ручн}}} \cdot 100 \tag{3.24}$$

$$\delta_t = \frac{17}{25} \cdot 100 = 68\%$$

При середньому виконанні 300 операцій за рік (з урахуванням сезонного ТО) сумарна економія робочого часу становить:

$$\Delta T_{\text{рік}} = 300 \cdot \Delta t \qquad (3.25)$$

$$\Delta T_{\text{рік}} = 300 \cdot 17 = 5100 \text{ хв} = 85 \text{ год}$$

Таким чином, застосування розробленого візка дає змогу заощадити 85 год робочого часу на рік, що еквівалентно приблизно 10 повним робочим змінам, та виключає важку ручну роботу при транспортуванні агрегатів.

Висновки до третього розділу

У третьому розділі обґрунтовано необхідність механізації транспортних і підіймально-опускальних операцій на дільниці ремонту агрегатів електрообладнання, проведено аналіз існуючих конструктивних рішень, розроблено та описано конструкцію спеціалізованого візка з електромеханічним підіймальним механізмом. Виконано розрахунок і вибір електродвигуна серії 4АМ71В8У3 потужністю 0,25 кВт, розрахунок клинопасової передачі, перевірено відповідність вибраного черв'ячного редуктора, проведено перевірний розрахунок рами на згин. Розраховано, що впровадження візка дозволяє скоротити трудомісткість транспортних операцій приблизно на 68% і заощадити до 85 год робочого часу на рік.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1. Охорона праці на дільниці з ремонту агрегатів електрообладнання

Організація безпечних умов праці на дільниці з ремонту агрегатів електрообладнання є важливою складовою ефективної роботи підприємства, оскільки виконання операцій із діагностування, демонтажу, ремонту, заряджання та транспортування акумуляторних батарей і електричних агрегатів пов'язане з дією небезпечних і шкідливих виробничих чинників. До основних небезпек належать ураження електричним струмом, контакт працівника з електролітом, виділення вибухонебезпечних газів під час заряджання акумуляторів, можливість короткого замикання, механічні травми при переміщенні важких вузлів, а також негативний вплив шуму, пилу й випарів на організм людини. [22]

Для забезпечення безпечної роботи дільниця повинна бути оснащена справною системою припливно-витяжної вентиляції, особливо в зоні заряджання та ремонту акумуляторних батарей, оскільки під час цих операцій можливе виділення водню та кислотних випарів. Нормативні вимоги передбачають, що роботи з ремонту акумуляторних батарей повинні виконуватися при ввімкненій вентиляції, а приміщення мають бути поділені на окремі зони для ремонту, заряджання і приготування електроліту. Це знижує ризик утворення вибухонебезпечного середовища, а також зменшує шкідливий вплив агресивних речовин на працівників і обладнання.

До виконання робіт на дільниці допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний і первинний інструктажі, навчання з питань охорони праці та перевірку знань безпечних методів роботи. Працівники повинні користуватися справним спецодягом, захисними

окулярами, гумовими рукавицями, а під час роботи з електрообладнанням – інструментом з ізольованими рукоятками. У разі виконання робіт поблизу струмоведучих частин особливу увагу слід приділяти справності електроінструменту, надійності ізоляції проводів, заземленню обладнання та захисту від випадкового дотику до елементів, що перебувають під напругою.

Важливим заходом зниження виробничого травматизму є механізація вантажно-транспортних операцій. Розроблений у роботі візок для транспортування акумуляторних батарей та агрегатів дає змогу суттєво зменшити фізичне навантаження на працівників, уникнути ручного підіймання важких вантажів і знизити ризик травм опорно-рухового апарату. Крім того, конструкція візка забезпечує більш безпечне встановлення і знімання батарей з транспортних засобів, зменшує ймовірність падіння вантажу та пошкодження корпусу акумулятора, що особливо важливо під час роботи з кислотними батареями. [23]

Для запобігання аварійним ситуаціям на дільниці необхідно передбачити наявність первинних засобів пожежогасіння, аптечки першої допомоги, умивальника, нейтралізувальних розчинів для знешкодження електроліту та попереджувальних знаків безпеки. Підлога в приміщенні має бути рівною, неслизькою, стійкою до впливу агресивних речовин, а проходи між обладнанням повинні забезпечувати безпечне пересування персоналу та транспортувальних засобів. Дотримання цих вимог створює належні умови праці, підвищує виробничу дисципліну й сприяє збереженню здоров’я працівників.

4.2. Охорона довкілля при ремонті та обслуговуванні акумуляторних батарей і агрегатів

Діяльність дільниці з ремонту агрегатів електрообладнання пов’язана з утворенням відходів, які можуть негативно впливати на навколишнє середовище. Насамперед це відпрацьовані акумуляторні батареї, залишки

електроліту, забруднені ганчірки, зношені пластмасові та металеві елементи, відходи ізоляційних матеріалів, а також мастильні й очисні речовини. Особливу екологічну небезпеку становлять свинцево-кислотні акумулятори, оскільки вони містять свинець і сірчану кислоту, які при неправильному поводженні можуть спричинити забруднення ґрунту, води та повітря. [24]

Основною вимогою охорони довкілля є недопущення потрапляння електроліту, важких металів та інших небезпечних компонентів у каналізацію, на ґрунт або у відкриті водойми. Відпрацьований електроліт повинен збиратися у спеціальні герметичні ємності, тимчасово зберігатися у відведеному місці та передаватися спеціалізованим підприємствам для нейтралізації або утилізації. Аналогічно відпрацьовані акумуляторні батареї підлягають окремому збору, обліку та передачі ліцензованим організаціям, які здійснюють перероблення небезпечних відходів із вилученням свинцю, пластику та інших компонентів.

Для зменшення екологічного навантаження на дільниці слід організувати роздільне збирання відходів за їх видами, застосовувати закриту тару для небезпечних речовин, своєчасно прибирати проливи електроліту та використовувати матеріали, що придатні до подальшої переробки. Важливим заходом є також контроль технічного стану акумуляторів і агрегатів, оскільки своєчасне обслуговування подовжує строк їх експлуатації та зменшує обсяги утворення небезпечних відходів. Отже, екологічно безпечна організація робіт на дільниці повинна ґрунтуватися не лише на правильній утилізації, а й на профілактиці забруднення та раціональному використанні матеріальних ресурсів. [25, 26]

Крім поводження з відходами, на дільниці важливо забезпечити зниження викидів шкідливих речовин у повітря робочої зони та довкілля. Цьому сприяють ефективна вентиляція, герметизація процесів, пов’язаних із заряджанням і ремонтом акумуляторів, а також застосування справного обладнання, що не допускає витоків електроліту та мастил. Використання розробленого візка також має позитивне екологічне значення, оскільки

зменшує ризик механічного пошкодження акумуляторних батарей під час транспортування, а отже, знижує ймовірність витоку небезпечних речовин у виробничому приміщенні. [27]

Висновки до четвертого розділу

Розглянувши основні вимоги охорони праці та довкілля під час ремонту агрегатів електрообладнання й обслуговування акумуляторних батарей встановлено, що безпечна робота на дільниці забезпечується дотриманням правил електробезпеки, використанням засобів індивідуального захисту, належною вентиляцією приміщення та механізацією вантажних операцій. Для зменшення негативного впливу на довкілля необхідно організувати правильне збирання, зберігання і передачу відпрацьованих акумуляторів та електроліту на спеціалізовану утилізацію.

РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТУ

Техніко-економічна оцінка проєкту дає можливість визначити доцільність впровадження дільниці з ремонту агрегатів електрообладнання та використання розробленого візка для транспортування акумуляторних батарей і агрегатів. Результати економічних розрахунків характеризують обсяг необхідних капіталовкладень, рівень експлуатаційних витрат, собівартість виконання робіт, прибутковість і строк окупності проєктного рішення [28, 29]. Усі проміжні та детальні розрахунки техніко-економічних показників наведені у додатку Б, а їх зведені результати подано в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Техніко-економічні показники

Найменування показників	Значення показників
Вартість додаткових капіталовкладень ΔК, грн.	850000
Річна програма ремонтів n, шт.	7,8
Загальна трудомісткість Т, люд-год.	2340
Експлуатаційні витрати ЕВ, грн.	763691,32
Собівартість умовного ремонту $З_{од}$, грн.	97909,14
Плановий прибуток П, грн.	200808,68
Чисельність виробничих робітників $К_р$, чол.	1
Виробнича площа, $м^2$	72
Термін окупності додаткових капіталовкладень Q, років	4,23

Висновки до п’ятого розділу

За результатами техніко-економічної оцінки встановлено, що проєкт дільниці з ремонту агрегатів електрообладнання є економічно обґрунтованим, оскільки при капіталовкладеннях 850000 грн забезпечується річна програма робіт 7,8 умовного ремонту, плановий прибуток 200809 грн і окупність витрат протягом 4,2 року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

Виконана кваліфікаційна робота присвячена проєктуванню дільниці з ремонту агрегатів електрообладнання та обґрунтуванню технічних і організаційних рішень для підвищення ефективності технічного обслуговування сільськогосподарської техніки.

1. Встановлено, що ефективність експлуатації сільськогосподарської техніки значною мірою визначається своєчасністю і якістю технічного обслуговування електрообладнання, тому організація спеціалізованої ремонтної дільниці є технічно обґрунтованою необхідністю.

2. Запроєктовано дільницю з річною трудомісткістю 2340 люд.-год. та виробничою програмою 7,8 умовного ремонту, для її функціонування визначено потребу в персоналі, підібрано обладнання і прийнято три приміщення загальною площею 72 м² з раціональним розміщенням згідно з технологічним процесом.

3. Розроблено конструкцію спеціалізованого візка з електромеханічним підіймальним механізмом, виконано розрахунок електродвигуна, клинопасової передачі та рами. Впровадження візка дозволяє скоротити трудомісткість транспортних операцій на 68% і заощадити до 85 год на рік.

4. Рекомендується використовувати розроблену конструкцію візка на аналогічних дільницях, де обсяг транспортних і підіймальних операцій є значним.

5. Безпечна робота на дільниці забезпечується дотриманням правил електробезпеки, застосуванням засобів індивідуального захисту та належною вентиляцією. Для охорони довкілля необхідно організувати передачу відпрацьованих акумуляторів та електроліту на спеціалізовану утилізацію.

6. Техніко-економічна оцінка підтвердила доцільність проєкту: при капіталовкладеннях 850 000 грн забезпечується плановий прибуток 200 809 грн, а окупність витрат становить 4,2 року, що є прийнятним показником для підприємств агропромислового комплексу.