

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

П О Я С Н Ю В А Л Ь Н А З А П И С К А

до дипломного проєкту
освітнього ступеня "Бакалавр"

на тему:

**ПРОЄКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ З ТЕХНІЧНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ АГРЕГАТИВ
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТА
АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

Виконав: студент 4го курсу, групи АІ-2-21
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ БЕРЛІЗОВ Валентин Олексійович

Керівник: _____ ЧЕРНІЙ Олександр Анатолійович

Рецензент: _____

Дніпро 2025

ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« » 2025 р.

З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Берлізову Валентину Олексійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Проектування дільниці з технічного обслуговування та ремонту агрегатів електрообладнання сільськогосподарської та автомобільної техніки

керівник роботи Черній Олександр Анатолійович, ст. викладач

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«6» травня 2025 року № 984

2. Строк подання студентом роботи 5.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проєкту Характеристика ремонтно-обслуговуючої бази підприємства. Марочний склад автопарку. Верстатне обладнання для ремонту агрегатів електрообладнання. Наявна ремонтна база, персонал і технічне оснащення центральної майстерні.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз господарської діяльності ТОВ ВУД. 2. Обґрунтування програми ремонту та проєктних рішень. 3. Розробка конструкції візка для транспортування акумуляторних батарей та агрегатів. 4. Охорона праці. 5. Економічне обґрунтування проєкту. Висновки. Література.

РЕФЕРАТ

Берлізов, В. (2025). *Проектування ділянки з технічного обслуговування та ремонту агрегатів електрообладнання сільськогосподарської та автомобільної техніки: Дипломний проєкт* (Невидан. бакалавр. кваліфікац. робота). ДДАЕУ, Дніпро, Україна. 74 с.

У дипломному проєкті розроблено ділянку з ремонту агрегатів силового електрообладнання сільськогосподарської та автомобільної техніки. Проаналізовано виробничу діяльність підприємства, визначено обсяг ремонтних робіт і обґрунтовано потребу в організації спеціалізованої ремонтної ділянки. Запропоновано ефективне планувальне рішення приміщення площею 72 м² з розміщенням трьох функціональних зон: ремонту агрегатів, обслуговування акумуляторних батарей і зарядної ділянки.

Для зменшення фізичних навантажень персоналу запропоновано конструкцію механізованого візка для транспортування та підймання АКБ, розроблено його конструкцію, проведено інженерні розрахунки вузлів та підібрано основні компоненти – електродвигун, редуктор, елементи приводу.

Проведено техніко-економічну оцінку ефективності впровадження: рівень рентабельності становить 22,4%, термін окупності додаткових вкладень – 4,6 року. Значну увагу приділено вимогам охорони праці для слюсарів-ремонтників.

Проект підтвердив свою технічну та економічну доцільність.

Ключові слова. Ремонт електрообладнання, акумуляторна батарея, слюсар-ремонтник, візок для транспортування.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ ВУД	9
1.1. Коротка історична довідка про підприємство.....	9
1.2. Виробнича діяльність ТОВ ВУД	12
1.3. Обґрунтування необхідності в ремонті агрегатів електрообладнання.....	16
1.4. Висновки	21
2. ОБґРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ РЕМОНТУ ТА ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ..	23
2.1 Розрахунок програми роботи дільниці	24
2.2. Обґрунтування числа робітників дільниці	24
2.3 Розрахунок обладнання дільниці.....	25
2.4 Розрахунок площі дільниці	28
2.5 Загальний технологічний процес у відділенні ремонту електрообладнання	30
2.6. Організація ремонту стартера в ремонтній майстерні	31
2.6.1 Коротка характеристика стартера та принцип його дії.....	31
2.6.2. Основні дефекти.....	32
2.6.3. Розробка схеми технологічного процесу ремонту стартера.....	34
2.7 Розробка схеми розбирання стартера.....	42
2.8 Висновок	42
3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ВІЗКА ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ТА АГРЕГАТІВ	44
3.1. Обґрунтування розробляємої конструкції.....	44
3.2. Огляд існуючих конструкцій візків для транспортування	44
3.3. Опис установки.....	47

	6
3.4. Розрахунок основних вузлів і деталей	48
3.5. Розрахунок коліс	55
3.6. Розрахунок вилки колеса	57
3.7. Технічна характеристика	61
3.7. Висновок	61
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	62
4.1. Аналіз стану охорони праці на підприємстві ТОВ ВУД.....	62
4.2. Вимоги безпеки праці для слюсаря-ремонтника	63
4.3. Висновок	65
5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ	66
5.1. Розрахунок основних показників	66
5.2. Висновки до розділу 5	68
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	70
ЛІТЕРАТУРА.....	71
ДОДАТКИ.....	74

ВСТУП

Ефективне функціонування сільськогосподарської та автомобільної техніки значною мірою залежить від стану її електрообладнання, яке забезпечує запуск двигунів, контроль основних параметрів, освітлення, живлення систем управління та автоматизації. Зі зростанням ступеня електрифікації сучасних машин, зокрема із впровадженням цифрових блоків управління, бортових комп'ютерів, електронних систем діагностики, підвищується значення своєчасного технічного обслуговування та якісного ремонту електроагрегатів.

За даними Державної служби статистики України, станом на 2024 рік в аграрному секторі використовується понад 160 тис. одиниць тракторів та комбайнів, з яких близько 40% мають термін експлуатації понад 15 років [1]. Аналогічна ситуація спостерігається і в автотранспортній сфері: понад 50% вантажного автопарку потребує регулярного сервісу та ремонту [2]. В умовах зношеності техніки та обмежених фінансових ресурсів підприємств, особливо в сільській місцевості, пріоритет набуває створення спеціалізованих дільниць для обслуговування агрегатів електрообладнання — генераторів, стартерів, акумуляторних батарей, реле, контролерів тощо.

Сучасна ремонтна практика свідчить, що найбільшу складність становить діагностування несправностей електрообладнання без відповідного оснащення та кваліфікованого персоналу. За дослідженнями профільних інститутів, до 25% відмов електросистем пов'язані з порушенням контактів, окисленням з'єднань, зниженням ємності АКБ, механічним зносом вузлів генераторів і стартерів [3]. Це вимагає впровадження сучасних методів обслуговування — використання цифрових діагностичних стендів, програмного забезпечення для аналізу сигналів, осцилографів, мультиметрів нового покоління.

Актуальність теми полягає в необхідності технічного переоснащення ремонтних баз господарств та підприємств з метою скорочення простоїв техніки, зниження витрат на експлуатацію та підвищення надійності електрообладнання. Проєктування дільниці технічного обслуговування та ремонту агрегатів

електрообладнання дозволить оптимізувати технологічні процеси, забезпечити якісне відновлення електроагрегатів, поліпшити умови праці персоналу та впровадити сучасні стандарти сервісу.

Метою дипломного проєкту є розробка проєкту спеціалізованої дільниці для виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту електроагрегатів сільськогосподарської та автомобільної техніки, яка відповідає б вимогам безпеки, ергономіки, енергоефективності та технологічної доцільності.

Для досягнення поставленої мети передбачено вирішення наступних завдань:

- виконати аналіз сучасного стану обслуговування та ремонту електрообладнання техніки;
- обґрунтувати вибір структури дільниці, її оснащення та розміщення обладнання;
- розробити технологічний процес обслуговування основних агрегатів (стартерів, генераторів, акумуляторів);
- підібрати та розрахувати необхідне ремонтно-діагностичне обладнання;
- забезпечити відповідність проєкту вимогам охорони праці та пожежної безпеки;
- оцінити техніко-економічну ефективність проєктованої дільниці.

Таким чином, даний дипломний проєкт має практичну спрямованість і сприяє впровадженню ефективних рішень у сфері сервісного обслуговування електрообладнання, що особливо важливо в умовах зростання вимог до надійності та довговічності машинно-тракторного і транспортного парку України.

1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ ВУД

1.1. Коротка історична довідка про підприємство

ТОВ ВУД утворилося у 2003 році на базі колишнього комбайнового заводу. Історія комбайнового заводу бере свій початок у далекому 1895 році коли у Катеринославі німецький інженер Йоганн Езау разом із компаньйонами — Я. Я. Езау, Г. І. Тевсом та Г. П. Гезе — заснував сталеплавильне підприємство під назвою І. Я. Езау і Ко.

Спочатку завод мав сталеливарний профіль. Вже у 1896 році він увійшов до складу бельгійського акціонерного «Товариства Катеринославських залізобудівних і сталеливарних заводів», а пізніше — до власності Азово-Донського банку та польського товариства К. Рудзький і Ко.

До початку Першої світової війни підприємство спеціалізувалося на виробництві чавунного, сталевого й мідного литва, артилерійських боєприпасів, механізмів, а також займалося капітальним ремонтом обладнання. Зокрема, з 1898 по 1904 роки тут виготовляли деталі для військово-морських кораблів: броненосця «Князь Потьомкін-Таврійський», крейсерів Очаків і Кагул.

У період 1907–1928 років завод неодноразово зупинявся. Частина обладнання після Ризького мирного договору (1921) було передано в Польщу. Відновлення розпочалося у 1928 році, коли підприємство отримало назву Пресбуд, а з 1932 року — Дніпропетровський завод ім. К. Ворошилова. У 1930-х роках завод мав низку цехів (ливарний, ковальський, пресово-термічний, механічний), випускав запчастини до тракторів, верстати та механізми для нафтогазової промисловості.

У роки Другої світової війни підприємство було евакуйовано до Орська й Златоуста, після чого у 1944 році повністю відновлено. Відтоді завод було перепрофільовано на виготовлення сільськогосподарської техніки — культиваторів, копачів, бурякозбиральних машин. З 1953 року підприємство

отримало назву Дніпропетровський завод сільськогосподарського машинобудування, а з 1968 року — Дніпропетровський комбайновий завод.

У повоєнні десятиліття завод став провідним виробником бурякозбиральної техніки в СРСР. У 1949 році було створено спеціальне конструкторське бюро, що розробляло інноваційну техніку для збору цукрових і кормових буряків. Вироби заводу здобували відзнаки на міжнародних виставках, зокрема у Брюсселі (1961), Будейовіце (1980), Ляйпцизі (1982).

За визначні досягнення завод нагороджено орденом Трудового Червоного Прапора (1971). Багато працівників удостоєні Державних премій СРСР та України. Серед них — О. Покуса, І. Русанов, Д. Кожушко, А. Кравченко, О. Малік та інші.

У 1990-х роках підприємство реорганізували у виробниче об'єднання, пізніше — у колективне виробниче підприємство, а з 2007 року — у товариство з обмеженою відповідальністю. Станом на 2007 рік на заводі працювало близько 600 осіб.

Завод виготовляв бурякозбиральну та ґрунтообробну сільгосптехніку, металоконструкції, а також надає послуги з обробки металів. На балансі підприємства — гуртожитки, дитячий табір, туристичні й оздоровчі бази.

Основна номенклатура продукції підприємства включала:

- універсальну самохідну машину для збирання коренеплодів РКМ-6;
- самохідний корнезбиральний агрегат МКК-6-02;
- буряконавантажувач-очисник СПС-4.2А;
- причіпну гичкозбиральну машину МБП-6;
- корнезбиральну машину МКР-2-3;
- дворядний причіпний бурякозбиральний комбайн КСП-2;
- товари широкого вжитку — зокрема настінний світильник із двома ріжками типу «Нептун», садово-городній візок, автомобільний причіп;
- ручний інструмент для садових і городніх робіт.

У 2003 році підприємство зазнало серйозного занепаду [4]. До початку березня 2010 року орендарям було передано близько 120 тис. м² виробничих

1.2. Виробнича діяльність ТОВ ВУД

Підприємство має три напрямки діяльності виготовлення бетонної продукції, ремонт автомобілів і агрегатів до сільськогосподарської техніки, транспортні послуги (рис. 1.2).

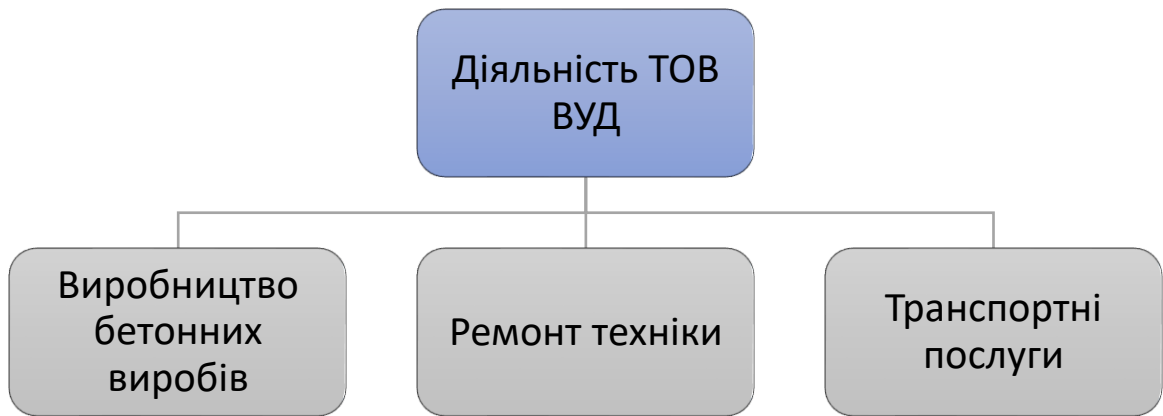


Рисунок 1.2 – Діяльність ТОВ ВУД

Товариство з обмеженою відповідальністю ВУД здійснює виробничу діяльність у сфері виготовлення залізобетонних та бетонних виробів, які застосовуються у цивільному, промисловому та дорожньому будівництві [6]. Підприємство спеціалізується на виготовленні широкого асортименту продукції із бетону, що дозволяє забезпечувати потреби як приватних забудовників, так і великих будівельних компаній.

До основної номенклатури продукції належать таблиця 1.1:

Таблиця 1.1 – Номенклатура продукції

тротуарна плитка		
		

Цеглинка	Старе місто	Квадрат
дорожні елементи благоустрою		
		
поребрики	відливи	бордюри
блоки бетонні для зведення стін		
		
шлакоблоки	простінкові блоки	гладкі блоки
		
Незнімна опалубка	Цегла колота	Блок колонний

Вироблена продукція використовується для будівництва:

- несучих та огорожувальних конструкцій — стін, перегородок, цокольних поверхів;

- декоративних та функціональних парканів у житлових, виробничих і комунальних об'єктах;
- тротуарів, внутрішньодворових доріжок, автостоянок, територій автозаправних станцій та промислових майданчиків.

Різноманіття форм, розмірів і широка кольорова гама дозволяє ефективно використовувати продукцію ТОВ ВУД при благоустрої житлових територій, вулиць, скверів та парків.

Крім основної виробничої діяльності, підприємство володіє власним автопарком рис. 1.2, що дозволяє здійснювати оперативну доставку готової продукції до замовників. До складу транспортної служби входять вантажні автомобілі різної вантажопідйомності, які обслуговуються на власній станції технічного обслуговування (СТО).



Рис. 1.2. Ремонтна база, бокси та подвір'я

У структурі підприємства функціонує повноцінна станція технічного обслуговування (СТО), яка забезпечує виконання широкого спектра ремонтно-діагностичних робіт. Основне призначення СТО — технічне обслуговування та ремонт власного автопарку підприємства, що включає вантажні автомобілі, тягачі та причеми, які використовуються для транспортування бетонних виробів.

СТО має необхідну виробничу інфраструктуру:

- ремонтно-монтажний цех, обладнаний підйомниками, інструментальними стендами, домкратами, верстатами та зварювальним устаткуванням;
- дільницю діагностики, оснащену електронними сканерами, тестерами та приладами для перевірки роботи електрообладнання;
- механічну майстерню, де проводиться ремонт агрегатів — стартерів, генераторів, насосів, редукторів та інших компонентів;
- зону обслуговування сільськогосподарської техніки, що дозволяє виконувати регламентні та позапланові ремонти навісного обладнання, вузлів та систем тракторів і іншої сільгосптехніки.

СТО виконує такі основні види робіт:

- поточний та середній ремонт двигунів, ходових частин, трансмісій;
- технічне обслуговування згідно регламенту (заміна мастил, фільтрів, технічних рідин);
- ремонт та обслуговування стартерів, генераторів, систем запалювання та освітлення;
- ремонт гальмівної системи, гідравліки, електросистем вантажних автомобілів та сільгоспмашин;
- підготовка техніки до сезонної експлуатації (осінньо-зимовий, весняно-літній період).

Кваліфікований персонал СТО має відповідний досвід роботи, проходить періодичну технічну підготовку та забезпечений сучасними інструментами для ефективного виконання завдань. Завдяки цьому СТО ТОВ ВУД не лише підтримує високу працездатність транспортних засобів і обладнання підприємства, але й забезпечує оперативне технічне реагування в разі поломок, що сприяє безперервності виробничого процесу.

СТО підприємства також виконує ремонт і обслуговування не лише внутрішнього транспорту, а й агрегатів сільськогосподарської техніки, що забезпечує додаткову господарську функціональність та розширює спектр послуг підприємства в межах технічного обслуговування машин.

Таким чином, виробнича діяльність ТОВ ВУД базується на поєднанні сучасних технологій виготовлення бетонних виробів, власної логістичної інфраструктури та технічної підтримки, що забезпечує високу якість продукції, її доступність та оперативність виконання замовлень.

У таблиці 1.2 наведено фінансові показники товариства.

Таблиця 1.2 - Фінансові показники [7]

Фінансові показники					
	2024	2023	2022	2021	2020
Дохід	10 307 500 ₴	8 114 500 ₴	4 596 300 ₴	5 394 500 ₴	8 960 300 ₴
Чистий прибуток	633 900 ₴	434 200 ₴	138 400 ₴	551 400 ₴	2 325 000 ₴
Активи	16 318 300 ₴	15 262 100 ₴	14 921 300 ₴	16 108 800 ₴	14 916 500 ₴
Зобов'язанн я	7 541 700 ₴	7 119 400 ₴	7 212 800 ₴	8 538 700 ₴	—

1.3. Обґрунтування необхідності в ремонті агрегатів електрообладнання

Системи електрообладнання автомобільної, тракторної та комбайнової техніки мають критичне значення для забезпечення їхньої справної роботи, загальної надійності та безпеки експлуатації. Згідно з аналітичними даними [3], несправності електрообладнання стають причиною близько 40 % пожеж і 20–25 % дорожньо-транспортних пригод, що трапляються з автомобілями.

Окрім цього, аналіз структури відмов технічних систем машин показує, що приблизно 35 % усіх поломок припадає саме на елементи електрообладнання, що робить цю сферу обслуговування надзвичайно важливою (див. рис. 1.3). Отже, вибір об'єкта дослідження — електроагрегатів сільськогосподарської та автомобільної техніки — є цілком обґрунтованим з огляду на їхню високу частку

в загальній кількості відмов, а також значний вплив на технічний стан і безпеку експлуатації машин.

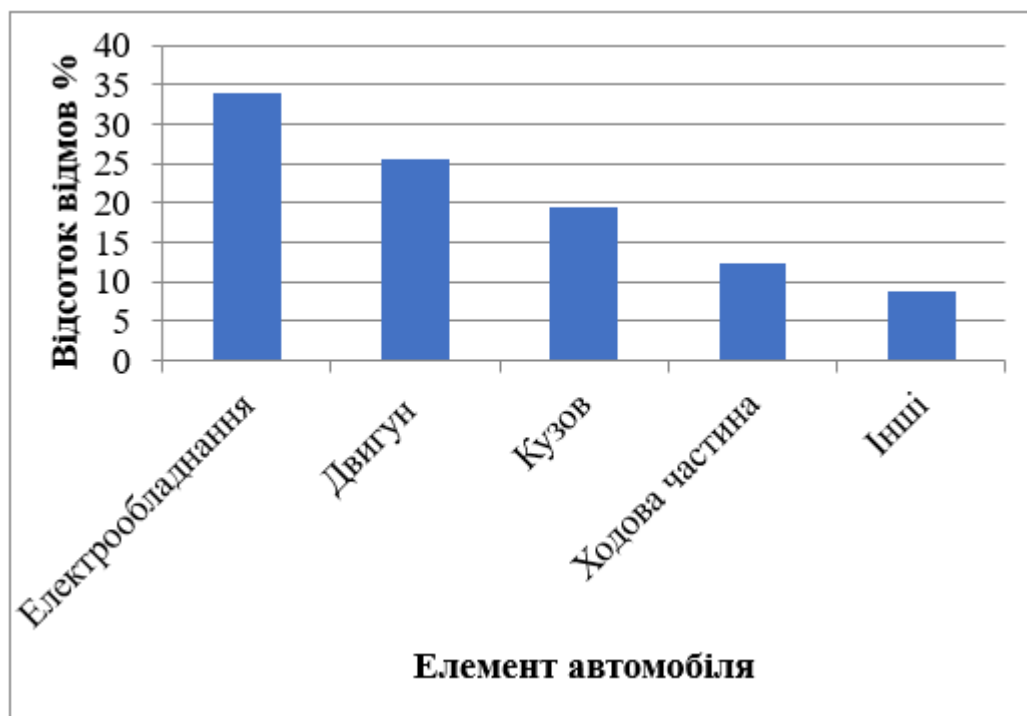


Рисунок 1.3 - Відсоток відмов елементів автомобіля

У структурі причин займання зернозбиральних комбайнів частка відмов, пов'язаних з несправністю електрообладнання, становить орієнтовно 45 %, що підтверджується відповідними дослідженнями (рис. 1.4) [3].

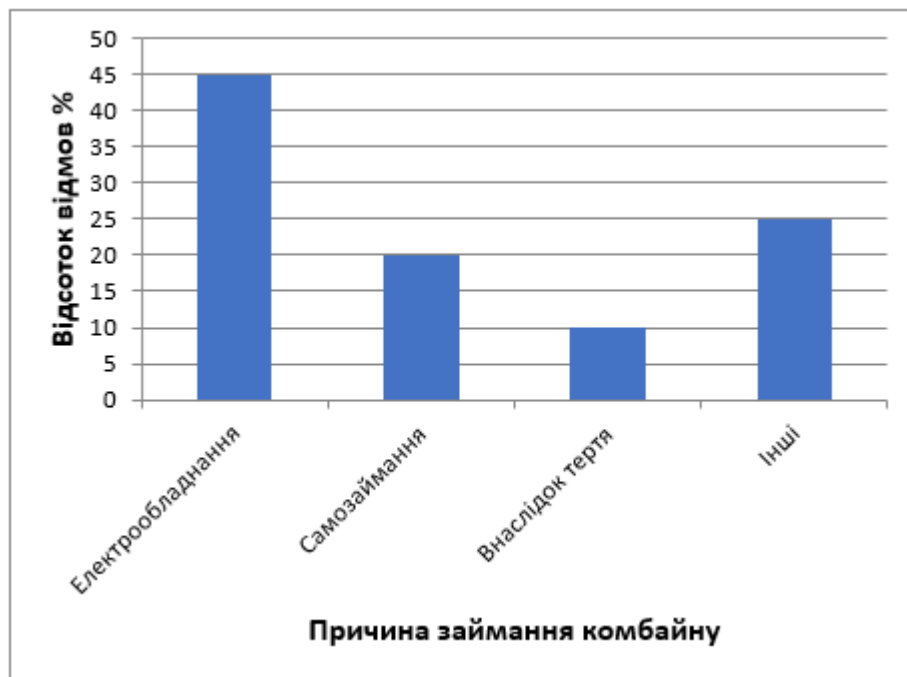


Рисунок 1.4 - Відсоток причин пожеж на зернозбиральних комбайнах

Проведений аналіз попередніх досліджень свідчить, що основна частка відмов у системах електрообладнання припадає саме на електропроводку, яка становить приблизно 50 % загальної кількості відмов. Цей висновок підтверджено низкою наукових праць, де несправність проводів розглядається як одна з ключових причин виникнення пожеж на зернозбиральних комбайнах [5].

Більшість таких відмов має експлуатаційний характер та виникає через недотримання правил технічної експлуатації, а також внаслідок старіння ізоляційних матеріалів проводки.

Ілюстративні приклади технічного стану елементів електрообладнання наведено на рисунках 1.5 та 1.6.



Рисунок 1.5 - Оплавлення обмотки внаслідок замикання свічки
накалювання на масу

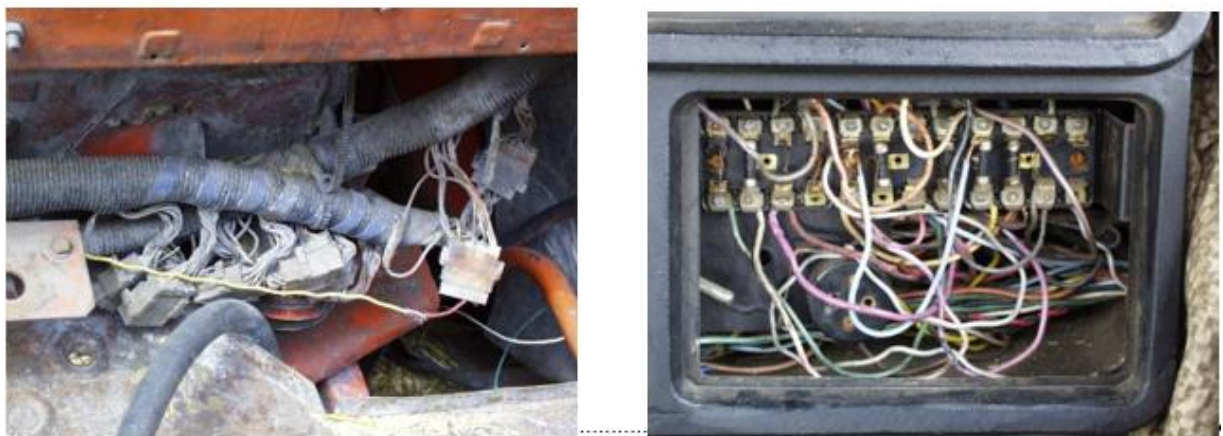


Рисунок 1.6 - Приклад експлуатаційної відмови електроз'єднань у
зернозбиральному комбайні та відсутність запобіжних елементів, передбачених
технічною документацією.

З огляду на те, що середній вік зернозбиральних комбайнів, які експлуатуються в Україні, перевищує 15 років, а економічна ситуація не сприяє швидкому оновленню технічного парку, потреба в ефективній системі ремонту та технічного обслуговування зростає. Аналогічна ситуація спостерігається і в сегменті автомобільної техніки: на тлі підвищеного попиту на вживані автомобілі зростає важливість забезпечення їх надійного функціонування шляхом регулярного сервісного обслуговування та своєчасного ремонту.

У ході спостережень за роботою зернозбиральних комбайнів у Дніпровському районі протягом збиральних кампаній 2021–2024 років було встановлено, що середній ресурс до першої відмови в системах електрообладнання становив 148,5 мото години. Всі виявлені несправності було усунуто без залучення сторонніх сервісів, що дозволяє класифікувати їх як відмови першої групи складності.

Подібну тенденцію спостерігали і на СТО Автотрейдинг-Дніпро (отримували статистичну інформацію), де більшість електротехнічних несправностей легкових автомобілів також відносилась до першої групи складності. Це свідчить про можливість їх усунення на ранніх етапах при належному технічному контролі.

Таким чином, якісне та своєчасне технічне обслуговування є одним із ключових чинників забезпечення надійності транспортних засобів. Це підтверджують і дослідження Сидорина Є. С., який відзначив, що виявлення й усунення несправних вузлів під час регламентного обслуговування істотно знижує ризик серйозних технічних відмов.

Поглиблений аналіз експериментальних і теоретичних даних щодо відмов елементів електроустаткування дозволив виокремити електропроводку як один із найвразливіших компонентів. Встановлено, що частка відмов проводки у структурі несправностей систем електрообладнання становить від 1 до 24 %, залежно від функціонального призначення підсистем. Найбільший вплив технічного стану проводки виявлено в системах освітлення та сигналізації, тоді

як найменша кількість відмов зафіксована у системах автоматизованого електронного керування агрегатами.

Узагальнені результати зазначених досліджень подано у вигляді діаграми на рисунку 1.7.

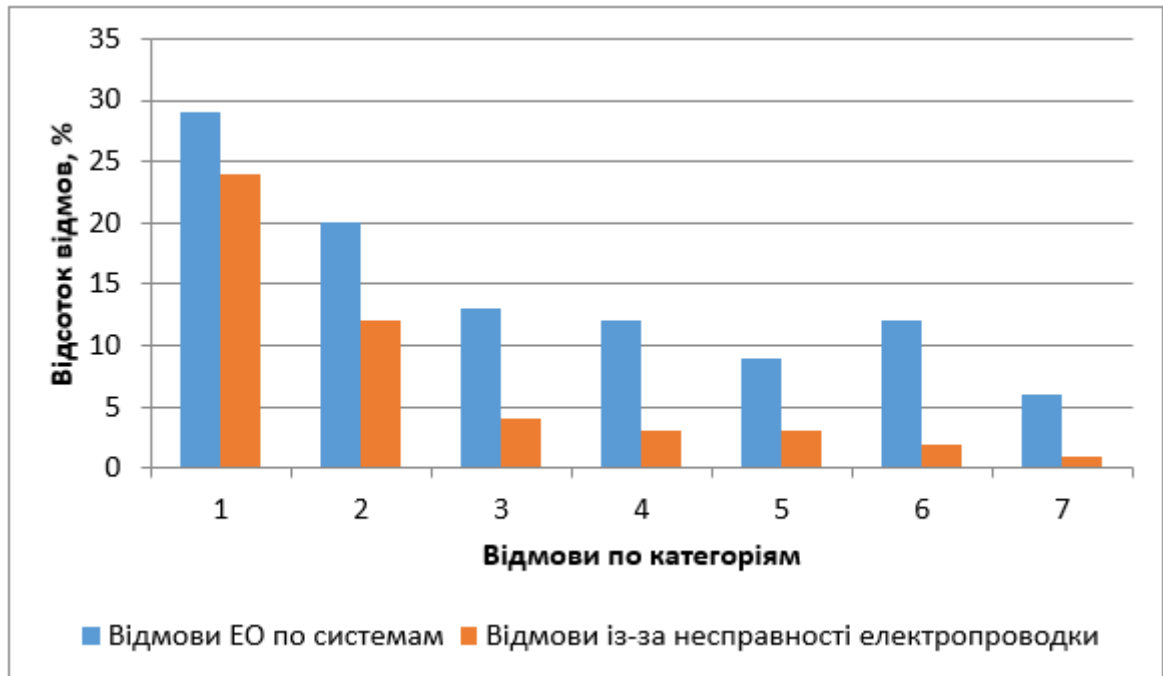


Рисунок 1.7 - Діаграма розподілу відмов систем електрообладнання та пов'язаних із ними відмови електричної проводки

1 – освітлення машини; 2 – електроживлення машини; 3 – система запалювання; 4 – система діагностування; 5 – інше електрообладнання; 6 – пуск машини; 7 – керування машиною.

На основі аналізу повного масиву відмов в електросистемах було виділено частку дефектів, які припадають безпосередньо на електропроводку. Це дозволило більш детально класифікувати структуру несправностей елементів електроустаткування, що наочно відображено на наступній діаграмі (рис. 1.8).

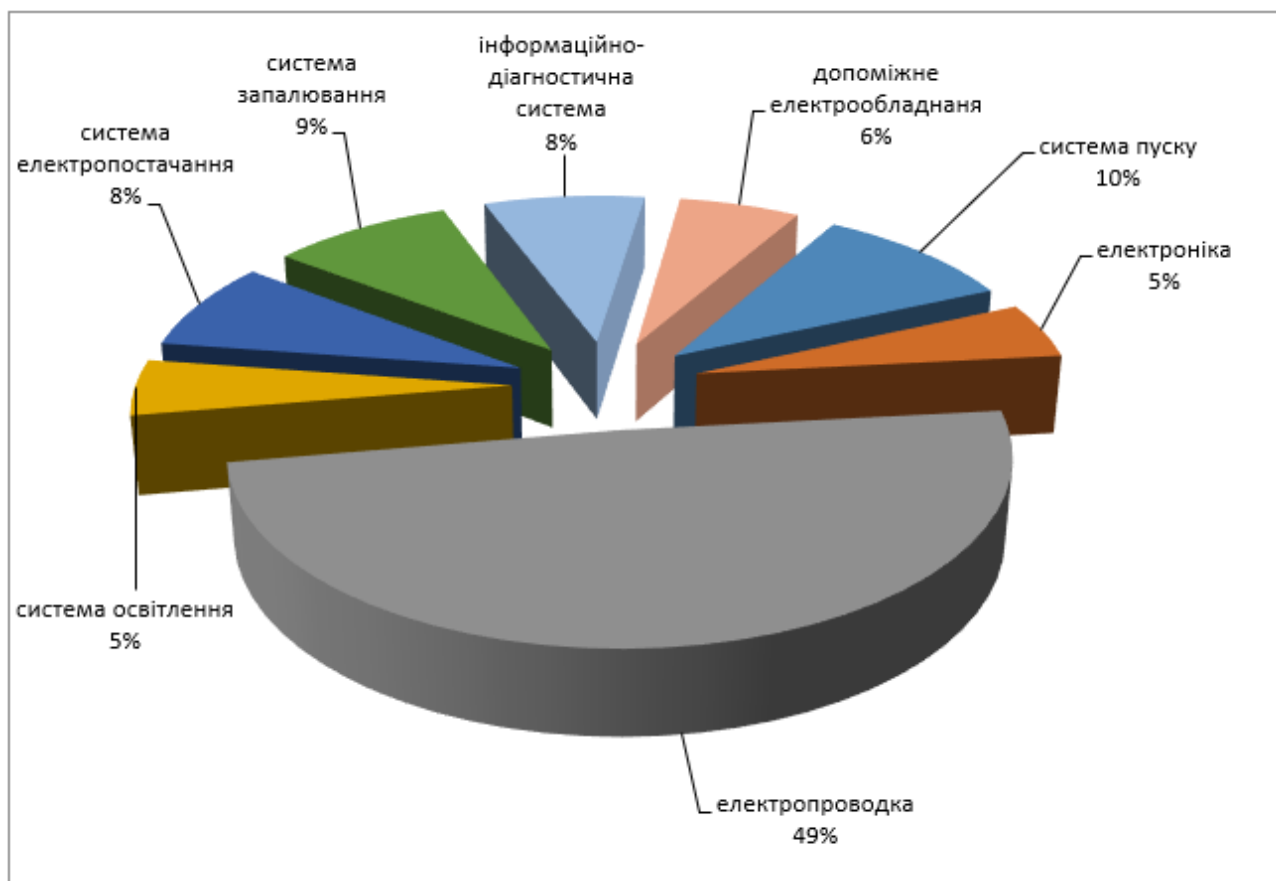


Рисунок 1.8 - Структурний розподіл відмов за елементами системи електрообладнання машин

Беручи до уваги середній вік техніки та складні умови її експлуатації, виникає об'єктивна потреба перегляду періодичності технічного обслуговування. Важливим кроком у підвищенні надійності є також впровадження систем діагностики та оцінки технічного стану агрегатів, що дозволяє своєчасно виявляти критичні несправності та запобігати їх розвитку.

1.4. Висновки

У першому розділі проведено аналіз загального стану проблематики, що стосується технічного обслуговування та ремонту електрообладнання автомобільної й сільськогосподарської техніки. Дослідження показали, що електрообладнання є критично важливою складовою, що безпосередньо впливає на працездатність машин, їхню надійність та безпеку експлуатації.

Актуальність теми підтверджується статистичними даними, згідно з якими значна частка відмов (до 35 % у загальній структурі та до 45 % випадків пожеж на комбайнах) пов'язана саме з несправністю електросистем. Основним джерелом відмов залишається електропроводка, частка несправностей якої в окремих підсистемах сягає 24 %.

Аналіз роботи техніки на прикладі зернозбиральних комбайнів, що працювали у польових умовах, а також результати спостережень на станціях технічного обслуговування свідчать, що більшість поломок системи електрообладнання мають першу групу складності, тобто можуть бути усунуті без глибокого втручання, але за умови наявності відповідної технічної бази.

ТОВ ВУД має потужну виробничу інфраструктуру та кваліфікований персонал, що дозволяє виконувати широкий спектр ремонтних робіт. Підприємство володіє власною станцією технічного обслуговування та автопарком, здатним забезпечити логістику та сервісне обслуговування. Проте, в ході аналізу встановлено, що на підприємстві відсутня спеціалізована дільниця для ремонту агрегатів електрообладнання, зокрема таких як стартери, генератори, акумуляторні батареї, електропроводка тощо.

Це створює передумови для обґрунтованого проектування такої дільниці в межах дипломного дослідження. Її впровадження дозволить підвищити рівень технічного сервісу, скоротити тривалість простоїв техніки та збільшити ефективність використання ресурсів підприємства.

2. ОБГРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ РЕМОНТУ ТА ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

У сучасних умовах експлуатації сільськогосподарської та автомобільної техніки значення технічного стану систем електрообладнання постійно зростає. Стартери, генератори, акумуляторні батареї, проводка, реле, електронні модулі — всі ці компоненти відіграють ключову роль у забезпеченні надійного запуску, стабільної роботи та безпеки машин.

Проте на підприємстві відсутня спеціалізована дільниця, яка б займалася ремонтом та обслуговуванням зазначених агрегатів. Унаслідок цього у випадку виникнення несправностей підприємство змушене або передавати обладнання на сторонні сервіси, або повністю замінювати його новими вузлами. Це призводить до прямих економічних втрат, зниження рентабельності ремонтної бази та збільшення тривалості простоїв техніки, що негативно позначається на загальній продуктивності.

Відмова від виконання ремонтів агрегатів електрообладнання на місці — особливо таких, як стартери, генератори й акумулятори — позбавляє підприємство потенційної економії коштів, які могли б бути використані більш раціонально, зокрема на оновлення обладнання або покращення умов праці. При цьому більшість таких ремонтів технічно доступні для виконання в умовах ремонтної майстерні за наявності відповідного обладнання та кваліфікованого персоналу.

З огляду на це, у даному розділі виконується техніко-економічне обґрунтування створення окремої дільниці з ремонту агрегатів електрообладнання. Визначаються трудомісткість робіт, необхідна кількість персоналу, програма ремонту та основні технічні параметри майбутньої дільниці.

2.1 Розрахунок програми роботи дільниці

За результатами проведеного аналізу діяльності ремонтної майстерні встановлено, що на дільницю, де здійснюється ремонт агрегатів електрообладнання, припадає 2746 людино-годин від загальної трудомісткості робіт, що виконуються в межах всієї ремонтної структури. До цієї трудомісткості також включено обсяги робіт, пов'язані з обслуговуванням та зберіганням акумуляторних батарей.

На підставі отриманих даних виконується розрахунок кількості умовних ремонтів, що припадають на дільницю, за такою формулою [8, 9, 10]:

$$N = \frac{T_{\text{дйл}}}{300} = \frac{2746}{300} = 9,2 \text{ ум. рем.} \quad \dots (2.1)$$

Згідно з розрахунками, річна програма ремонту для даної дільниці становить 9,2 умовного ремонту.

2.2. Обґрунтування числа робітників дільниці

Кількість основних працівників, які необхідні для забезпечення повного обсягу ремонтних робіт на дільниці, визначається з урахуванням річної трудомісткості та нормативного фонду робочого часу одного працівника. Кількість виконавців розраховується окремо для явочної та списочної чисельності.

Явочна чисельність визначається за формулою [10, 11]:

$$P_{\text{я}} = \frac{T_{\text{д}}}{\Phi_{\text{н}}} = \frac{2746}{2070} = 1,3 \quad \dots (2.2)$$

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

$\Phi_{\text{н}}$ – номінальний фонд часу одного працівника, год.

Списочна чисельність визначається з урахуванням коефіцієнта участі:

$$P_{cn} = \frac{T_{\partial}}{\Phi_{\partial}} = \frac{2746}{1830} = 1,5, \quad (2.3)$$

У результаті розрахунків доцільно передбачити залучення одного працівника для виконання ремонтів агрегатів електрообладнання, а також одного фахівця для обслуговування акумуляторних батарей. Водночас другий працівник буде мати неповне навантаження — орієнтовно 30 % робочого часу. Решту часу він виконуватиме роботи на ремонтно-монтажній ділянці, де також спостерігається потреба у кваліфікованому персоналі.

2.3 Розрахунок обладнання ділянки

Для визначення необхідної кількості обладнання на ділянці з ремонту електрообладнання використовуються вихідні дані, що базуються на технологічному процесі та трудомісткості відповідних операцій. Кількість одиниць основного обладнання обчислюється за методом, що враховує обсяг робіт.

Розрахунок кількості мийного обладнання для очищення деталей виконується за формулою [10, 11]:

$$N_{mm} = \frac{Q}{q_m \cdot m \cdot K_n}, \quad (2.4)$$

де N_{mm} — кількість мийних машин;

Q — загальна маса деталей одного вузла, які підлягають очищенню, кг;

q_m — продуктивність мийної машини за годину, кг/год;

m — такт випуску відремонтованих об'єктів, год;

K_n — коефіцієнт ефективного використання мийного обладнання (приймається $K_n = 0,9$).

$$N_{mm} = \frac{3700}{500 \cdot 14,69 \cdot 0,9} = 0,56$$

На основі розрахунку приймається до використання одна мийна установка.
Кількість випробувальних стендів для перевірки агрегатів електрообладнання визначається за формулою:

$$N_{ст} = \frac{t_{ц} \cdot K_{во}}{m \cdot K_{вип}}, \quad (2.5)$$

де $N_{ст}$ — кількість випробувальних стендів;

$t_{ц}$ — тривалість одного циклу випробувань та обкатування, год;

$K_{во}$ — коефіцієнт повторного випробування (приймається $K_{п} = 1$);

m — такт випуску з ремонту, год;

$K_{вип}$ — коефіцієнт використання стенда (приймається $K_{ис} = 0,9$).

$$N_u = \frac{6,02 \cdot 1,0}{14,69 \cdot 0,9} = 0,63 \text{ стенда}$$

У результаті розрахунків доцільно встановити один стенд для випробувань.

Інші одиниці технологічного оснащення та вантажопідйомні механізми підбираються відповідно до структури технологічного процесу і загального обсягу ремонтних робіт. Повний перелік технологічного обладнання ділянки наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Відомість технологічного обладнання дільниці

№ п/п	Найменування обладнання	Кіль кість	Марка / модель
Ремонтна			
1	Стенд для перевірки генераторів і стартерів	1	Bosch FSA 050
2	Мийна ванна для очищення деталей	1	TRG4001-40 TORIN
3	Контейнер для обтиральних матеріалів	1	Власного виготовлення
4	Заточний верстат	1	Metabo DS 175
5	Слюсарний верстак з тумбою	2	Д 1800 R
6	Контейнер для браку	1	Власного виготовлення
7	Стенд для демонтажу і монтажу генераторів	1	Власного виготовлення
8	Настільний свердлильний верстат	1	JET JDP-8L
9	Паяльний трансформатор	1	ZD-915
10	Стелаж для розміщення деталей	1	MetoBox MBX-120
11	Ручний вантажний візок	1	Власного виготовлення
12	Компресорна установка	1	АВАС Montecarlo L30
Робота з електролітом			
13	Шафа для ванни з електролітом	1	Власного виготовлення
14	Хімічна ванна з електролітом	1	-
15	Шафа для зберігання кислот	1	-
16	Пристрій для розливу кислоти	1	-

17	Електродистилятор	1	ДЕ-4М
Обслуговування АКБ			
18	Ємність для зберігання АКБ	1	Власного виготовлення
19	Шафа для зарядки акумуляторів	1	BCRL0601
20	Підставка під обладнання	1	Власного виготовлення
21	Випрямляч для зарядки АКБ	1	Impulse ВСА-12
22	Комплект приладів для контролю АКБ	1	BOSCH BAT 131
23	Секційний стелаж для батарей	3	Власного виготовлення

2.4 Розрахунок площі ділянки

Площа, яку займає ремонтна майстерня, включає в себе не лише виробничі приміщення, а також адміністративні, побутові та складські зони. Основним просторовим елементом є виробничі площі, що безпосередньо забезпечують виконання ремонтних операцій. До них відносять зони розміщення обладнання, робочих місць, заготовок, деталей і вузлів, які знаходяться поблизу робочих позицій.

Для визначення виробничої площі ділянки використовується наступне розрахункове співвідношення [10, 11]:

$$F_d = (F_{об} + F_m) \cdot \sigma \quad (2.6)$$

де: F_d — загальна виробнича площа ділянки, m^2 ;

$F_{об}$ — площа, яку займає стаціонарне технологічне обладнання, m^2 ;

F_m — площа, яку займають машини, що обслуговуються або обробляються, m^2 ;

σ — коефіцієнт, що враховує проходи, зони обслуговування.

Для ділянки ремонту електрообладнання агрегатів розрахунок виконується за формулою:

$$F_{де} = (9,7 + 0) \times 3,5 = 34 \text{ м}^2$$

З урахуванням нормативних запасів простору та округлення приймаємо площу ділянки на рівні 36 м².

Результати розрахунку площ для всіх ділянок представлені на рис. 2.1.

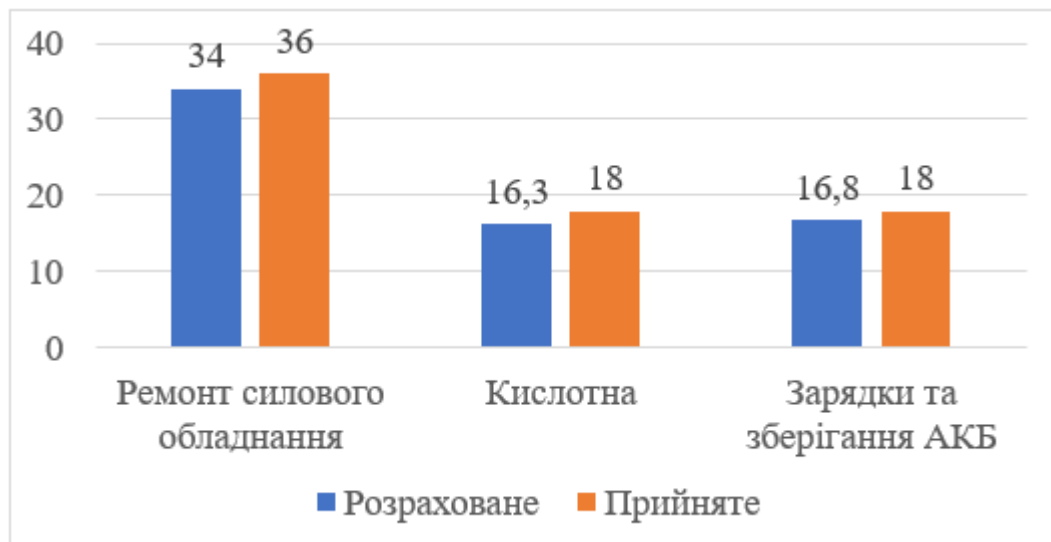


Рисунок 2.1 – площі ділянок відділення

Планування наведено на рис. 2.2.

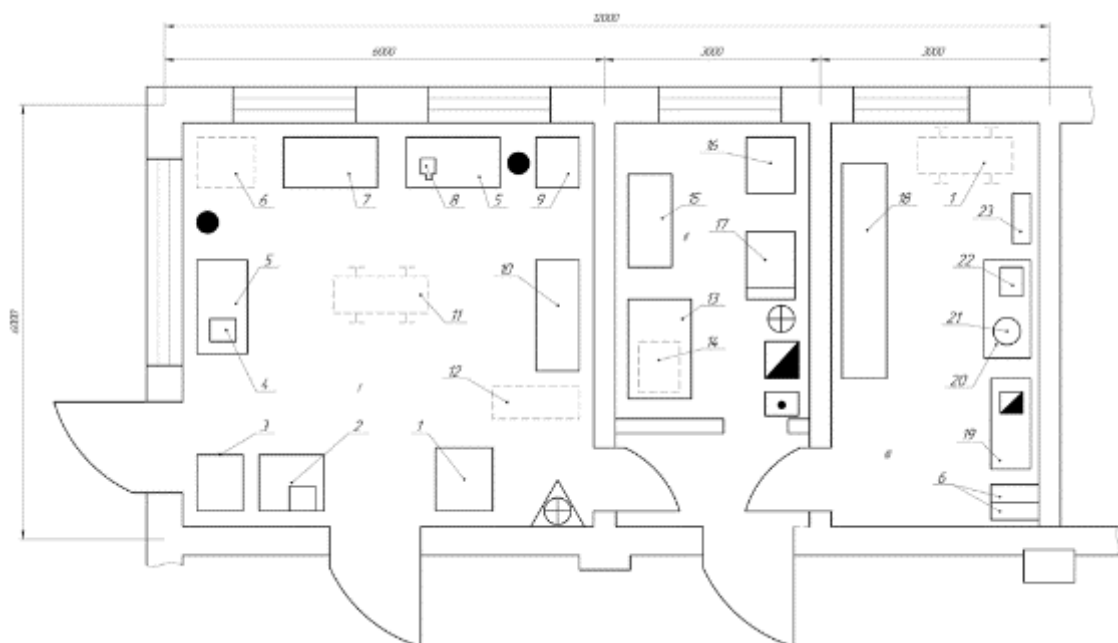


Рисунок 2.2- Планування ділянки

2.5 Загальний технологічний процес у відділенні ремонту електрообладнання

Ремонт агрегатів електропостачання розпочинається з попереднього очищення корпусів і зовнішніх поверхонь від забруднень, що виконується механічним способом. На етапі розбирання особливу увагу приділяють збереженню дрібних елементів — транзисторів, реле, конденсаторів та пластмасових деталей. Для цього передбачають використання спеціальної тари, стелажів і контейнерів.

Процедура мийки виконується з урахуванням типу деталей, обмежень по електроізоляційних елементах та вимог до чистоти. Радіоеlementи (транзистори, діоди, резистори) мийці не підлягають. Для забруднених дрібних деталей доцільним є застосування ультразвукових ванн. Після мийки елементи з обмотками проходять сушіння у термічних шафах при температурі 90–100 °C протягом 3–4 годин з активною вентиляцією.

Наступним етапом є дефектація, що здійснюється кваліфікованими спеціалістами із застосуванням спеціалізованих контрольно-вимірювальних приладів. Основними видами дефектів є: порушення ізоляції, обриви в з'єднаннях, перегрів контактів, пробої напівпровідникових елементів тощо. Вузли з механічними ушкодженнями відновлюються методами пайки, наплавлення, гальваніки, зварювання або механічної обробки.

Обмотки, які мають значні пошкодження від електричного струму, підлягають повній заміні або перемотці. Після цього їхні параметри перевіряють відповідно до технічних умов. Придатні деталі направляються на етап комплектування, де виконується зворотне збирання агрегатів.

Заключними операціями є фарбування корпусів (переважно в чорний колір), випробування агрегатів і здача їх на склад готової продукції.

2.6. Організація ремонту стартеру в ремонтній майстерні

2.6.1 Коротка характеристика стартера та принцип його дії

Стартер призначений для запуску двигуна внутрішнього згоряння шляхом надання первинного обертового моменту на колінчастий вал. Для забезпечення надійного запуску бензинових двигунів стартер має забезпечувати частоту обертання колінчастого вала в межах 40...50 об/хв.

Конструктивно стартер є чотиріполюсним, чотирищіточним електродвигуном постійного струму зі змішаною системою збудження. Його особливістю є наявність електромагнітного пристрою вмикання та механізму приводу, який здійснює з'єднання та роз'єднання шестірні з зубчастим вінцем маховика двигуна. Запуск стартера здійснюється за допомогою тягового реле, яке активується через систему дистанційного керування.

На дільниці будуть ремонтуватись всі типи стартерів, конструктивно у глобальному плані стартери майже не відрізняються. Звісно у автомобілів і тракторів закордонного виробництва стартери оснащені додатковою електронікою, більш компактні і досить часто оснащені розумними системами.

На вантажних автомобілях марки КрАЗ, як правило, встановлюється стартер герметичного типу СТ142Б, СТ103А, СТ25-01 та інші, що забезпечує підвищену надійність роботи в умовах підвищеної запиленості та вологості. Вони є більш простіші за закордонні аналоги.

Основні технічні параметри стартера СТ142Б наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічна характеристика стартеру

Показник	Значення
Робоча напруга стартера	24 В
Напруга при гальмівному моменті 50 Н·м	не більше 8 В
Напруга спрацювання тягового реле	18 В
Струм холостого ходу за напруги 24 В	не більше 13 А
Струм при гальмівному моменті 500 Н·м	не більше 800 А

Частота обертання у режимі холостого ходу	5500–6500 об/хв
Зусилля натиску щіткових пружин на щітки	17,5–20,5 Н
Висота щіток	19–20 мм

Стартер, представлений на рисунку 2.3, включає три основні складові: електродвигун, привідний механізм і електромагнітне реле. Його встановлюють з лівого боку двигуна, у районі картера маховика.

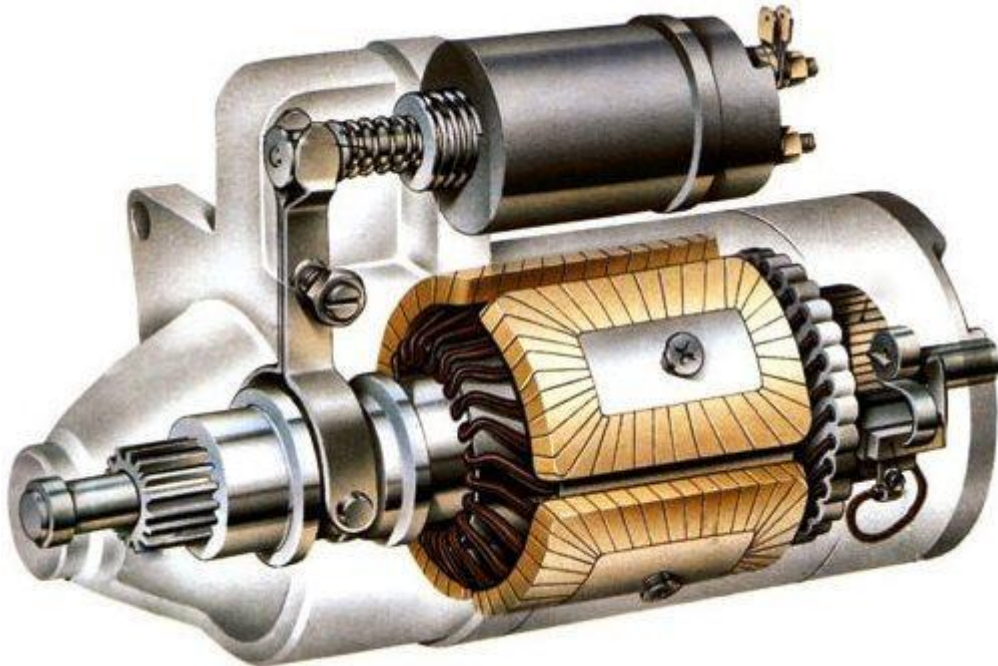


Рисунок 2.3 - Стартер

2.6.2. Основні дефекти

Стартери, що надходять до ремонтної майстерні, можуть мати різні види несправностей. Серед характерних ознак виділяють: повна відсутність реакції при увімкненні стартера; неактивність тягового реле (відсутність характерного клацання); багаторазове клацання реле та удари шестерні об зубчастий вінець маховика; сторонній шум шестерень; систематичні труднощі із входженням шестерні в зачеплення при справному реле; зламані зубці шестерень.

Нижче подано характерні несправності стартера, можливі причини їх виникнення та рекомендовані методи усунення:

Таблиця 2.3 – Типові несправності стартера, причини їх виникнення та способи усунення.

Несправність	Причина	Варіант усунення
Стартер не реагує на увімкнення	Коротке замикання або обрив у втягуючій обмотці тягового реле	Заміна тягового реле
	Відсутній контакт у ланцюгу живлення	Виявлення та відновлення контакту
	Поганий контакт щіток з колектором	Очищення колектора, заміна щіток або їх пружин
Не спрацьовує тягове реле	Несправне реле РС530	Заміна реле
	Пошкодження обмотки реле	Перемотка або заміна реле
	Обрив у вимикачі приладів або стартера	Заміна вимикача
Часті клацання реле, удари шестерні об маховик	Ненадійні з'єднання в колі тягового реле	Виправлення контактів
	Порушення регулювання стартера	Відновлення правильних налаштувань
	Несправне реле	Заміна реле
	Невірне регулювання моменту змикання контактів	Регулювання зазору між шестернею та упорною шайбою
Чутно шум шестерень приводу	Зношені або пошкоджені зубці шестерень чи маховика	Зачистка, заміна або наплавлення зубців
Шестерня не входить у зачеплення з маховиком при справному реле	Невірне регулювання стартера	Проведення регулювання
	Несправний привід	Заміна приводу

Стартер обертається, але не повертає колінчастий вал	Зламані зубці на шестерні або маховику	Відновлення наплавкою або повна заміна зламаних елементів
--	--	---

2.6.3. Розробка схеми технологічного процесу ремонту стартера

Перед розбиранням стартер ретельно очищають від забруднень за допомогою щітки з натуральною щетиною та сухої ганчірки. Для зняття окремих вузлів застосовують спеціальні інструменти, зокрема знімачі, лещата та гідравлічні преси. Після розбирання всі деталі ретельно промивають і висушують.

Металеві компоненти очищають у ванні з лужним розчином або очищеним гасом. Елементи з обмотками чи електропровідниками протирають тканиною, змоченою у бензині, після чого продувають стисненим повітрям. Далі ці деталі поміщають у термокамеру при температурі 95–100 °С на 60–90 хвилин. Ущільнювачі з фетру або повсті промивають у чистому бензині.

Після очищення та сушки всі вузли та деталі піддають візуальному огляду, вимірюванням та електричним випробуванням. Серед основних дефектів якоря виділяють:

- пошкодження ізоляції та обриви у витках обмотки;
- знос колекторних пластин, утворення рисок, канавок та вибоїн на поверхні;
- механічні пошкодження (задири, подряпини) на сердечнику;
- деформація валу, знос шийок під підшипники та шліців.

Для діагностики обмоток застосовують спеціальні прилади, що дозволяють виявити обриви ланцюга та замикання на корпус. Дрібні дефекти поверхні усувають шліфуванням або обробкою дрібноабразивною шкуркою. При зменшенні діаметра сердечника під полюсні наконечники встановлюють компенсаційні прокладки.

Відновлення зношених шийок вала проводять методами:

- залізнення;

- хромування;
- накатка з подальшим шліфуванням до номінальних розмірів.

Колекторні пластини та контактні кільця, що мають значний знос, піддають токарній обробці з наступним фінішним шліфуванням.

Ця технологічна схема забезпечує якісне відновлення стартера з урахуванням усіх критичних параметрів його роботи.

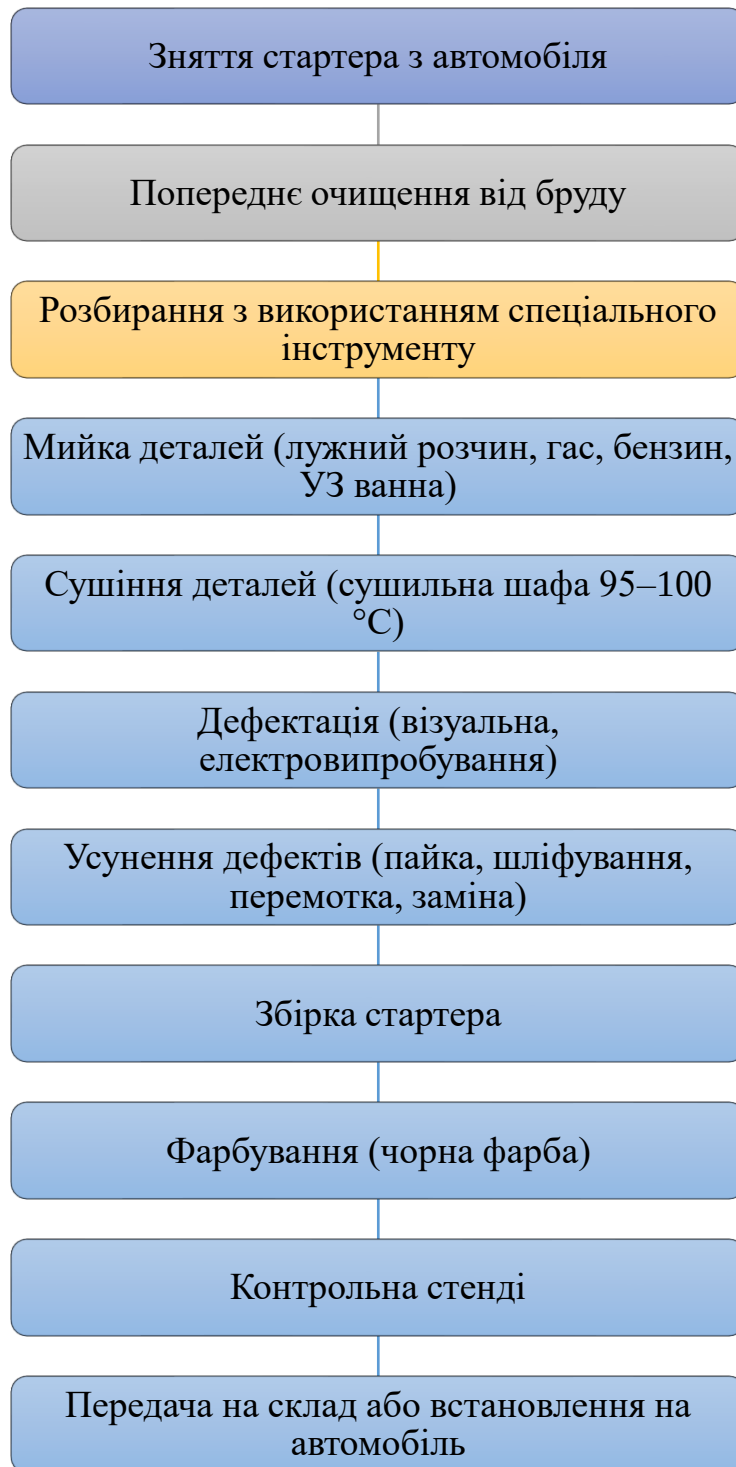


Рисунок 2.4 – Схема технологічного процесу ремонту стартера

Допустиме зменшення діаметра колектора не повинно перевищувати значень, зазначених у технічних умовах. У випадку перевищення цього порогу, колектор підлягає заміні. Якщо в обмотці виявлено внутрішні пошкодження або порушення ізоляції, її знімають, а на якір намотують нову. У разі локальних ушкоджень, як-от обрив намотування чи коротке замикання в місцях приєднання до пластин колектора, обмотку відновлюють без повного перемотування.

Ремонт обмотки якоря здійснюють при порушенні цілісності ізоляції – пошкоджену ізоляцію демонтують і замінюють новою. Колектори, що мають розхитані або короткозамкнені пластини, не підлягають ремонту і замінюються. Корпус стартера в зборі також може мати як електричні, так і механічні дефекти. Огляд на наявність пошкоджень проводиться візуально та за допомогою електровипробувань. До характерних дефектів належать міжвиткові короткі замикання, замикання на масу, розриви у з'єднаннях обмоток, пошкодження вивідних наконечників.

Механічні несправності корпусу проявляються у вигляді зірваної різьби, забоїн на місцях посадки кришок, пошкоджень шліців, задирок на поверхнях полюсних наконечників, деформацій отворів під кріплення. Відновлення різьби виконується нарізанням нового отвору під ремонтний розмір або встановленням ввертиша з номінальним різьбленням. Забоїни на посадкових місцях усувають напилюванням, а полюсні наконечники із задирками або вм'ятинами замінюють. Невеликі пошкодження можна видалити розточуванням. Для дотримання необхідного зазору між якорем і полюсами використовують прокладки з трансформаторного заліза.

Для усунення несправностей обмотки збудження корпус стартера розбирається. Демонтуються клеми, відвертаються кріпильні гвинти полюсних наконечників. Котушки з вологою або замасленою ізоляцією просушуються в сушильній шафі, після чого обробляються ізоляційним лаком. Зношену ізоляцію замінюють новою.

Пошкодження ізоляції, обриви в обмотках, обгорання контактів, їх окислення чи зварювання – це типові причини несправностей у вмикачах і реле

стартера. Діагностика обмоток здійснюється контрольними лампами. Дефектні обмотки перемотують на спеціальному обладнанні, а стан контактів визначають шляхом візуального огляду. Контакти, що підгоріли або окислилися, очищають дрібнозернистим наждаком. Зварені контакти підлягають заміні.

Кришки стартера можуть мати наступні дефекти: коротке замикання, тріщини, відколи, зношування посадочних отворів підшипників, деформацію щіткотримачів або зношені щітки. Пошкоджені підшипники замінюють новими. Наявність короткого замикання визначається контрольними лампами. Ізоляція щіткотримачів відновлюється, тріщини зварюються і поверхня вирівнюється.

Під час розбирання елементів стартера (наприклад, транзисторів, реле, конденсаторів, пластикових компонентів) необхідно дотримуватись максимальної обережності. Для цього використовують спеціальні контейнери та стелажі, що забезпечують збереження ремонтного фонду.

Мийку деталей проводять відповідно до конструктивних особливостей: для елементів з обмотками і ізоляційними матеріалами застосовують щадні методи очищення. Транзистори, діоди, резистори та конденсатори мийці не підлягають.

Для ретельного очищення корпусів стартерів та деталей з чорних і кольорових металів доцільно використовувати багатостадійне миття з використанням ефективних миючих засобів. Особливо забруднені дрібні деталі обробляються в ультразвукових ваннах.

Після мийки елементи, що містять обмотки, перед проведенням дефектації висушують у сушильних шафах за температури 90–100 °С протягом 3–4 годин з обов'язковим використанням вентиляції. Процес дефектації виконується кваліфікованим персоналом із застосуванням спеціалізованого обладнання, яке дозволяє точно визначити стан електричних обмоток.

Серед характерних дефектів, які можуть виникати в елементах систем електропостачання, найпоширенішими є:

- розриви з'єднань у місцях пайки та механічні пошкодження ізоляційного покриття;

- пошкодження ізоляції, підгоряння контактних поверхонь, обриви обмоток у зонах з'єднання;
- пробой транзисторів і діодів внаслідок перевищення допустимого рівня струму.

Деталі з рухомими з'єднаннями, як-от пари вал–підшипник, а також провідники з ушкодженими обмотками, що постраждали від механічних навантажень, ремонтуються за допомогою пайки, наплавлення, гальванічного відновлення, зварювання, а також методів механічної та пластичної обробки.

Обмотки якорів, котушок та інших елементів, пошкоджені внаслідок дії струму, не підлягають ремонту і замінюються новими. Після відновлення обмоток проводиться контроль їхніх параметрів згідно з вимогами технічних умов.

Відремонтовані деталі передаються на комплектування, подальше складання й фарбування агрегатів. Корпуси агрегатів електрообладнання зазвичай фарбують чорною фарбою.

Після завершення складання та фарбування стартери й інші агрегати проходять випробування та передаються на склад готової продукції.

Для проведення випробувань і ремонту стартер знімають з транспортного засобу, дотримуючись наступної послідовності дій:

1. Від'єднують клему «масу» від акумуляторної батареї;
2. Підйом кабіни;
3. Відгвинчуємо проводку від стартера;
4. Відкручують гайку та три болти кріплення стартера;
5. Акуратно знімають стартер з посадкового місця.

Після демонтажу стартер встановлюється на стенд для перевірки його технічного стану. Схематична структура перевірки наведена на рисунку 2.5.

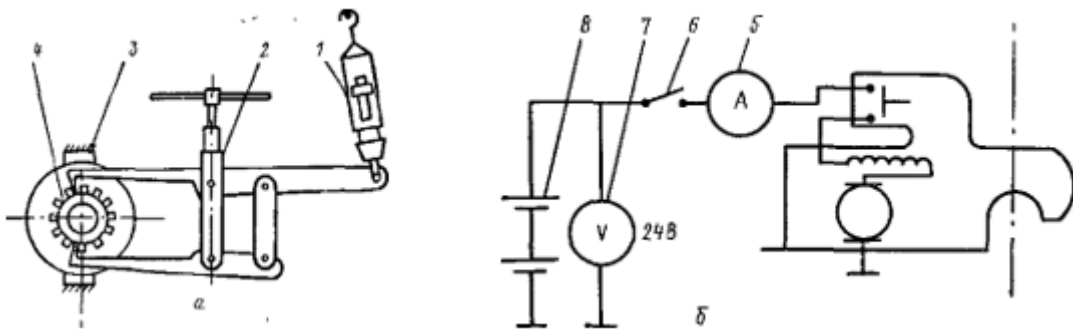


Рисунок 2.5 - Схема тестування стартера на випробувальному стенді

а) Визначення крутного моменту, який генерує стартер, б) Контроль споживання струму без навантаження та під навантаженням

Елементи схеми: 1. Динамометр – для фіксації крутного моменту, 2. Затискний механізм – фіксує ведучу шестерню стартера, 3. Кріпильні опори – забезпечують стабільне положення корпусу стартера, 4. Ведуча шестерня – передає обертальний момент, 5. Амперметр – вимірює силу струму, 6. Вимикач стенду – керує подачею живлення, 7. Вольтметр – контролює рівень напруги, 8. Акумулятор – джерело живлення для тестування

Ця схема дозволяє комплексно оцінити робочі характеристики стартера, включаючи його тягові можливості та енергоефективність.

Перевірка стартера

1. Діагностика щіткового вузла здійснюється в такій послідовності:
 - Поверхня колектора не повинна мати слідів забруднення чи підгоряння. У разі незначного забруднення її слід протерти чистою ганчіркою та знежирити.
 - Якщо сліди нагару залишаються, поверхню обробляють наждачним полотном зернистістю 3100. Обробку виконують скляною шкуркою, рівномірно обертаючи якір. При сильному підгорянні колектор підлягає обробці на токарному верстаті.
 - Щітки повинні вільно переміщуватись у щіткотримачах. Якщо висота щітки становить менше 13 мм або має значні відколи, вона підлягає

заміні. Перед встановленням нових щіток їх слід притерти до робочої поверхні колектора.

2. Контроль надійності кріплення проводів щіток виконується шляхом перевірки затягування контактних гвинтів. За необхідності кріплення підтягують. Після цього щітково-колекторний вузол продувають стисненим повітрям.

3. Оцінка стану контактної системи тягового реле:

- Знімається мідна перемичка та кришка реле.
- Очищається внутрішня поверхня кришки.
- Перевіряється вільне переміщення контактного диска на штоку сердечника.

- Якщо контактні болти мають незначне підгоряння, їх зачищають, не порушуючи паралельності контактних площин. Максимально допустиме відхилення – 0,2 мм. Зношені елементи замінюють.

4. Перевірка кріплення реле до корпусу стартера та встановлення кришки на місце.

5. Оцінка вільного ходу приводу на валу якоря:

- Привід повинен без зусиль переміщуватись і повертатись у початкове положення після відключення живлення.

- При заїданні – очищується вал і змащується ЦИАТИМ-203. Якщо дефект не зникає – перевіряють стан шліців і монтаж важеля, за необхідності проводять розбирання.

6. Перевірка герметичності стартера:

- До фланця кришки встановлюється ущільнюючий кожух.
- Вмикання на холостому ходу виконується тричі по 5 секунд, після чого протягом хвилини спостерігають за можливим утворенням повітряних бульбашок.

- Відсутність стабільного виділення бульбашок підтверджує герметичність стартера.

7. Контроль зусилля натиску щіткових пружин:

- За допомогою динамометра з-під щітки витягується паперова смужка. В момент її звільнення фіксується зусилля, яке прикладається до пружини. Вимір виконується в напрямку осі щітки.

8. Технічна перевірка стартера охоплює:

- Частоту обертання на холостому ходу.
- Споживання струму без навантаження та під навантаженням.
- Живлення повинно надходити від повністю зарядженого акумулятора. У ланцюг встановлюється амперметр з шунтами, а для вимірювання напруги — вольтметр. Струм понад 130 А на холостому ходу вказує на наявність несправностей.

9. Перевірка обмоток збудження:

- При перевірці мегаомметром опір має бути не менше 10 МОм. Допускається використання стендів типу 532 або ППЯ-533.

10. Контроль стану якоря та колектора:

- Якщо обмотка виступає з пазів або є механічні деформації, якір слід замінити.
- Підгорілий колектор зачищається або проточується до шорсткості $R_a = 1,25$ мкм. Мінімально допустимий діаметр – 53 мм.
- Биття перевіряється індикатором на призмах. Допустимі відхилення: для заліза якоря – до 0,5 мм, для колектора – до 0,05 мм.
- Коротке замикання перевіряється подачею напруги або мегаомметром. Опір має бути не менше 10 МОм.
- Міжвиткові замикання діагностуються на стендах 533 або Э202.
- Пайка використовується для усунення порушень з'єднань між кінцями обмоток і колекторними пластинами. Не допускається наявність струмопровідного припою між пластинами.

Ремонт генератора , АКБ та інших агрегатів в навчальних цілях, не наводимо.

2.7 Розробка схеми розбирання стартера

Процес розбирання стартера виконується у такій послідовності:

- Спочатку відкручують гайки, що утримують кришку тягового реле та корпус стартера, після чого знімають перемичку між вивідним болтом реле та обмоткою збудження;
- Далі демонтують чотири гайки на кришці з боку колектора, які фіксують траверсу;
- Після відгинання замкових шайб відкручують чотири болти та знімають кришку з колекторного боку;
- Від'єднують гвинти, що з'єднують виводи обмотки та щітки з траверсою, і виймають самі щітки;
- На регулювальному фланці викручують два гвинти та знімають вісь важеля;
- З боку кришки приводу відкручують чотири гвинти та демонтують тягове реле разом з якорем;
- Після відгинання замкових шайб викручують п'ять болтів;
- Знімають кришку з боку приводу разом із важелем і приводним механізмом;
- Після зняття упорної шайби витягують якір стартера з корпусу.

Збирання стартера проводиться у зворотній послідовності. Під час складання рекомендується замінити замкові шайби, а гумові елементи змастити мастилом типу ЦИАТИМ-203 або ЦИАТИМ-221 для забезпечення герметичності та захисту від зношування.

2.8 Висновок

На основі проведеного аналізу діяльності господарства встановлено, що обсяг робіт на ділянці з ремонту агрегатів електрообладнання становить 2746 людино-годин, що еквівалентно 9,2 умовним ремонтам.

Виконані розрахунки дали змогу обґрунтувати створення окремого відділення для ремонту агрегатів електрообладнання сільськогосподарської техніки. Загальна площа цього відділення становить 72 м² при розмірах 6×12 м.

Відділення структурно поділено на три функціональні зони:

- ділянку ремонту агрегатів;
- ділянку обслуговування і зарядки акумуляторних батарей;
- ділянку зарядки.

Передбачено роботу двох фахівців: один спеціалізуватиметься на ремонті електроагрегатів, другий — на обслуговуванні АКБ. Розроблена та впроваджена схема розбирання стартера дозволяє зменшити трудомісткість робіт на 12–15 %, що сприяє підвищенню продуктивності праці й загальної ефективності роботи відділення.

3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ВІЗКА ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ТА АГРЕГАТІВ

3.1. Обґрунтування розробляємої конструкції

У межах дипломного проєкту передбачається організація ділянки для ремонту агрегатів силового електрообладнання. Окрім цього, на ділянці планується виконання ремонтно-обслуговуючих робіт з акумуляторними батареями.

У техніці, що експлуатується в господарстві, використовуються акумуляторні батареї, маса яких може досягати кількох десятків кілограмів. Під час їх обслуговування виникають значні труднощі, пов'язані з переміщенням та демонтажем елементів живлення. Зазвичай, акумулятор демонтується з машини і переноситься водієм (за яким закріплена техніка) спільно з ремонтним працівником у відповідне приміщення. Цей процес є трудомістким і, в окремих випадках, небезпечним з огляду на ймовірність отримання травм.

З метою зниження фізичного навантаження на працівників та підвищення безпеки виконання транспортно-демонтажних операцій пропонується впровадження механізованого засобу — спеціалізованого візка для транспортування акумуляторних батарей. Застосування цього пристрою дозволить суттєво спростити процес переміщення важких агрегатів і покращити ергономічні умови праці на ділянці.

3.2. Огляд існуючих конструкцій візків для транспортування

На сьогодні існує велика кількість візків, що використовуються для переміщення та підймання вантажів. Проте у більшості випадків такі пристрої виконують лише одну з двох функцій — або забезпечують підйом вантажу, або його транспортування.

До найпростіших засобів цього типу належать ручні вантажні візки (рис. 3.1), які призначені переважно для горизонтального переміщення вантажів на короткі відстані [14].



Рисунок 3.1 - Ручний двоколісний візок

Таблиця 3.1 – Переваги та недоліки відомо конструкції

Переваги ручних візків:	Недоліки:
• конструктивна простота;	• вантаж необхідно встановлювати або знімати вручну;
• невисока вартість;	• неможливість транспортування агрегатів, для яких критичне збереження просторового положення під час переміщення.
• зручність у маневруванні.	

Одним із варіантів обладнання, що частково вирішує питання підйому, є стійковий візок (рис. 3.2) [15]. Такий пристрій застосовується на станціях технічного обслуговування, зокрема для демонтажу коліс легкових автомобілів та їх подальшого транспортування до ремонтної дільниці. Висота підймання становить до 1500 мм.



Рисунок 3.2 - Стійка візок

Таблиця 3.2 – Переваги та недоліки відомо конструкції

Переваги:	Недоліки:
конструктивна простота;	пристосовані лише для транспортування агрегатів округлої форми;
низька собівартість;	підвищені вимоги до якості підлоги, оскільки через малі колеса навіть незначні нерівності призводять до ускладнень або забруднення під час переміщення;
хороша маневреність;	недостатня стійкість конструкції при піднятті вантажу на максимальну висоту.
можливість здійснення підйому вантажу без значних фізичних зусиль.	

На підставі проведеного аналізу існуючих типів візків можна зробити висновок, що на ринку відсутні універсальні конструкції, здатні одночасно виконувати функції транспортування, підйому та опускання агрегатів.

У зв'язку з цим доцільним є розроблення вдосконаленої конструкції візка, який дозволить ефективно транспортувати та здійснювати підймання акумуляторних батарей та інших компонентів електрообладнання.

3.3. Опис установки

Візок для транспортування агрегатів призначений для переміщення, підйому та опускання акумуляторних батарей (рис. 3.3). Крім того, конструкція дозволяє використовувати його й для транспортування інших типів агрегатів.

Детальна конструкція візка представлена на четвертому аркуші графічної частини проєкту.

Основні складові елементи візка: рама, редуктор, електродвигун, платформа та ходові колеса.

Принцип дії наступний: візок підкочують до транспортного засобу (трактор або автомобіль), після чого вмикають електродвигун 4. Обертання з електродвигуна через клинопасову передачу 6 передається на редуктор 7. Тихохідний вал редуктора, обертаючись, забезпечує підйом платформи 9 до необхідної висоти для подальшого зняття або встановлення агрегату.

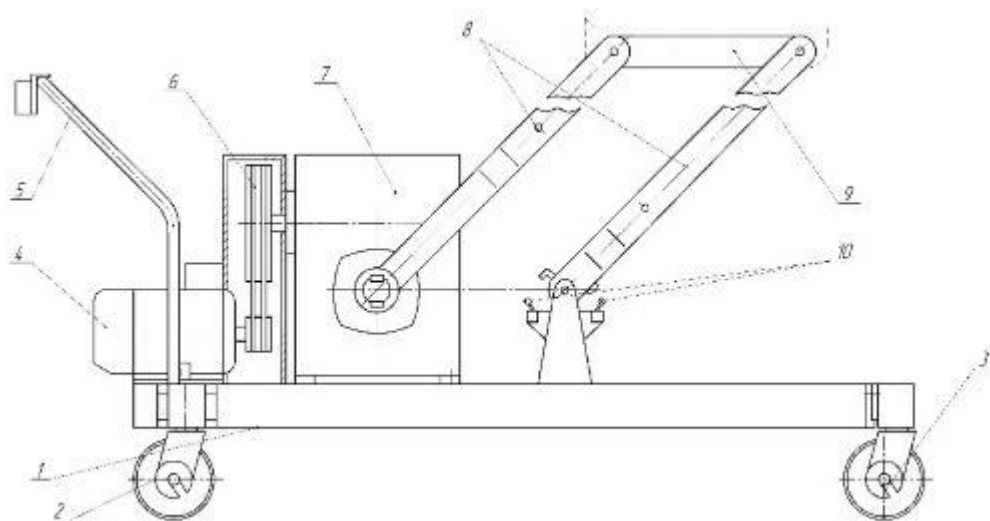


Рисунок 3.3 – Візок для переміщення АКБ та агрегатів

Після від'єднання та зняття, акумуляторна батарея встановлюється на платформу 9 візка, після чого транспортується до відповідної ремонтної ділянки.

З метою запобігання пошкодженню механізму підйому або перекиданню платформи, в конструкції передбачено встановлення кінцевих вимикачів 10, які обмежують хід платформи.

Для забезпечення високої маневреності візка передбачено нерухомі задні колеса 2 та поворотне переднє колесо 3, що значно полегшує переміщення у тісних умовах ремонтної ділянки.

3.4. Розрахунок основних вузлів і деталей

Розрахунок елементів візка, призначеного для транспортування акумуляторних батарей, виконується відповідно до методичних рекомендацій [16, 17].

Для забезпечення працездатності конструкції необхідно правильно обрати тип редуктора та електродвигуна. Вихідними параметрами є крутний момент, що становить 230 Н·м, та частота обертання вихідного вала у межах 8...10 хв⁻¹.

Для вибору електродвигуна спершу визначається необхідна потужність за наступною формулою:

$$P_{\text{дв}} = \frac{P_{\text{вих}}}{\eta_{\text{заг}}} \quad (3.1)$$

де $P_{\text{вих}}$ – необхідна потужність для обертання, кВт,

$$P_{\text{вих}} = T \cdot \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (3.2)$$

$$P_{\text{вих}} = 0,23 \cdot \frac{3,14 \cdot 3}{30} = 0,22 \text{ кВт},$$

$\eta_{\text{заг}}$ – ККД двигуна:

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_{\text{з.п.}}^2 \cdot \eta_{\text{оп}}^3 \cdot \eta_{\text{р.п.}}, \quad (3.3)$$

де $\eta_{\text{з.п.}}$ – ККД черв'ячної передачі;

$\eta_{\text{оп}}$ – ККД опори кочення

$\eta_{\text{р.п.}}$ – ККД пасової передачі.

$$\eta_{\text{заг}} = 0,952 \cdot 0,993 \cdot 0,96 = 0,84.$$

$$P_{\text{дв}} = \frac{0,22}{0,84} = 0,254 \text{ кВт}.$$

Для зменшення передаточного числа клинопасової передачі та спрощення конструкції візка приймається електродвигун з пониженою частотою обертання. В якості приводу обрано двигун потужністю 0,25 кВт з номінальною частотою обертання $n = 680 \text{ хв}^{-1}$, типу 4AM71B843.

Передача крутного моменту від двигуна до редуктора здійснюється за допомогою клинопасової передачі. Для цього необхідно підібрати відповідні шків та клиновидний пас, які забезпечать потрібне передаточне число.

Діаметр ведучого шків визначається за формулою:

$$d_2 = d_1 \cdot u(1 - \varepsilon) \quad (3.4)$$

де d_1 – мінімальний діаметр ведучого шків, мм;

u – передаточне число відкритої передачі;

ε – коефіцієнт ковзання.

$$d_2 = 63 \cdot 2(1 - 0,03) = 122,2 \text{ мм}.$$

Приймаємо стандартний діаметр шківа 125 мм.

Визначаємо міжосьову відстань шківів:

$$a \geq 0,55(d_1 + d_2) + h, \quad (3.5)$$

де h – висота перетину клинового паса, мм.

$$a = 0,55(63 + 125) + 6 = 106,7 \text{ мм.}$$

Приймаємо $a = 108$ мм.

Розрахункова (номінальна) довжина паса визначається за формулою:

$$l = 2a + \frac{\pi}{2}(d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = 2 \cdot 108 + \frac{3,14}{2} \cdot (125 + 63) + \frac{(125 - 63)^2}{4 \cdot 108} = 511,3 \quad (3.6)$$

Приймаємо стандартизовану довжину привідного паса 560 мм. Визначаємо реальну міжосьову відстань:

$$a = \frac{1}{8} \left[2l - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{(2l - \pi(d_2 + d_1))^2 - 8(d_2 - d_1)^2} \right] \quad (3.7)$$

$$a = \frac{1}{8} \left[2 \cdot 560 - 3,14(125 + 63) + \sqrt{(2 \cdot 560 - 3,14(125 + 63))^2 - 8(125 - 63)^2} \right] = 128 \text{ мм}$$

Визначаємо кут обхвату пасом ведучого шківа:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} \geq 120^\circ, \quad (3.8)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{125-63}{118} \geq 150^\circ,$$

Перевіряємо швидкість пасу за формулою:

$$V = \frac{\pi d_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}}}{60 \cdot 10^3} \leq 25 \text{ м/с}, \quad (3.9)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 63 \cdot 680}{60 \cdot 10^3} \leq 2,2 \text{ м/с},$$

Визначаємо частоту обертання ведучого шківу за формулою:

$$n_2 = \frac{n_1}{u}, \quad (3.10)$$

$$n_2 = \frac{680}{2} = 340 \text{ хв}^{-1}.$$

Для правильного вибору редуктора необхідно розрахувати його передаточне число за наступною формулою:

$$u_{\text{ред}} = \frac{n_2}{n}, \quad (3.11)$$

де n – частота обертання валу редуктора, хв^{-1} :

$$u_{\text{ред}} = \frac{340}{9} = 37,78$$

Вибір черв'ячного редуктора

З урахуванням необхідного крутного моменту для підйому вантажу $T=230$ Н та розрахованого передаточного числа $i=37,78$, обрано черв'ячний редуктор типу Ч-80, який забезпечує номінальний крутний момент $T_{ном}=200$ Н та має передаточне число $i=40$. Обраний редуктор відповідає вимогам за навантаженням і забезпечує необхідне зниження частоти обертання для підйомного механізму.

Для передачі руху від електродвигуна до вхідного вала редуктора використовується клинопасова передача. Далі виконується вибір параметрів паса та шківів.

Вибір профілю паса та діаметра ведучого шківів:

Номінальний обертовий момент, який розвиває електродвигун на ведучому (швидкохідному) шківі, визначається за формулою:

$$T_1 = 9550 \frac{N_1}{n_1} = 9550 \frac{7,5}{750} = 95,5 \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad (3.12)$$

По таблиці 3.3 приймаємо профіль УО й діаметр веденого шківів $d_1 = 63$ мм.

Таблиця 3.3 - Характеристики пасів

Тип пасу	Позначення перетину	A, мм ²	Граничні розрахункові довжини, мм	d min, мм	T1, Нм
Клинові вузькі по ТУ 38-105161-84	УО	56	630.....3550	63	<150
	УА	93	800.....4500	90	90.....400
	УБ	159	1250...8000	140	300.....2000
	УВ	278	2000...8000	224	>1500

Примітка. Обертаючий момент прикладений до ведучого шківів; А — площа поперечного перерізу паса.

Перевірка швидкості руху паса:

$$v_1 = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3.14 \cdot 63 \cdot 750}{60 \cdot 1000} = 2,5 \text{ м / с.} \quad (3.13)$$

Швидкість руху паса не перевищує допустиме значення, яке становить 40 м/с.

Визначення діаметра веденого шківів:

$$d_2 = d_1 \cdot U = 63. \quad (3.14)$$

Розрахунок потужності, що передається одним пасом за типових умов експлуатації:

$$P_0 = 1 \text{ кВт}$$

Розрахунок потужності, переданої одним пасом в реальних умовах роботи системи:

$$[P_1] = P_0 \cdot C_\alpha \cdot C_p \cdot C_L \cdot C_u, \quad (3.16)$$

Кут обхвату пасом малого шківів: $\alpha = 180^\circ$

$$C_\alpha = 1.24 \cdot \left(1 - e^{-\frac{\alpha}{110}}\right) = 1.24 \cdot (1 - 2.7^{-1.64}) = 0.997 \quad (3.17)$$

Коефіцієнт режиму роботи C_p при однозмінній експлуатації дорівнює 1.

Коефіцієнт довжини паса:

$$C_L = \sqrt{\frac{L}{L_0}} = 0.856 \quad (3.18)$$

Коефіцієнт передаточного числа визначається за даними таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Значення коефіцієнта передаточного числа.

i	1	1,1	1,2	1,4	1,8	>2,5
Ci	1	1,04	1,07	1,1	1,12	1,14

Для даного випадку $C_U = 1$.

Тоді:

$$P_1 = 1 \cdot 0,997 \cdot 1 \cdot 0,856 \cdot 1 = 0,85 \text{ кВт}$$

Визначення необхідного числа ременів:

$$z = \frac{P}{[P_1] \cdot C_z}, \quad (3.19)$$

де C_z приймають 0,95 при числі пасів 2...3, 0,9 при 4...6 й 0,85 при $z \geq 6$.

Приймаємо $C_z = 0,9$,

Тоді:

$$z = \frac{1}{0,85 \cdot 0,9} = 1,3$$

Приймаємо 2.

3.5. Розрахунок коліс

Для вибору конструкції колеса та його розмірів необхідно визначити навантаження, що буде діяти на одне колесо в процесі експлуатації. Навантаження визначається за формулою:

$$P = \frac{Q_g}{n} \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2 \quad (3.20)$$

де Q_g – вага візка, $Q_g = 1000$ Н;

n – кількість коліс ($n = 3$);

κ_1 – коефіцієнт, що враховує режим роботи ($\kappa_1 = 1,3 \dots 2,0$);

κ_2 – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження

$$P = \frac{1000}{3} \cdot 1,5 \cdot 2,0 = 1000 \text{ Н.}$$

Для візка для транспортування акумуляторних батарей вагою до 120–150 кг (з урахуванням ваги самого візка), при навантаженні на одне колесо ≈ 500 Н (50 кгс), найкраще підійдуть індустріальні колеса з поліуретановим або гумовим ободом на підшипниках..

1. Тип коліс:

- Матеріал обода: Поліуретан (не пошкоджує підлогу, зносостійкий) або вулканізована гума
- Матеріал ступиці: Сталь або чавун
- Тип підшипника: Кульковий або роликовий (краще кульковий для плавного руху)
- Кріплення: Поворотне з гальмом – 2 шт. + поворотне – 1 шт.

Таблиця 3.5 - Основні параметри (рекомендовані):

Параметр	Значення
Діаметр колеса	160–200 мм
Ширина обода	40–50 мм
Номінальне навантаження	≥ 500 Н (50 кгс)
Робоча температура	$-20 \dots +60$ °C
Монтажна висота	200–230 мм
Тип осі	Болт або вісь $\varnothing 12\text{--}16$ мм

Приймаємо.

Колесо поворотне поліуретанове з кріпильною панеллю 200 мм, навантаження 500–600 Н

Код товару: ПУ200-КП-ПШ-500

Виробник: Технооптторг / Stellox / Blickle (Німеччина) – залежно від бюджету.

Виконаємо розрахунок осі колеса.

Розрахунок проводиться на міцність із використанням розрахункової схеми, наведеної на рисунку 3.4.

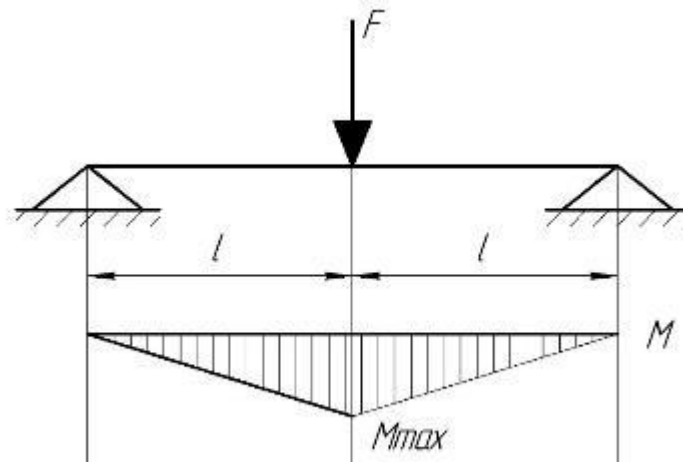


Рисунок 3.4 – Схема для розрахунку осі

Визначимо діаметр осі з умови міцності на згин за формулою:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{\max}}{0,1 \cdot [\sigma] \cdot (1 - a^4)}} \quad (3.21)$$

де $M_{\max}$ – максимальний згинальний момент,

$[\sigma]$ – допустиме напруження, для сталі 40Х 120 Н·мм² [17],

a – коефіцієнт повноти перерізу, (для суцільної осі $a = 0$ [17]).

$$M_{\max} = F \cdot l = 1000 \cdot 50 = 50000 \text{ Н} \cdot \text{мм}, \quad (3.22)$$

Тоді

$$d = \sqrt[3]{\frac{50000}{0,1 \cdot 120 \cdot (1 - 0)}} = 16,1 \text{ мм}$$

З урахуванням того, що в конструкції коліс застосовуються підшипники № 204 з внутрішнім діаметром 20 мм, приймаємо діаметр осі рівним 20 мм.

3.6. Розрахунок вилки колеса

У конструкції вилки колеса найбільш навантаженою та відповідальною є зона з'єднання вилки з поворотною віссю, яка виконується методом зварювання.

Цей вузол сприймає вертикальне навантаження від ваги агрегата, а також навантаження, що виникають під час руху по нерівностях або при раптових зупинках. Саме тому особливу увагу необхідно приділити перевірці міцності зварного з'єднання.

Для оцінки міцності використовується умова міцності на розкриття зварного шва. Розрахунок виконується з урахуванням дії вертикального навантаження та моменту, що виникає при експлуатації. При цьому зварний шов

розглядається як небезпечний переріз, здатний зазнати руйнування внаслідок зрізу або розтягнення.

Розрахунок проводиться за розрахунковою схемою, поданою на рисунку 3.5.

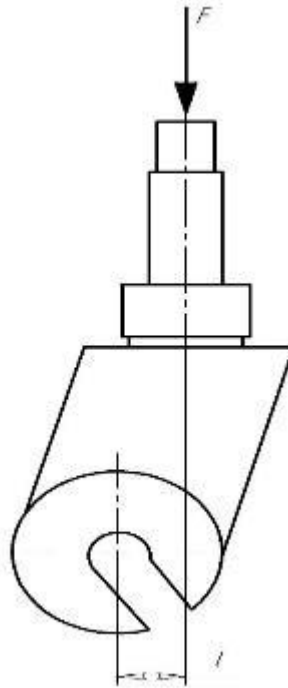


Рисунок 3.5 – Розрахункова схема

Катет зварного шва становить 6 мм. Матеріал конструкції — сталь Ст3. При навантаженні $F = 1000$ Н (що відповідає вазі візка з вантажем) та відстані $L = 12$ мм від осі колеса до точки прикладання сили, визначаємо напругу в точках, що виникає внаслідок дії згинального моменту.

$$M = F \cdot L, \quad (3.23)$$

$$\tau'_m = \frac{FL}{W_{\psi B}} \text{ Н / мм}^2, \quad (3.24)$$

де $W_{\psi B}$ — момент опору швів;

$$W_{шв} = \frac{2I'_{шв}}{1+2k}, \quad (3.25)$$

$I_{шв}$ – момент інерції і периметрів швів

l – довжина шва.

$$I_{шв} = 2 \left[\frac{k \cdot l^3}{12} + k \left(\frac{1+k}{2} \right)^2 \right] = 2 \left[\frac{6 \cdot 62^3}{12} + 6 \left(\frac{62+6}{2} \right)^2 \right] = 25,22 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$$

$I'_{шв}$ – розрахунковий момент інерції швів

$$I'_{шв} = I_{шв} \cdot 0,7 = 25,22 \cdot 10^4 \cdot 0,7 = 17,65 \cdot 10^4 \text{ мм}. \quad (3.26)$$

$$W_{шв} = \frac{2 \cdot 17,65 \cdot 10^4}{62 + 2 \cdot 6} = 4,77 \cdot 10^3 \text{ мм}^3, \quad (3.27)$$

$$\tau'_m = \frac{1000 \cdot 12}{4,77 \cdot 10^3} = 2,5 \text{ Н / мм}^2, \quad (3.28)$$

Розраховуємо напругу в зварних швах під дією сили F (без урахування впливу поперечних швів):

$$\tau'_F = \frac{F}{2 \cdot 0,7k \cdot l} = \frac{1000}{2 \cdot 0,7 \cdot 6 \cdot 62} = 1,9 \text{ Н / мм}^2, \quad (3.29)$$

Результуюча напруга, що виникає під впливом моменту та сили, визначається шляхом геометричного додавання відповідних складових.

$$\tau'_{\text{сум}} = \sqrt{\tau_m'^2 + \tau_F'^2} = \sqrt{2,5^2 + 1,9^2} = 3,14 \text{ Н / мм}^2, \quad (3.30)$$

Допустиму напругу зрізу визначаємо за формулою:

$$[\tau'_{4зр}] = \frac{\tau_{\text{lim}} \varepsilon}{[s] \cdot k_{\tau}} \beta, \quad (3.31)$$

Межу витривалості зварного матеріалу

$$\tau_{\text{вит}} = \tau_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{1 - 0,5(1 - \psi_{\tau}) \cdot (1 + \tau)} = \frac{110}{1 - 0,5 \cdot 1 \cdot 1} = 220 \text{ Н/мм}^2, \quad (3.32)$$

де $\tau_{-1} = 110 \text{ Н/мм}^2$

$\sigma_{\text{в}} = 400 \text{ Н/мм}^2$

ψ_{τ} – коефіцієнт чутливості матеріалу до асиметрії циклу ($\psi_{\tau} = 0$);

ε – масштабний фактор ($\varepsilon = 0,9$)

$[s]$ – коефіцієнт безпеки ($[s] = 1,3$)

k_{τ} – ефективний коефіцієнт концентрації напружень шва ($k_{\tau} = 2$)

β – коефіцієнт впливу якості обробки поверхні ($\beta = 1$)

Розрахуємо:

$$[\tau'_{\text{гдр}}] = \frac{220 \cdot 0,9}{1,3 \cdot 2} \cdot 1 = 78,6 \text{ Н/мм}^2, \quad (3.33)$$

$$\tau'_{\text{сум}} = 3,14 < [\tau'_{2\text{др}}] = 78,6 \text{ Н/мм}^2, \quad (3.34)$$

Міцність конструкції забезпечена. Обрані розміри – діаметр осі 20 мм і катет зварного шва 6 мм – гарантують надійне та безпечне з'єднання поворотної осі з виделкою колеса.

3.7. Технічна характеристика

Основні технічні характеристики стенду наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Технічна характеристика пристрою

Параметр	Значення
Габаритні розміри, мм (довжина × ширина × висота)	1700 × 900 × 1200
Максимальна висота підйому платформи, мм	1200
Вантажопідйомність, кг	60
Привід підйому платформи	Електродвигун
Потужність електродвигуна, кВт	0,25
Частота обертання двигуна, хв^{-1}	680
Тип редуктора	Черв'ячний Ч-80
Передаточне число редуктора	40
Тип передачі	Клинопасова
Матеріал рами	Сталь конструкційна
Кількість коліс	3 (2 ведучі, 1 кермове)

3.8. Висновок

Проведені розрахунки підтверджують працездатність конструкції візка та його доцільність впровадження у виробничий процес. Застосування запропонованого пристрою дозволить зменшити трудомісткість ремонтно-обслуговуючих операцій, підвищити якість виконання робіт з обслуговування акумуляторних батарей та, що особливо важливо, — забезпечити механізацію підйимально-транспортних процесів. У конструкції передбачено використання черв'ячного редуктора типу Ч-80 та електродвигуна 4АМ71В843 потужністю 0,25 кВт.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз стану охорони праці на підприємстві ТОВ ВУД

ТОВ ВУД є підприємством, діяльність якого пов'язана з технічним обслуговуванням і ремонтом сільськогосподарської та автомобільної техніки, а також з виготовлення виробів з бетону. Аналіз стану охорони праці на підприємстві свідчить про наявність базових заходів щодо забезпечення безпеки працівників, однак у деяких аспектах необхідне вдосконалення.

На підприємстві розроблено та впроваджено систему управління охороною праці. Ведеться облік і аналіз нещасних випадків, проводяться вступні та періодичні інструктажі, працівники забезпечуються необхідними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ). Робочі місця обладнані згідно з нормативними вимогами, передбачено вентиляцію, освітлення та аварійні виходи.

Разом з тим, спостерігається зношеність окремих елементів інженерної інфраструктури, недостатній рівень автоматизації підіймально-транспортних операцій, зокрема при обслуговуванні важких агрегатів, таких як акумуляторні батареї, генератори та стартери. Такі операції часто виконуються вручну, що збільшує ризики травмування персоналу та знижує продуктивність праці.

Крім того, виявлено потребу у підвищенні культури безпеки праці, зокрема в частині дотримання правил внутрішнього розпорядку, ведення технічної документації та своєчасного проходження медичних оглядів. Особливу увагу варто приділити проведенню практичних тренувань з евакуації, пожежної безпеки та дій у разі виникнення аварійних ситуацій.

Таким чином, загальний стан охорони праці на підприємстві можна оцінити як задовільний, проте для створення безпечних та комфортних умов праці необхідно реалізувати комплекс заходів, спрямованих на модернізацію виробничих процесів, оновлення технічних засобів і посилення внутрішнього контролю за дотриманням вимог нормативних документів.

4.2. Вимоги безпеки праці для слюсаря-ремонтника

Загальні положення

До виконання обов'язків слюсаря-ремонтника допускаються особи, які досягли 18-річного віку, мають необхідний допуск до виконання відповідних робіт, пройшли медичний огляд, вступний інструктаж з охорони праці, а також інструктажі на робочому місці та з пожежної безпеки.

Працівник зобов'язаний:

- дотримуватись правил внутрішнього розпорядку;
- бути уважним при русі транспортних засобів;
- пересуватись виключно по спеціально визначених доріжках, тримаючись правого боку;
- уникати контакту з електрообладнанням, клемами, дротами та освітлювальною арматурою, не відкривати шафи електропостачання;
- не вмикати та не вимикати обладнання, якщо така дія не передбачена його посадовими обов'язками, за винятком надзвичайних ситуацій.

Основні небезпеки, що можуть впливати на працівника:

- рухомі елементи машин, незахищені механізми, пересувні деталі;
- захащеність робочого місця матеріалами та інструментом;
- відсутність спеціальних пристосувань для безпечного виконання робіт;
- відкриті струмоведучі елементи електроустановок;
- недостатній рівень освітлення;
- контакт з шкідливими речовинами через шкіру, дихальні шляхи або слизові оболонки.

Згідно з нормами, працівнику надається спеціальний одяг:

- бавовняний костюм;
- комбіновані рукавиці;
- взимку — утеплений одяг.

Ручний інструмент має бути справним: без відколів, тріщин, задирок, з рівними і неушкодженими поверхнями. Гайкові ключі повинні точно відповідати

розмірам з'єднань. Напруга місцевого освітлення не повинна перевищувати 220 В у звичайних умовах та 42 В у небезпечних. У складних умовах використовується напруга до 12 В.

Перед початком роботи

Необхідно:

- отримати завдання від керівника;
- перевірити справність інструментів та ЗІЗ;
- впорядкувати одяг;
- перевірити освітлення робочого місця;
- розташувати обладнання у зручному та безпечному порядку;
- пройти інструктаж при використанні обладнання.

Під час виконання роботи

Дотримуватись технічної інструкції на конкретні роботи. Використовувати пневмо- та електроінструмент тільки за призначенням та після відповідного навчання.

При роботі з пневматичним обладнанням:

- працювати лише зі справним інструментом;
- не направляти повітря на себе чи інших;
- використовувати тільки захисні окуляри та справні абразивні круги;
- не застосовувати несправний інструмент;
- здування стружки здійснювати тільки щіткою.

При виконанні розбірно-складальних робіт:

- користуватись відповідними пристосуваннями;
- не відкручувати гайки ударом;
- розміщення мастильних рідин дозволено лише у спеціальну тару;
- уникати зберігання легкозаймистих речовин біля робочого місця.

Після завершення роботи

- впорядкувати робоче місце;
- скласти інструмент;
- зняти та розмістити спецодяг;

- вимити руки, при можливості прийняти душ;
- повідомити керівника про виявлені недоліки під час роботи.

Дії у надзвичайних ситуаціях

- При ураженні струмом: від'єднати джерело живлення, провести штучне дихання, викликати медиків.
- При пораненнях: накласти пов'язку, обробити рану.
- При переломах: зафіксувати кінцівку.
- При опіках: не проколювати пухирі, обробити спиртом.
- При кровотечах: зупинити її бинтуванням або джгутом.
- У випадку пожежі: негайно повідомити відповідні служби й приступити до гасіння.

4.3. Висновок

Проведений аналіз стану охорони праці на підприємстві свідчить про те, що загальний рівень організації безпеки є задовільним. Разом із тим, окремі ділянки, зокрема ремонтна майстерня, потребують додаткової уваги та вдосконалення умов праці. Запровадження заходів з поліпшення охорони праці сприятиме зниженню виробничого травматизму, підвищенню безпеки працівників і покращенню якості виконуваних ремонтних робіт.

5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

Необхідні для розрахунків вхідні дані представлені у додатку Б. розрахунки проведені на ПК за допомогою програми Microsoft Excel, а результати розрахунків згідно методики описаної нижче наведені в додатку В. З метою визначення економічної ефективності дипломного проекту розраховуються такі ключові показники.

5.1. Розрахунок основних показників

Загальна вартість проведених ремонтних робіт, яка визначається за формулою [21]:

$$B_{\text{пр}} = Q \cdot \Pi_{\text{ум.рем.}}, \quad (5.1)$$

$\Pi_{\text{ум.рем.}}$ – середня вартість одного умовного ремонту, грн.;

Q – кількість умовних ремонтів, що планується провести.

Експлуатаційні витрати, пов'язані з функціонуванням ділянки технічного обслуговування та ремонту, визначаються за формулою:

$$EB = ЗП + A + B_{\text{ел}} + B_{\text{рем}} + IB, \quad (5.2)$$

де: $ЗП$ – фонд заробітної плати робітників, грн.;

A – амортизаційні відрахування на обладнання, будівлі та споруди, грн.;

$B_{\text{ел}}$ – витрати на електроенергію, грн.;

$B_{\text{рем}}$ – витрати на ремонтні матеріали, грн.;

IB – інші витрати, які не були враховані окремо, грн.

Фонд заробітної плати обчислюється як:

$$ЗП = ЗП_{cp} \cdot K_{np} \cdot 12, \quad (5.3)$$

де $ЗП_{cp}$ – середня заробітна плата одного працівника за місяць, грн.;

12 – кількість робочих місяців на рік.

Амортизаційні відрахування розраховуються згідно з нормою амортизації:

$$A = \frac{B \cdot \lambda}{100}, \quad (5.4)$$

де B – вартість основних засобів, грн.;

λ – встановлена норма амортизації, %.

Витрати на електроенергію визначаються за формулою:

$$B_{el} = Q_{el} \cdot C_{el}, \quad (5.5)$$

де Q_{el} – річна споживана потужність устаткування, кВт;

C_{el} - тариф за 1 кВт·год, грн.

Витрати на ремонтні матеріали становлять у середньому 30% від загальної суми амортизації:

$$B_{рем} = \frac{A \cdot 30}{100}, \quad (5.6)$$

Інші витрати, які зазвичай становлять близько 3% від загальної суми експлуатаційних витрат, обчислюються так:

$$ІВ = \frac{(ЗП + A + B_{el} + B_{рем}) \cdot 3}{100}, \quad (5.7)$$

Наступним етапом є обчислення собівартості ремонтних робіт:

$$ПС = EB \cdot 1,02, \quad (5.8)$$

Річний прибуток від діяльності дільниці ТО та ремонту машин:

$$\Pi = B_{np} - ПС, \quad (5.9)$$

де B_{np} – річний дохід від надання ремонтних послуг, грн.

Рентабельність проєкту розраховується за класичною формулою:

$$P = \frac{\Pi \cdot 100}{ПС}. \quad (5.10)$$

Термін окупності інвестицій визначається так:

$$T_o = \frac{B}{\Pi}, \quad (5.11)$$

де B – обсяг капіталовкладень, грн.;

Π – чистий прибуток, грн.

5.2. Висновки до розділу 5

На основі проведених техніко-економічних розрахунків встановлено, що організація ремонтної дільниці з обсягом робіт 9,2 умовних ремонтів на рік є економічно доцільною. Загальна вартість виконаних ремонтів становить 1 041 440 грн, а при повній собівартості продукції 1 393 779,65 грн отримано загальний прибуток у розмірі 312 660,35 грн. Рівень рентабельності склав 22,4%, що свідчить про ефективність впровадження проєкту. Приріст прибутку у порівнянні з базовими умовами становить 450 637,31 грн. Термін окупності додаткових капіталовкладень становить 4,6 року, що є прийнятним показником

для такого типу інвестицій. Таким чином, створення ділянки ремонту агрегатів електрообладнання є доцільним з економічної точки зору та забезпечує стабільне повернення вкладених коштів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті розглянуто питання удосконалення процесу ремонту агрегатів силового електрообладнання сільськогосподарської та автомобільної техніки шляхом проєктування спеціалізованої дільниці в умовах ремонтної майстерні підприємства. В ході виконання роботи було:

- проведено аналіз господарської діяльності умовного підприємства та обґрунтовано необхідність організації дільниці з ремонту електрообладнання;
- розроблено планувальне рішення дільниці з урахуванням технологічних потреб ремонту стартерів, генераторів, акумуляторних батарей та інших елементів електрообладнання;
- спроектовано універсальний візок для механізації процесу зняття та транспортування важких агрегатів, зокрема АКБ, що знижує травмонебезпеку та трудомісткість;
- виконано технічні розрахунки основних вузлів запропонованого пристрою та обґрунтовано вибір обладнання;
- розглянуто питання охорони праці, зокрема вимоги до безпечної роботи слюсаря-ремонтника та заходи щодо покращення умов праці в ремонтній майстерні;
- проведено техніко-економічне обґрунтування ефективності впровадження проєкту: рівень рентабельності становить 22,4%, термін окупності — 4,6 року, а приріст прибутку — понад 450 тис. грн.

Загалом, проєкт є актуальним, технічно та економічно обґрунтованим, а його реалізація дозволить покращити організацію ремонтних процесів, підвищити ефективність використання ресурсів та забезпечити безпечні умови праці персоналу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державна служба статистики України. (2023). *Сільське господарство України*. [<https://www.ukrstat.gov.ua>]
2. Мельянцов П. Т. Організація використання техніки за умов дефіциту матеріально - технічних ресурсів / П. Т. Мельянцов, Є. В. Калганков. // Zbiór raportów naukowych. „Inżynieria i technologia. Teoria. Praktyk Sp. z o.o. «Diamond trading tou. – 2010. – С. 84–87.
3. Череп А.А. Аналітичне дослідження надійності електрообладнання машинно-тракторного парку та шляхи її підвищення [Текст] / А.А. Череп, Є.В. Калганков //Zbior artykułow naukowych. Konferencji Miedzynarodowej Naukowo-Praktycznej «Inżynieria i technologia. Współczesne tendencje w nauce i edukacji». Warszawa: Sp. zo.o. «Diamond trading tour»: 2016. – С. 19–23.
4. Забутий Дніпропетровськ: старий комбайновий завод. (2013, 29 травня). *Сайт міста Дніпропетровськ*. Архівна копія від 23 травня 2017 року на Wayback Machine. <https://web.archive.org/web/20170523153133/http://gorod.dp.ua/photo/usercity/?pageid=1486>
5. Дніпропетровський комбайновий завод визнано банкрутом. (2013, 3 вересня). *Укррудпром*. Архівна копія від 23 травня 2017 року на Wayback Machine. https://web.archive.org/web/20170523150722/http://ukrrudprom.ua/news/Dnepropetrovskiy_kombaynoviy_zavod_priznan_bankrotom.html
6. *Про компанію*. (б. д.). <https://vud.com.ua/>. <https://vud.com.ua/o-nas>
7. *ТОВ «ВУД»*. (б. д.). <https://opendatabot.ua>. <https://opendatabot.ua/c/32729814>
8. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищих навчальних закладів / [Дирда В.І., Мельянцов П.Т., Калганков, Є.В. та ін.]. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2015. – 292 с.
9. Бутенко В.Г. Ремонт машин в АПК України: Організація, проектування, оптимізація: навчальний посібник / Бутенко В.Г. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 1997 р., 159 с.

10. Мельянцов П.Т. Методичні рекомендації «Організація та технологія ремонту МТП в умовах сільськогосподарського підприємства» / Мельянцов П.Т., Калганков Є.В., Кириленко О.І. – Д.: ДДАУ, 2010. – 125 с.

11. Проектування сервісних підприємств ремонту машин та агрегатів АПК: навчальний посібник / [Дирда В.І., Калганков Є.В., Мельянцов П.Т. та інші] – Д.: «Герда», 2014. – 100 с.

12. Aliiev, E., Chernii, O., & Kalhankov, Y. (2024). Experimental testing of the quality of elastomeric seals of the o-ring type of modern auto-tractor internal combustion engines. *National Interagency Scientific and Technical Collection of Works. Design, Production and Exploitation of Agricultural Machines*, (54), 63–76. <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2024.54.63-76>

13. Kalhankov, Ye.V.(2017), “Features of fractal analysis of fractured surfaces of the rubber liners, which work in conditions of abra-sive and fatigue wear”, *Geo-Technical Mechanics*, no. 133, pp. 66-74.

14. *TRESTLES S04 rot Profi Sackkarre 250 kg.* (б. д.). <https://www.ricardo.ch>. <https://www.ricardo.ch/de/a/trestles-s04-rot-profi-sackkarre-250-kg-1266543618/>

15. *TX00801 Torin Big Red.* (б. д.). <https://www.instrumentallica.com.ua>. https://www.instrumentallica.com.ua/dir_telezhki_dlya_peremeshheniya_koles.htm

16. Лисиця, М. І., Калганков, Є. В., Агальцов, Г. М., Лисиця, Н. М., Черній, О. А., & Заболотна, О. Ю. (2024). *Пружний шарнір* (Патент України № 155764). ДО "Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій". (шрм со вставками)

17. Деталі машин: підручник / [Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Рижков Є.І. та ін.]. – Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2010. – 308 с.

18. Калганков Є.В. Розробка технологічного процесу відновлення деталі [Методичні рекомендації] / Калганков Є.В. – Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2013. – 75 с.

19. Калганков Є.В. Проектування ремонтно-технологічної документації / Є.В. Калганков, М.Г. Зайцев. Дніпро. ДДАЕУ, 2016. – 48 с.

20. Агальцов, Г. М., Лисиця, М. І., Новікова, А. В., & Калганков, Є. В. (2024). Оцінка та управління ризиками, пов'язаними з виробничим шумом та вібраціями на виробництві. У *«ПОТУРАЇВСЬКІ ЧИТАННЯ»: матеріали XXI Всеукр. наук.-техн. конф., присвяч. 102- річниці з дня народження акад. НАН України В.М. Потораєва* (с. 61-62). НТУ Дніпровська політехніка. <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/10825>

21. Лебеденко О.В. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних проектів і робіт для студентів факультету механізації сільського господарства, (кафедра надійності і ремонту машин) за напрямом підготовки "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" / Лебеденко О.В. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2011. – 16 с.

ДОДАТКИ

Вихідні данні для розрахунку техніко-економічних показників проекту

Показники	Позначення показників	Проектний варіант
Обсяг ремонтних робіт, ум. рем.	Q	9,2
Вартість 1 ум. рем, грн.	Ц _{1ум рем}	113200,00
Кількість основних робітників, осіб	K _{пр}	1
Середньомісячна заробітна плата робітника з нарахуванням, грн.	ЗП _{ср}	18000,00
Вартість придбаного обладнання, грн.	Б _{пр}	1860000,00
Вартість будівлі за балансом, грн.	Б _{буд}	—
Витрати на ремонт ділянки ремонтної майстерні та організацію ділянки, грн.	Б _{рек}	235000,00
Річні витрати електроенергії, кВт/рік.	Q _{ел}	46300
Ціна 1 кВт/год. електроенергії, грн.	Ц _{ел}	8,20

Техніко-економічні показники проекту

Показники	Проектний варіант
Вид робіт	Ремонт
Обсяг робіт, ум. рем.	9,2
Ціна 1 ум. ремонту, грн.	113200,00
Вартість проведених ремонтів, грн.	1041440,00
Кількість основних робітників, осіб.	1
Обсяг додаткових капіталовкладень, грн.	2095000,00
Експлуатаційні витрати всього, грн.	1366450,63
– заробітна плата з нарахуваннями, грн.	263520,00
– амортизаційні відрахування, грн.	525747,00
– вартість електроенергії, грн.	379660,00
– витрати на ПР та ТО, грн.	157724,10
– інші витрати, грн.	39799,53
Повна собівартість продукції, грн.	1393779,65
Загальний прибуток, грн.	312660,35
Рівень рентабельності, %	22,4
Приріст прибутку, грн.	450637,31
Термін окупності додаткових вкладень, років	4,6

Перф. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Склад №		A1			46ДП.073 100 000 ВЗ	Вид загальний			
						Документація			
						Складальні одиниці			
			1		46ДП.073 101. 000 СК	Рама	1		
			2		46ДП.073 102. 000 СК	Штанга	2		
			3		46ДП.073 103. 000 СК	Вилка	3		
			4		46ДП.073 104. 000 СК	Ролік в зборі	3		
			5		46ДП.073 105. 000 СК	Кожух	1		
						Деталі			
			6		46ДП.073 100. 001	Вісь	2		
			7		46ДП.073 100. 008	Шків	1		
			8		46ДП.073 100. 009	Шків	1		
Підп. і дата					46ДП.073 100. 0031	Вал	1		
						Стандартні вироби			
Взам. інв. №			10			Підшипник			
							2		
			11			Підшипник			
							2		
Підп. і дата									
Інв. № подл.		46ДП.073 100. 000 ВЗ							
		Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата			
		Ризийд	Берлізав В						
		Проб.	Черній О.А						
		Інконтр.	Івліс В.В.						
Інв. № подл.		Візок для агрегатів				Лист	Листів	Листів	
						У			
Інв. № подл.		ДДАЕУ							

Формат	Знач	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				Болт ГОСТ 7808-70		
		12		M6x20.58	4	
		13		M10x30.58	4	
		14		M22x50.58	4	
				Винт ГОСТ 1401-80		
		15		2M4x10.56	12	
		16		2M6x12.56	2	
		17		2M6x70.56	1	
				Гайка ГОСТ 5915-70		
		18		M6-7H 58	5	
		19		M10-7H 58	4	
		20		M12-7H 58	16	
		21		M20-7H 58	2	
		22		M22-7H 58	4	
				Шайба ГОСТ 11371-78		
		23		20	2	
		24		22	6	
				Шайба ГОСТ 6402-70		
		25		6.65Г	4	
		26		10.65Г	4	
		27		12.65Г	12	
		28		20.65Г	4	
		29		22.65Г	6	
Изд. № гайд.	Позн. и дата	Взам. инв. №	Изд. № дора.	Позн. и дата	46ДП.073 100. 000 ВЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	/Лист 2	

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

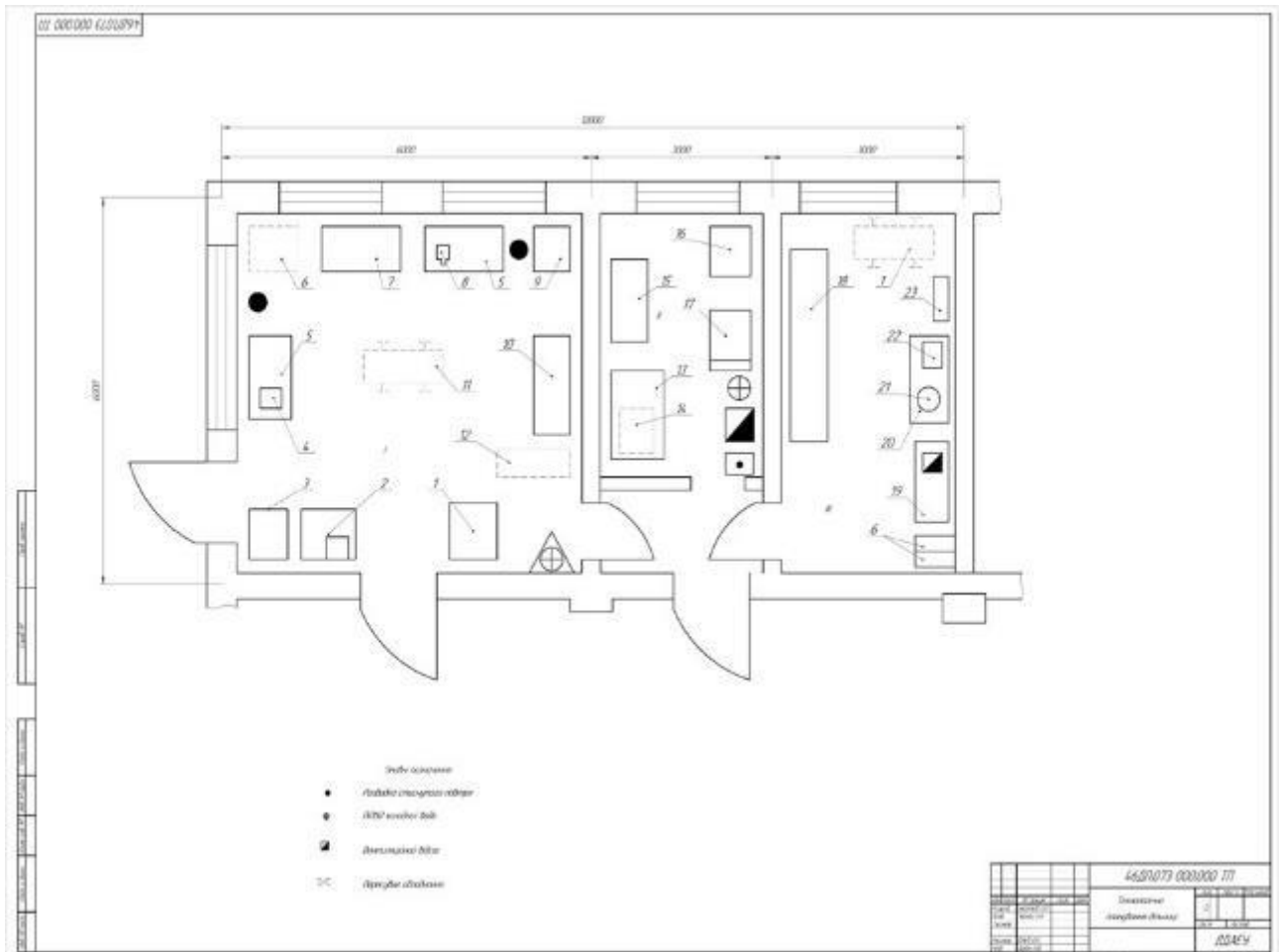
**ПРОЄКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ З ТЕХНІЧНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ АГРЕГАТИВ
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТА
АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

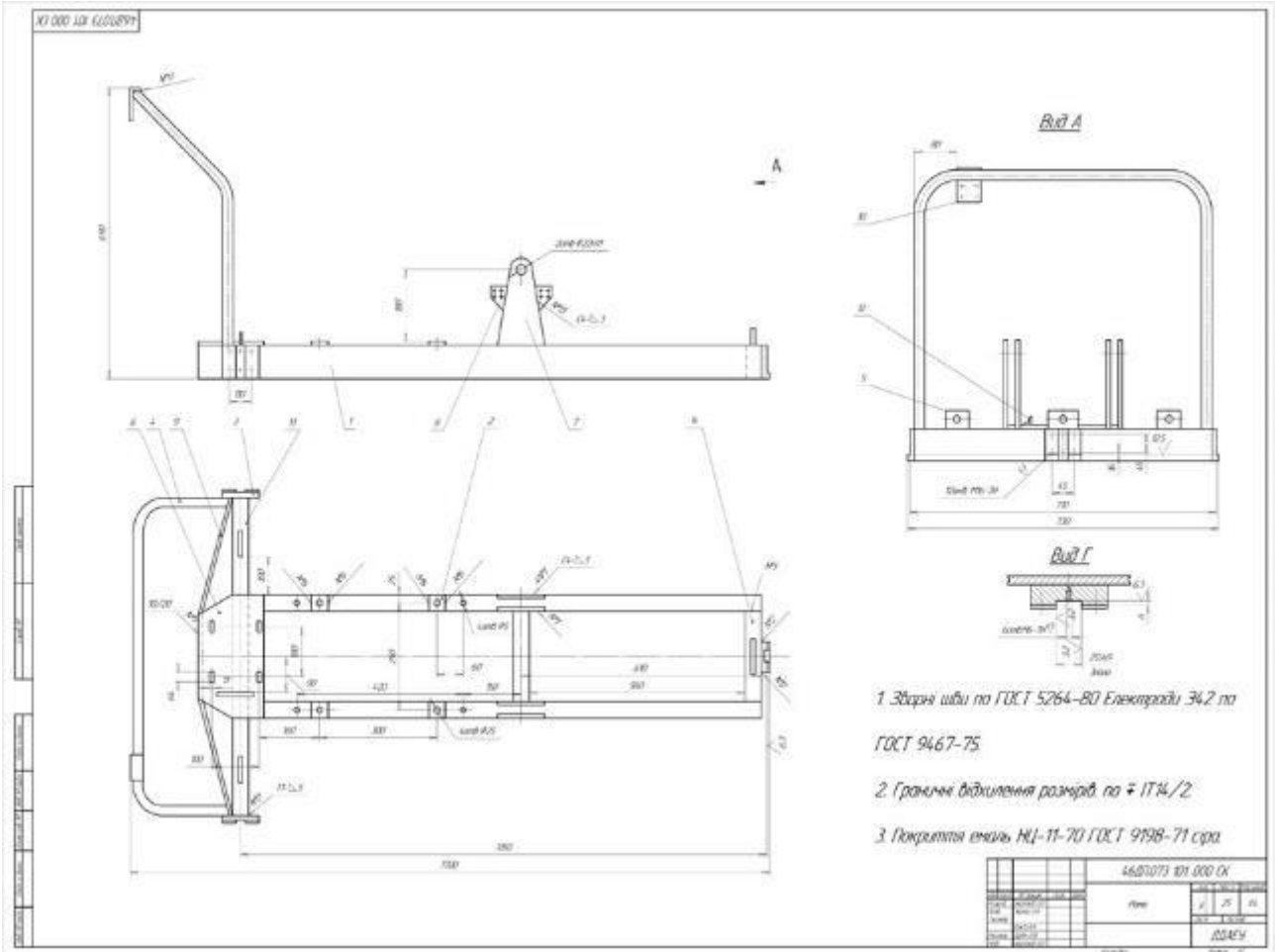
демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 4го курсу, групи AI-2-21
Берлізов Валентин Олексійович

Керівник: ст. викладач
Черній Олександр Анатолійович

Дніпро - 2025





Показники	Проектний варіант
Вид робіт	Ремонт
Обсяг робіт, ум. рем.	9,2
Ціна 1 ум. ремонту, грн.	113200,00
Вартість проведених ремонтів, грн.	1041440,00
Кількість основних робітників, осіб.	1
Обсяг додаткових капіталабкладень, грн.	2095000,00
Експлуатаційні витрати всього, грн.	1366450,63
– заробітна плата з нарахуваннями, грн.	263520,00
– амортизаційні відрахування, грн.	525747,00
– вартість електроенергії, грн.	379660,00
– витрати на ПР та ТО, грн.	157724,10
– інші витрати, грн.	39799,53
Повна собівартість продукції, грн.	1393779,65
Загальний прибуток, грн.	312660,35
Рівень рентабельності, %	22,4
Приріст прибутку, грн.	450637,31
Термін окупності додаткових вкладень, років	4,6

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті розглянуто питання удосконалення процесу ремонту агрегатів силового електрообладнання сільськогосподарської та автомобільної техніки шляхом проєктування спеціалізованої дільниці в умовах ремонтної майстерні підприємства. В ході виконання роботи було:

- проведено аналіз господарської діяльності умовного підприємства та обґрунтовано необхідність організації дільниці з ремонту електрообладнання;
- розроблено планувальне рішення дільниці з урахуванням технологічних потреб ремонту стартерів, генераторів, акумуляторних батарей та інших елементів електрообладнання;
- спроектовано універсальний візок для механізації процесу зняття та транспортування важких агрегатів, зокрема АКБ, що знижує травмонебезпеку та трудомісткість;
- виконано технічні розрахунки основних вузлів запропонованого пристрою та обґрунтовано вибір обладнання;
- розглянуто питання охорони праці, зокрема вимоги до безпечної роботи слюсаря -ремонтника та заходи щодо покращення умов праці в ремонтній майстерні;
- проведено техніко -економічне обґрунтування ефективності впровадження проєкту: рівень рентабельності становить 22,4%, термін окупності — 4,6 року, а приріст прибутку — понад 450 тис. грн.

Загалом, проєкт є актуальним, технічно та економічно обґрунтованим, а його реалізація дозволить покращити організацію ремонтних процесів, підвищити ефективність використання ресурсів та забезпечити безпечні умови праці персоналу.

[illegible]