

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

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Організація служби технічного сервісу в умовах «ФГ МІРТ»
Сумської області»

Виконав:

_____ (підпис)

Харченко Ю.Ю.

(Прізвище, ініціали)

Група:

_____ AI 2201 – 1,ст

(Науковий) керівник:

_____ (підпис)

Думанчук М.Ю.

(Прізвище, ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ФГ «МІРТ» ОХТИРСЬКОГО РАЙОНУСУМСКОЇ ОБЛАСТІ.....	8
1.1 Загальні відомості про підприємство.....	8
1.2 Структура угідь, площі посівів та врожайність основних культур..	8
1.3 Аналіз оснащення підприємства технікою.....	9
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	11
2.1 Аналіз існуючої системи технічного обслуговування машинно-тракторного парку	11
2.2 Переваги застосування системи ПЗТО.....	13
2.3 Аналіз існуючої системи технічного обслуговування МТП.....	16
2.4 Розрахунок програми технічного обслуговування та ремонту.....	17
2.5 Створення плану ремонтно-обслуговуючих робіт на поточний рік.....	21
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКЦІЙНА ЧАСТИНА.....	27
3.1. Обґрунтування необхідності конструкторської розробки.....	27
3.2. Аналіз існуючих конструкцій пристосувань.....	28
3.3. Опис загальної будови та принципу роботи конструкції, що розробляється.....	33
3.4. Обґрунтування параметрів пружин.....	35
3.5. Обґрунтування міцнісних параметрів натискного гвинта.....	40
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	42
4.1. Сучасний стан охорони праці.....	42
4.1 Вимоги безпеки перед початком робіт.....	42
4.2 Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях.....	43
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТУ.....	44

ВИСНОВОК	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	48

ВСТУП

Метою даної роботи є всебічна розробка та глибоке обґрунтування комплексу взаємопов'язаних організаційно-технологічних рішень, націлених на створення та забезпечення стабільного функціонування вискоелективної сервісної служби у фермерському господарстві «МІРТ», що розташоване в Охтирському районі Сумської області. Ключовим завданням є не лише формальне створення служби, але й оптимізація всіх її процесів для досягнення відчутних позитивних змін.

Основна мета включає в себе:

- Підвищення ефективності використання існуючого машинно-тракторного парку (МТП) шляхом своєчасного та якісного технічного обслуговування і ремонту. Це передбачає мінімізацію простоїв техніки через поломки та оптимізацію її продуктивності протягом усього терміну експлуатації.
- Суттєве зниження загальних витрат на ремонт та експлуатацію МТП. Завдяки впровадженню планової системи ТО та прогресивних методів ремонту, очікується зменшення аварійних ситуацій, потреби у дороговартісних термінових ремонтах та витрат на запасні частини.
- Покращення умов праці працівників ФГ «МІРТ», особливо тих, хто задіяний в обслуговуванні та ремонті техніки. Це включає в себе оптимізацію робочого простору, забезпечення необхідним обладнанням та інструментами, а також впровадження заходів з охорони праці для створення безпечного та комфортного робочого середовища.

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення наступних завдань: проведення детального аналізу поточної ремонтно-обслуговуючої

бази господарства, розробку оптимальної організаційної структури сервісної служби, визначення необхідної чисельності та кваліфікації сервісного персоналу, розрахунок річного обсягу робіт, проектування та облаштування пункту технічного обслуговування, впровадження прогресивних методів ремонту та обслуговування, розробку графіків завантаження працівників, а також проведення економічної оцінки ефективності запропонованих рішень та розробку заходів з охорони праці. В кінцевому підсумку, реалізація даного проєкту має забезпечити стабільну та ефективну роботу МТП, сприяти підвищенню продуктивності господарства та покращенню умов праці його працівників.

РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ФГ «МІРТ» ОХТИРСЬКОГО РАЙОНУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Загальні відомості про підприємство

Фермерське господарство «МІРТ», що діє в Охтирському районі Сумської області, займає територію в селі Рябина, на вулиці Паркова, 49. Характерною особливістю розташування села Рябина є його знаходження на лівому березі річки Ворскла, саме там, де в неї впадає річка Рябина. Уздовж течії Ворскли сусідять села Добрянське (2 км вище), Іванівка та Яблучне (по 1,5 км нижче). Примітно, що русло річки в цій зоні звивисте, формуючи мальовничі лимани, стариці та заболочені озера. Зручне транспортне сполучення забезпечує близькість автомобільної дороги Т 1705. Віддаленість села від колишнього районного центру Великої Писарівки становить 25 кілометрів.



Рисунок 1.1 - Місце розташування підприємства

1.2 Структура угідь, площі посівів та врожайність основних культур у ФГ «МІРТ»

Розташування підприємства дійсно відіграє ключову роль у його успіху, особливо в аграрному секторі. Завдяки сприятливим кліматичним

умовам і родючим ґрунтам можна ефективно вирощувати різноманітні сільськогосподарські культури. Обробка 50 гектарів орендованих земель дозволяє господарству не лише підтримувати стабільний рівень виробництва, а й адаптуватися до змін ринку, впроваджуючи нові технології та оптимізуючи агротехнічні процеси.

Зернові культури, такі як озима пшениця та кукурудза, є основою стабільного продовольчого забезпечення, а технічні культури, зокрема соняшник, відіграють важливу роль у виробництві олії та кормів для тваринництва. Правильний вибір посівних площ та впровадження сучасних методів обробки землі можуть значно підвищити врожайність та економічну вигоду для підприємства.

Площа землекористування підприємства ФГ «МІРТ», на 2025 рік становить 50 га.

Розподіл висаджених територій та врожаю основних сільськогосподарських культур за останні три роки подано в таблиці 1.1

Таблиця 1.1

Культури	2022 рік		2023 рік		2024 рік	
	Площа, га	Урожайність ц/га	Площа, га	Урожайність ц/га	Площа, га	Урожайність ц/га
Зернові та зернобобові культури						
Озима пшениця	25	30	10	42	15	50
Кукурудза	10	50	15	34	10	60
Технічні культури						
Соняшник	15	25	15	20	15	30

У межах заходів, спрямованих на розширення виробництва аграрної продукції, передбачається подальша оптимізація структури посівних територій та впровадження раціональних сівозмін.

1.3 Аналіз оснащення підприємства технікою

Раціональне застосування аграрних машин у фермерському господарстві великою мірою визначається вдалою організацією та оптимальним чисельним складом машино-тракторного парку.

Кількість технічних засобів у господарстві цілком достатня для забезпечення виробничих процесів у стислі агротехнологічні терміни.

У господарстві раціонально застосовується наявний тракторний парк, а відповідно до тракторів підібрано набір аграрної техніки, що дає змогу максимально використовувати їхню потужність. Це, у свою чергу, сприяє економії паливно-мастильних матеріалів та створенню сприятливіших умов для розвитку рослин. Вся наявна техніка та обладнання дозволяють повністю здійснювати операції з обробітку ґрунту.

В таблиці 1.2 - наведено машино тракторний парк підприємства ФГ «МІРТ».

Таблиця 1.2

Трактори:	
МТЗ-892	2
John Deere 6130	1
Сівалки:	
СЗ-3.6	1
Vega 8	1
Луцильник:	
ЛДП-3	1
Культиватор:	
КРН-5.6	1
Плуг:	
ПЛН-3	1
Розкидач добрив:	
ПРТ-10	1
Машини:	
ЗІЛ-130	1
Газ-43-01	
Камаз – 5320	1
Причеп:	
ГКБ-819	1

Важливо забезпечити узгоджену роботу всіх одиниць техніки. Це можна досягти завдяки точному плануванню використання ресурсів та автоматизованим системам моніторингу стану обладнання. Використання датчиків та аналітичних платформ дозволить прогнозувати несправності та зменшити час простою.

Запровадження змінного графіка зменшить навантаження на обладнання, продовжить його термін служби та підвищить загальну продуктивність. У такій системі важливо розробити чіткий регламент з обліком технічного обслуговування між змінами. Також варто впроваджувати систему ротації операторів, щоб мінімізувати їхнє перевантаження та ризик помилок.

Регулярний техогляд та оперативний ремонт мають здійснювати висококваліфіковані спеціалісти. Для цього варто створити спеціалізовані ремонтні бригади, які працюватимуть за чітко регламентованим планом обслуговування техніки. Крім того, корисним буде впровадження програм навчання персоналу з новітніх методів діагностики та ремонту.

Використання штучного інтелекту та систем машинного навчання може значно покращити управління машинним парком. Інтелектуальні алгоритми зможуть аналізувати стан техніки, оптимізувати її використання та автоматично коригувати графіки роботи.

Розширення можливостей технічного обслуговування та оптимізація графіку роботи допоможуть значно зменшити витрати на ремонт та паливо.

РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз існуючої системи технічного обслуговування машинно-тракторного парку

На сьогоднішній день в аграрному секторі України, як і в багатьох інших країнах, домінує планово-запобіжна система технічного обслуговування (ПЗТО) машинно-тракторного парку. Суть даної системи полягає в реалізації комплексу регламентованих заходів, спрямованих на підтримання техніки в робочому стані та мінімізацію ймовірності виникнення відмов [1].

Структурно ПЗТО включає в себе ряд послідовних етапів технічного обслуговування, класифікованих за періодичністю виконання (див. Таблицю 2.1).

Таблиця 2.1 - Класифікація видів ТО в системі ПЗТО

Вид ТО	Періодичність	Основні операції
Щоденне ТО	Перед початком зміни	Візуальний контроль технічного стану, перевірка рівнів експлуатаційних рідин (мастила, охолоджуючої рідини, палива), тиску в пневматичних шинах, функціонування основних агрегатів.
Перше ТО (ТО-1)	Через 10 мотогодин	Змащування вузлів тертя, регулювання окремих механізмів та систем, проведення контрольних-вимірних процедур.
Друге ТО (ТО-2)	Через 50 мотогодин	Операції ТО-1, а також очищення повітряного фільтра, часткова заміна мастила в окремих агрегатах.

Третє ТО (ТО-3)	Через 250 мотогодин	Операції ТО-2, включаючи регулювання клапанних зазорів, заміну мастила в двигуні, трансмісії та інших ключових агрегатах.
Сезонн е ТО	2 рази на рік (весна/осінь)	Операції ТО-3, а також підготовка техніки до періоду зберігання (консервація) або введення в експлуатацію після зберігання (розконсервація).
Капіта льний ремонт (КР)	Після визначеного наробітку	Повна розбірка агрегатів, дефектація деталей, відновлення або заміна зношених елементів, складання та регулювання вузлів і систем.

2.2 Переваги застосування системи ПЗТО:

- Зниження ймовірності виникнення непланових простоїв техніки, що позитивно впливає на ефективність виробничих процесів.
- Пролонгація експлуатаційного ресурсу машинно-тракторного парку шляхом своєчасного виявлення та усунення потенційних несправностей.
- Оптимізація витрат на ремонт за рахунок запобігання серйозним поломкам.
- Підвищення рівня безпеки праці операторів машин за рахунок підтримання техніки в належному стані.
- Впровадження системи ПЗТО є важливим фактором для підвищення загальної ефективності використання машинно-тракторного парку та оптимізації витрат на його утримання в агропромисловому комплексі.
- Важливі аспекти:
- У наведеній таблиці 2.1 представлено базову номенклатуру видів технічного обслуговування тракторів та сільськогосподарських машин. Фактичний перелік робіт в рамках кожного ТО може бути значно розширеним та деталізованим.

- Інтервали між плановими ТО можуть варіюватися в залежності від конструктивних особливостей конкретної моделі техніки, її технічного стану та умов експлуатації.

Планування та виконання технічного обслуговування машини здійснюється з урахуванням її фактичного напрацювання в мотогодинах, обсягу спожитого палива (в кілограмах або літрах), або показників продуктивності в натуральних чи умовних одиницях. З точки зору організаційної зручності, для тракторної техніки рекомендується орієнтуватися на облік спожитого палива.

Встановлено єдину періодичність планових ТО для тракторів в межах робочого часу, яка складає 125 мотогодин (для тракторів, випущених до 1982 року, цей показник становить 60 мотогодин). Допускаються незначні відхилення від встановлених термінів проведення ТО: до 10% для ТО-1 та ТО-2, до 5% для ТО-3 та до 20% для сільськогосподарської техніки. Враховуючи специфіку обліку палива, в Україні доцільно планувати та проводити технічне обслуговування тракторів, орієнтуючись на обсяг спожитого палива в літрах. У випадках, коли місячна витрата палива є меншою за встановлений інтервал між ТО, наступне планове обслуговування проводиться не рідше одного разу на місяць.

Експлуатація машини без належного та своєчасного технічного обслуговування є неприпустимою.

Технічне обслуговування в процесі експлуатації включає етапи підготовки до роботи, безпосередньо під час виконання технологічних операцій та після їх завершення.

Рекомендується проводити щозмінне технічне обслуговування до початку робочої зміни або безпосередньо в її процесі (після 7-10 годин роботи).

Сезонне технічне обслуговування тракторів слід проводити при стійкому підвищенні середньодобової температури повітря вище +5 °С, поєднуючи його з черговим плановим ТО.

Технічне обслуговування машин, що експлуатуються в складних умовах (пустеля, високогір'я, низькі температури, кам'янисті, заболочені та піщані ґрунти), має здійснюватися з урахуванням специфіки цих умов.

При підготовці техніки до тривалого зберігання технічне обслуговування необхідно провести не пізніше ніж через 10 днів після завершення її експлуатації. Періодичність подальшого обслуговування залежить від умов зберігання: 1 раз на місяць при зберіганні на відкритому повітрі або під навісом та 2 рази на місяць при зберіганні в закритому приміщенні.

Після вилучення техніки зі зберігання відповідне технічне обслуговування слід провести не пізніше ніж за 15 днів до початку її подальшого використання.

Технічне обслуговування сільськогосподарської техніки під час її зберігання регламентується відповідними вимогами державних стандартів (ДСТУ).

Зазначена система технічного обслуговування може базуватися на наступних основних стратегіях технічного обслуговування та ремонту:

- Реактивне обслуговування: виконання робіт за фактом виникнення несправності (обслуговування "за необхідністю").
- Проактивне (заплановане) обслуговування: виконання регламентованих операцій на основі попередньо визначених критеріїв, таких як наробіток у мотогодинах, календарний час або обсяг спожитого палива.
- Обслуговування за станом (діагностичне обслуговування): прийняття рішень про необхідність проведення ТО або ремонту на основі результатів регулярного або постійного моніторингу технічного стану обладнання (діагностики).

- Комбінована стратегія: поєднання елементів різних стратегій, коли частина операцій виконується планово, а частина – за результатами діагностики або за необхідністю.

2.3 Аналіз існуючої системи технічного обслуговування машинно-тракторного парку

Згідно з актуалізованими державними стандартами, періодичність виконання технічного обслуговування та ремонту тракторної техніки в процесі її експлуатації регламентується окремими нормативами. Варто зазначити, що частота обслуговування інших сільськогосподарських агрегатів визначається маркою машини та детально прописується у відповідному додатку А до нормативної документації.

В агропромислових підприємствах, що займаються експлуатацією та обслуговуванням тракторної та іншої сільськогосподарської техніки, обов'язковим є щоденний облік часу їхньої роботи. Цей облік ведеться як сумарний показник експлуатації як нової, так і відновленої техніки.

З метою оптимізації планування та організації заходів з технічного обслуговування, важливим є облік спожитого палива. Сумарний обсяг використаного пального є більш точним індикатором навантаження на вузли та агрегати машини та прямо пропорційний обсягу виконаних робіт. Незважаючи на наявність вбудованих лічильників мотогодин у тракторах та комбайнах, їх функціонування не завжди є стабільним, а отримані дані часто не фіксуються в бухгалтерській документації.

Облік напрацювання комбайнів та іншої самохідної сільськогосподарської техніки може також здійснюватися у фізичних гектарах обробленої площі або інших релевантних одиницях виміру.

Щодо комбінованої та іншої складної сільськогосподарської техніки, планове технічне обслуговування ТО-2 повинно проводитися при напрацюванні понад 300 годин за сезон. У випадках незначного сезонного

навантаження, виконання ТО-2 рекомендується поєднувати з підготовкою машини до тривалого зберігання. Детальні норми експлуатації та періодичність технічного обслуговування наведені у відповідних додатках А та Б до чинних стандартів.

2.4 Розрахунок програми технічного обслуговування та ремонту

Для здійснення розрахунків програми технічного обслуговування та ремонту ключовим є визначення кількісного складу машинно-тракторного парку підприємства. Інформація про склад машинно-тракторного парку конкретного господарства та дані про їхнє напрацювання представлені в таблиці 1.2

Визначення планової кількості ремонтів та технічних обслуговувань тракторів за видами робіт

Розрахунок потреби в капітальних ремонтах (КР) здійснюється за формулою

$$N_k = \frac{N_p \cdot n}{M_k}$$

де:

N_k – планова кількість капітальних ремонтів для певної марки трактора;

N_p – річне планове навантаження на трактор даної марки (у кілограмах витраченого палива);

n – кількість тракторів даної марки в господарстві;

M_k – середній наробіток трактора до чергового капітального ремонту (у кілограмах витраченого палива).

$$N_{k \text{ МТЗ}} = \frac{14200 \cdot 4}{50400} = 1,1шт \text{ приймаємо } 1.$$

Розрахунок потреби в поточних ремонтах (ПР) визначається за формулою

$$N_{\Pi} = \frac{N_p \cdot n}{M_{\Pi}} - N_k$$

де:

N_{Π} – планова кількість поточних ремонтів для певної марки трактора;

M_{Π} – середній наробіток трактора до чергового поточного ремонту (у кілограмах витраченого палива).

$$N_{\Pi \text{ мтз}} = \frac{14200 \cdot 4}{16800} - 1 = 2,4 \text{шт} \quad \text{приймаємо } 2.$$

Розрахунок потреби в технічному обслуговуванні №3 (ТО-3) здійснюється за формулою

$$N_{\text{ТО-3}} = \frac{N_p \cdot n}{M_{\text{ТО-3}}} - (N_k + N_{\Pi})$$

де:

$N_{\text{ТО-3}}$ – планова кількість технічних обслуговувань

№3 для певної марки трактора;

$M_{\text{ТО-3}}$ – середній наробіток трактора до чергового технічного обслуговування №3 (у кілограмах витраченого палива).

$$N_{\text{ТО-3 мтз}} = \frac{16200 \cdot 6}{8400} - (2 + 4) = 5,6 \text{шт} \quad \text{приймаємо } 6.$$

Розрахунок потреби в технічному обслуговуванні №2 (ТО-2) буде розглянуто в наступному підрозділі.

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{N_p \cdot n}{M_{\text{ТО-2}}} - (N_k + N_{\Pi} + N_{\text{ТО-3}})$$

де

$M_{\text{ТО-2}}$ – середній наробіток трактора до чергового технічного обслуговування №2 (у кілограмах витраченого палива).

$$N_{\text{ТО-2 мтз}} = \frac{14200 \cdot 4}{4200} - (1 + 2 + 4) = 6,5 \text{шт} \quad \text{приймаємо } 7.$$

Розрахунок потреби в технічному обслуговуванні №1 (ТО-1) здійснюється за формулою

$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{N_p \cdot n}{M_{\text{ТО-1}}} - (N_k + N_{\text{п}} + N_{\text{ТО-3}} + N_{\text{ТО-2}})$$

де $M_{\text{ТО-1}}$ – середній наробіток трактора до чергового технічного обслуговування №1 (у кілограмах витраченого палива).

$$N_{\text{ТО-1 МТЗ}} = \frac{14200 \cdot 4}{1050} - (1 + 10 + 1 + 2) = 40 \text{шт} \quad \text{приймаємо } 40.$$

Розрахунок потреби в сезонних обслуговуваннях здійснюється за формулою

$$N_{\text{СТО}} = N_{\text{ТО-3}} \cdot 2$$

де

$N_{\text{СТО}}$ – кількість сезонних обслуговувань на рік. Множник 2 враховує проведення сезонного обслуговування двічі на рік (весна та осінь).

$$N_{\text{СТО МТЗ}} = 10 \cdot 2 = 20 \text{шт} \quad \text{приймаємо } 20.$$

Розрахунок числа ремонтів і номерних технічних обслуговувань по автомобілям

Кількість капітальних ремонтів (КР) для автомобілів розраховується за формулою

$$N_k = \frac{N_p \cdot n}{M_k}$$

де:

N_p – планове річне навантаження на автомобіль (тис. км пробігу); n – кількість автомобілів даної марки (шт.);

M_k – наробіток автомобіля до чергового капітального ремонту (тис. км пробігу).

Кількість поточних ремонтів (ПР) для автомобілів розраховується за формулою

$$N_{\text{П}} = \frac{N_{\text{р}} \cdot n}{M_{\text{ТО-2}}} - N_{\text{к}}$$

Де

$M_{\text{ТО-2}}$ – наробіток автомобіля до технічного обслуговування №2 (тис. км пробігу).

ЗІЛ: $N_{\text{к}} = \frac{130 \cdot 4}{250} = 2,08$ шт. Приймаємо 3 капітальних ремонти.

ГАЗ: $N_{\text{к}} = \frac{39 \cdot 3}{257} = 0,45$ шт. Приймаємо 1 капітальний ремонт.

Кількість технічних обслуговувань №2 (ТО-2) для автомобілів розраховується за формулою

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{N_{\text{р}} \cdot n}{M_{\text{ТО-1}}} - (N_{\text{к}} + N_{\text{П}})$$

де

$M_{\text{ТО-1}}$ – наробіток автомобіля до технічного обслуговування №1 (тис. км пробігу).

ЗІЛ: $N_{\text{ТО-2}} = \frac{130 \cdot 4}{2,8} - (3 + 11) = 185,7 - 14 = 171,7$ шт. Приймаємо 38 ТО-2.

ГАЗ: $N_{\text{ТО-2}} = \frac{39 \cdot 3}{2,8} - (1 + 11) = 41,8 - 12 = 29,8$ шт. Приймаємо 43 ТО-2.

Сезонні обслуговування автомобілів: Проводяться 2 рази на рік для кожної одиниці техніки. Тому для всіх наявних автомобілів кількість сезонних обслуговувань становить:

ЗІЛ: $4 \cdot 2 = 8$ шт.

ГАЗ: $3 \cdot 2 = 6$ шт.

Розрахунок загальної трудомісткості ремонтних робіт у майстерні проводиться за відповідними формулами, враховуючи різні види ремонтів та обслуговування. Загальна річна трудомісткість ремонтних робіт для тракторів визначається шляхом підсумовування трудовитрат на капітальні та поточні ремонти, а також технічне обслуговування різних рівнів. Наприклад,

для трактора ДТ-75 загальна трудомісткість становить 1032,4 людино-години.

Аналогічний підхід застосовується для розрахунку трудовитрат на ремонт автомобілів, комбайнів та сільськогосподарських машин. Наприклад, для автомобіля ЗІЛ-130 трудомісткість визначається через сукупність ремонтних робіт, однак у наданих даних бракує значень для завершення розрахунку. Для комбайнів Claas і КСК-100 обчислення виконано, і загальна трудомісткість складає відповідно 302 і 896,4 людино-години.

Загальна сумарна трудомісткість усіх ремонтних робіт у майстерні становить 9573 людино-години, з яких окремі види робіт, такі як ремонт обладнання, виготовлення запасних частин, ремонт пристроїв і загальне обслуговування, займають певні відсотки. Після врахування всіх додаткових робіт остаточний показник трудомісткості ремонтної майстерні складає 12 511 людино-годин.

2.5 Річний план ремонтно-обслуговуючих робіт є ключовим інструментом для оцінки загальної трудомісткості в людино-годинах, необхідної для виконання різних видів ремонтних і сервісних заходів. Розподіл трудових витрат здійснюється у відсотковому співвідношенні, що дає змогу точно розрахувати завантаження ремонтних потужностей. Детальний річний графік виконання робіт представлений у додатку В до проєкту.

Згідно з літературними джерелами, трудомісткість періодичних обслуговувань нескладної сільськогосподарської техніки коливається в межах 0,35–0,45 від трудомісткості планових технічних обслуговувань (ТО-1, ТО-2, ТО-3) тракторної техніки. Це враховує спрощену конструкцію та менший обсяг робіт, необхідних для підтримки агрегатів у робочому стані.

Для ефективного реагування на дрібні несправності, що виникають у процесі експлуатації машинно-тракторного парку та виявляються під час

технічного обслуговування, рекомендується збільшити сумарну планову трудомісткість тракторного обслуговування на 15–20%. Цей резерв часу дає змогу оперативно усувати непередбачені поломки та підтримувати техніку в належному стані.

На основі даних про поточний технічний стан кожної одиниці тракторного парку, обсягів запланованих робіт на рік і місяць, встановленої періодичності технічного обслуговування та необхідності ремонтів можна розробити детальний річний план-графік обслуговування та ремонту техніки.

Процес складання такого плану складається з двох ключових етапів:

1. Формування річних планів технічного обслуговування та ремонту для кожної моделі трактора. На цьому етапі визначаються конкретні місяці проведення планових ТО різних рівнів та прогнозованих ремонтних робіт (як поточних, так і капітальних), спираючись на попередньо розраховану потребу та встановлені нормативи періодичності.

2. Об'єднання індивідуальних планів у зведений річний графік. Завдяки цьому загальному плану можна оптимально розподілити навантаження на сервісну службу протягом року, уникнути одночасного проведення однотипних робіт та раціонально використовувати ресурси.

Візуалізація річного плану технічного обслуговування та ремонту для кожної марки трактора здійснюється у вигляді графіка, побудованого в прямокутній системі координат та доповненого таблицею.

- Горизонтальна вісь (X) – містить часову шкалу з поділом на місяці поточного року.
- Вертикальна вісь (Y) – відображає марки та інвентарні номери тракторів, що експлуатуються в господарстві.

Структура сервісної служби агропідприємства є динамічною і залежить від багатьох факторів, насамперед від розміру господарства, що зумовлює різницю в функціональних обов'язках персоналу на різних рівнях. У невеликих фермерських господарствах часто спостерігається поєднання

ролей, де керівник може виконувати функції організатора та технічного фахівця. На великих агропідприємствах, навпаки, відбувається чіткий поділ праці, і технологічними питаннями займаються окремі спеціалісти.

Спостерігається тенденція до зміни ролі ключових інженерно-технічних працівників (головних та старших спеціалістів), які здійснюють контроль за інженерами та техніками. Вони все більше зосереджуються на плануванні, управлінні та координації робіт, поступово відходячи від безпосереднього виконання ремонтних та обслуговуючих операцій. Таким чином, організаційна структура сервісної служби є унікальною для кожного типу господарства та його виробничої структури, що унеможливорює створення універсальної посадової інструкції для інженерно-технічного персоналу. Посадові інструкції повинні розроблятися на основі типових положень з урахуванням специфічних умов та організаційних схем конкретного підприємства.

Ремонтна бригада, як правило, є найбільш чисельною серед механізаторів агропідприємств після автомобільної ремонтної служби. До її складу входять керівники інженерно-технічної служби (завідувач майстерні, інженер-контролер, інженер з ремонту, нормувальник), обліковий персонал (бухгалтер), кваліфіковані робітники (слюсарі, токарі тощо) та завідувач складу запасних частин.

Служба технічного обслуговування на агропідприємстві може складатися з головного інженера, інженера з експлуатації машинно-тракторного парку, інженера з ремонту, автомеханіків, керівника майстерні, бригадирів і механіків тракторних бригад, майстрів-наладчиків, слюсарів-сантехніків, бухгалтерів та операторів заправних станцій.

Основним завданням сервісної служби є забезпечення працездатності всього парку сільськогосподарської техніки, включаючи трактори, комбайни та інші агрегати, шляхом своєчасного та якісного проведення ремонтів і технічного обслуговування. Пріоритетом є здійснення технічного

обслуговування всієї наявної техніки власними силами та засобами, що є економічно вигідним.

Найпростіші операції з технічного обслуговування машин виконуються безпосередньо трактористами-машиністами, тоді як складніші роботи, що потребують спеціалізованого обладнання та кваліфікації, здійснюються спеціалізованими підрозділами, оснащеними діагностичною апаратурою. Розподіл робіт між членами сервісної служби відбувається з урахуванням їхньої кваліфікації та наявного обладнання.

Одним із методів контролю якості налаштування машини перед проведенням планового технічного обслуговування є її заправка з обліком граничних норм витрати пального. Процес заправки контролюється головним налагоджувальником, а облік здійснюється бухгалтером паливно-мастильних матеріалів. За результатами контролю проводяться необхідні регулювання та інші операції технічного обслуговування.

При організації зберігання сільськогосподарської техніки на майданчиках необхідно враховувати кількість та габаритні розміри шин, а відстань між рядами машин повинна становити 6...12 метрів. Між окремими одиницями техніки необхідно передбачити проміжок 0,4...1,5 метра. Крім того, слід виділити 5-10% додаткової резервної площі для розміщення нової техніки, що може надійти в господарство.

Площа станції зовнішнього очищення техніки визначається виходячи з габаритів найбільшої машини в парку. Регулювальний майданчик призначений для вільного встановлення та регулювання комбайнів і тракторів з навісними або причіпними знаряддями. Ремонтна майстерня повинна мати достатньо площі для одночасного проведення ремонтних робіт з комбайнами та тракторами, як з навісним, так і з причіпним обладнанням.

Відповідальність за організацію та підготовку процесу зберігання техніки покладається на керівництво агропідприємства та відповідні структурні підрозділи. Усі поточні роботи, пов'язані з обслуговуванням і

підготовкою техніки до зберігання, виконуються сервісною службою господарства під керівництвом головного інженера.

Постановка машин на зберігання здійснюється механізатором за участі слюсаря машинного двору або майстра-наладчика. Вони також відповідають за періодичне технічне обслуговування під час тривалого зберігання та підготовку техніки до експлуатації чи ремонту.

Стан техніки, що зберігається у приміщеннях, перевіряється кожні два місяці, а для машин, розміщених на відкритих майданчиках або під навісами, контроль здійснюється щомісяця або одразу після несприятливих погодних умов.

Після очищення на спеціальному майданчику машини транспортують до ремонтної зони для усунення пошкоджень, фарбування та нанесення захисного покриття. Підготовлена техніка встановлюється на місце тривалого зберігання, а з машин, що розміщені на відкритих ділянках, знімаються агрегати, вузли, деталі та інструменти, які потребують складського зберігання.

Запасні частини розміщуються у стаціонарному пункті технічного обслуговування або у спеціально обладнаному приміщенні машинного двору. Склад поділяється на три ізольовані секції: для акумуляторних батарей, демонтованих агрегатів і деталей та інструментів. Всі секції мають відповідне обладнання для зручного розміщення та обліку матеріалів.

Протягом періоду зберігання акумуляторні батареї щомісяця перевіряються на рівень і щільність електроліту, а за потреби проводиться їх підзарядка. Шини, змонтовані на дисках, кожні два місяці перевертаються, а ті, що зберігаються окремо, переміщуються на пів оберту на спеціальних кронштейнах.

Для ефективної підготовки техніки до осінньо-зимового зберігання рекомендується проводити термічну консервацію відразу після завершення

польових робіт. Це дозволяє організувати технологічні лінії для підготовки зернозбиральних комбайнів, ґрунтообробної та посівної техніки.

Конфігурація технологічної лінії має бути спроектована так, щоб забезпечити завершення підготовчих робіт протягом десяти днів після завершення польових операцій. Важливими факторами ефективності є рівень механізації робіт із очищення, консервації та постановки техніки на зберігання, а також наявність необхідного обладнання та інструментів.

РОЗДІЛ 3 КОНСТРУКЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1. Обґрунтування необхідності конструкторської розробки

Проектування нового обладнання повинно відповідати низці ключових вимог, серед яких:

- Збільшення продуктивності праці оператора.
- Забезпечення можливості виготовлення розробленого пристрою в умовах ремонтної майстерні господарства.
- Безумовне дотримання нормативів з безпеки праці та промислової гігієни під час експлуатації та виробництва.
- Покращення якісних показників виконуваних технологічних операцій.
- Мінімізація собівартості виробництва розробленого обладнання.
- Забезпечення прийняттого терміну окупності інвестицій у розробку та виробництво, що не перевищує трьох років.

В рамках даного дипломного проєкту пропонується розробка пневматичного калібратора – спеціалізованого пристрою, призначеного для оперативного контролю герметичності циліндро-поршневої групи (ЦПГ) двигунів внутрішнього згоряння без необхідності їх демонтажу. Застосування даного приладу дозволить оцінити герметичність усього об'єму камери згоряння.

Ефективний стан циліндро-поршневої групи двигуна є критично важливим фактором для забезпечення оптимальних експлуатаційних характеристик транспортного засобу. Практичний досвід свідчить, що при справній ЦПГ середній час, витрачений на запуск двигуна протягом кожної робочої зміни, не перевищує 1-2% від загального часу простою техніки, а витрата палива під час руху автомобіля може бути знижена на 8-10%. У випадку несправності ЦПГ ускладнюється процес запуску двигуна, зростає споживання палива та мастильних матеріалів. Найчастіше подібні ускладнення пов'язані з функціонуванням основних елементів ЦПГ, а саме

циліндра, поршня та поршневих кілець. Традиційно, ступінь зносу деталей ЦПГ визначається лише після демонтажу двигуна та дефектування окремих компонентів, що призводить до тривалого виведення автомобіля з експлуатації.

Визначення технічного стану поршневої групи циліндра може бути оперативно здійснене шляхом вимірювання відносних витоків повітря за допомогою пневматичного калібратора. Принцип дії такого пристрою базується на вимірюванні сумарного зазору витoku в зоні сполучення деталей, що виникає внаслідок наявної несправності, та проявляється у вигляді падіння тиску повітря.

В даному дипломному проєкті пропонується розробка пневматичного калібратора, адаптованого для проведення діагностичних робіт на сільськогосподарських машинах, зокрема причіпних візках та тракторах. Однією з ключових переваг розробленого пристрою є його відносно проста конструкція, що забезпечує можливість його виготовлення безпосередньо в умовах ремонтної майстерні фермерського господарства.

3.2. Аналіз існуючих конструкцій пристосувань

У практиці діагностування різноманітних агрегатів досить широко застосовуються пневматичні пристрої. Як приклад, для діагностики паливних насосів високого тиску (ПНВТ) використовується прилад моделі НИИАТ-527Б [11], ілюстрація якого наведена на рисунку. Діагностування ПНВТ за допомогою даного приладу полягає у визначенні фактичного тиску, що розвивається насосом, а також у перевірці герметичності його клапанних елементів безпосередньо на транспортному засобі, без необхідності його демонтажу.



Рисунок 3.1 - Манометр для вимірювання тиску

Перед діагностикою паливного насоса слід прогріти двигун до штатної робочої температури, після чого його вимикають. Далі від'єднується паливна магістраль карбюраторного бензонасоса, а до штуцера карбюратора приєднується шланг діагностичного пристрою, з'єднаний із паливопроводом від бензонасоса.

Після відкручування регулювальної голки штуцера приладу на 2-3 оберти виконується короткочасний запуск двигуна, що забезпечує мінімальні оберти колінчастого вала. Показник тиску, який створює паливний насос, фіксується манометром, встановленим на діагностичному приладі.

На наступному етапі регулювальна голка крана повністю загвинчується, двигун вимикається, і протягом 30 секунд за показниками манометра визначається падіння тиску в системі. Якщо за цей період зниження не перевищує 0,01 МПа, це свідчить про герметичність клапана паливного насоса та його справність.

Далі регулювальну голку знову відкручують, запускають двигун, і після роботи протягом 10-15 секунд фіксують падіння тиску ще протягом 30 секунд. Отримані значення порівнюють із попереднім результатом. Якщо при

повторних вимірюваннях падіння тиску зростає, це може свідчити про витік паливного клапана поплавкового механізму карбюратора, що призводить до надмірного рівня палива в його камері.

У випадку, якщо паливний насос не забезпечує необхідного тиску або виявлені витіки з нижньої частини його корпусу, проводиться демонтаж насоса для подальшої детальної перевірки та ремонту.

Однак, слід зазначити, що описаний вище прилад має обмеження у своєму застосуванні та не може бути використаний для діагностики циліндро-поршневої групи двигуна.

Для оцінки працездатності циліндро-поршневої групи зазвичай застосовуються компресометр (датчик компресії) та спеціальні пристрої для вимірювання надлишкового тиску в картері двигуна.

Діагностика кривошипно-шатунного та газорозподільного механізмів проводиться на спеціалізованому стенді Д-2, а також на стендах для оцінки тягово-економічних якостей автомобіля у випадках виявлення зниження його тягових характеристик.

В умовах автотранспортних підприємств (АТП) найчастіше використовуються наступні методи діагностики двигуна на стенді Д-2: визначення величини тиску в кінці такту стиснення, вимірювання розрідження у впускному трубопроводі та визначення тиску в випускному трубопроводі.

Величина компресії є важливим діагностичним параметром, що відображає герметичність циліндрів двигуна та характеризує стан таких елементів, як циліндри, поршні, поршневі кільця та клапани. Для вимірювання компресії використовується компресометр (датчик стиснення), схема якого наведена на рисунку 3.2 [12]. Даний прилад оснащений фіксуєчими стрілками для зручності зняття показань, шкалою для карбюраторних двигунів з верхньою межею вимірювання до 1,5 МПа та

окремим манометром для дизельних двигунів з діапазоном вимірювання до 10 МПа, а також пристроєм для запису показань компресії (компресографом).

Процедура перевірки компресії в карбюраторному двигуні передбачає виконання наступних кроків: двигун попередньо прогрівається до робочої температури в межах 70-80°C, після чого його глушать. Гумовий наконечник компресометра щільно вставляється в отвір свічки циліндра, що підлягає перевірці. Потім за допомогою стартера здійснюється прокручування колінчастого вала двигуна протягом 10-15 обертів, після чого фіксуються показання манометра компресометра. Для технічно справного карбюраторного двигуна величина компресії повинна знаходитися в діапазоні 0,74-0,80 МПа. Гранично допустиме значення компресії становить 0,65 МПа.

Для забезпечення точності результатів перевірка компресії проводиться 2-3 рази для кожного циліндра. Важливою умовою є те, що різниця між показаннями компресометра для різних циліндрів не повинна перевищувати 0,07-0,1 МПа.

У випадку виявлення відхилень від норми для визначення причини несправності в отвір свічки циліндра заливається невелика кількість моторного масла, після чого процедура перевірки компресії повторюється. Якщо після додавання масла показання компресометра значно збільшуються, це свідчить про наявність витоку повітря через поршневі кільця (їх знос або пошкодження). Якщо ж показання компресометра залишаються практично незмінними, то найбільш вірогідними причинами зниженої компресії є нещільне прилягання клапанів до своїх сідел, прогорання крайок тарілок



клапанів або пошкодження самих сідел клапанів.

Рисунок 3.2 - Регулятор тиску

Ще одним поширеним приладом для діагностики циліндро-поршневої групи є пневмотестер моделі К-272. Його конструкція включає блок живлення, що містить редуктор тиску та фільтр тонкого очищення повітря. Показчик об'єднує в собі дроселюючий елемент (дросель), манометр для вимірювання тиску та швидкокорознімні муфти 3 і 5 для підключення до пневматичної системи. З'єднання між блоком живлення та показчиком здійснюється за допомогою гнучких повітропроводів та полівінілхлоридних трубок з внутрішнім діаметром 8 мм. До комплекту приладу також входять спеціальний штуцер для приєднання до циліндра двигуна через свічковий отвір, сигналізатор контролю моменту початку такту стиску та контрольний дросель для перевірки працездатності самого приладу.

Встановлений в блоці живлення редуктор тиску моделі РДФ-32 забезпечує можливість регулювання тиску повітря в діапазоні від 0,25 до 0,8 МПа (що відповідає 2,5 до 8 кгс/см²). Для підвищення точності вимірювань показчик приладу оснащений каліброваним дроселем, виконаним у вигляді корундової втулки з внутрішнім діаметром отвору 1,2 мм. Робочий тиск стисненого повітря, що подається в пневмотестер, регулюється вентилем редуктора на рівні 0,16 МПа.

Оцінка герметичності діагностованого циліндра визначається за величиною падіння тиску на дроселі показчика 2, яка прямо пропорційна об'єму повітря, що витікає через наявні нещільності в циліндрі. Локалізацію конкретних місць витоків повітря можна здійснити за характерним шиплячим звуком, використовуючи для цього медичний стетоскоп (при цьому рекомендується збільшити тиск стисненого повітря, що подається в циліндри, до 0,3-0,4 МПа).

Ще одним методом діагностики стану циліндро-поршневої групи двигунів внутрішнього згоряння є вимірювання об'єму газів, що

прориваються в картер двигуна під час його роботи на різних режимах. Найчастіше вимірювання проводять при максимальній частоті обертання колінчастого вала під навантаженням. Для створення таких умов провідні колеса автомобіля встановлюються на бігові барабани спеціального стенду, що дозволяє імітувати різні режими роботи двигуна. Однак даний метод не набув широкого поширення в умовах серійного виробництва та переважно використовується в лабораторних дослідженнях при випробуваннях нових конструкцій двигунів. Для кількісного вимірювання газів, що прориваються в картер, застосовується спеціальний індикатор моделі КИ–13671–ГОСНИТИ.

3.3. Опис конструкції та принципу її роботи

Розроблений пневматичний калібратор призначений для діагностики герметичності циліндро-поршневої групи двигунів внутрішнього згоряння. Він складається з таких основних елементів:

- Камера постійного тиску
- Камера змінного тиску
- Редуктор тиску

Камери постійного та змінного тиску з'єднані через спеціальні фітинги та набір змінних калібрувальних шайб із отворами різного діаметру. Площа калібрувального отвору кожної шайби обирається відповідно до рівня герметичності діагностованого циліндра.

Камера змінного тиску герметично з'єднується з циліндром двигуна через гумову насадку та фітинг, що встановлюється у свічковий отвір. Після попереднього регулювання керуючого фітинга пристрій отримує стиснене повітря від компресорної установки.

За допомогою редуктора в камері постійного тиску встановлюється контрольний тиск 0,72 МПа, який перевіряється вбудованим манометром. Під час подачі цього тиску в циліндр оцінка його стану здійснюється за

показниками манометра у камері змінного тиску: чим нижчий тиск, тим більші витоки повітря, що свідчить про незадовільний стан ЦПГ.

Для забезпечення можливості кількісної оцінки витоків повітря в циліндрах на основі показань манометра розробляються спеціальні калібрувальні криві. Ці криві будуються для кожного з трьох передбачених розмірів змінних калібрувальних шайб з діаметрами отворів 2, 3 та 5 мм. Наявність такого набору шайб дозволяє проводити діагностику двигунів з різним ступенем зносу ЦПГ. Для діагностики циліндрів з незначними витоками слід використовувати змінну шайбу з меншим діаметром отвору, а для циліндрів зі значними витоками – шайбу з більшим діаметром.

Одним із можливих недоліків запропонованої конструкції є ризик отримання неточних результатів діагностики при подачі повітря в циліндр під тиском нижче 0,72 МПа. У такій ситуації поршневе кільце може не забезпечити достатньо щільне прилягання до нижньої опорної поверхні канавки поршня, що призведе до підвищеного витoku повітря та, відповідно, до неправильного висновку про суттєвий знос ЦПГ.

Для забезпечення належного прилягання поршневого кільця до нижньої опорної поверхні необхідно створити в циліндрі тиск, максимально наближений до показника компресорної установки (у цьому випадку – 1,5 МПа).

Щоб усунути цей недолік, у проєкті передбачено модернізацію конструкції пневматичного калібратора шляхом додавання лінії продувки циліндрів. Вона включає спеціальний фітинг, сопло та розподільник повітря, які інтегруються у пристрій. Через систему фітингів і форсунок продувна лінія одним кінцем з'єднується з повітропроводом перед редуктором тиску, а її виходи підключаються до камери змінного тиску та розподільника, що з'єднується з діагностованим циліндром.

Завдяки такій схемі підключення поршневе кільце можна зафіксувати у робочому положенні перед початком вимірювань, що значно підвищує точність і достовірність діагностики.

3.4. Обґрунтування параметрів пружин

Формула для обчислення площі:

$$S_1 = \frac{\pi \cdot D_k^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,01^2}{4} = 0,785 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Розрахунок площі гумової мембрани

Аналогічно розраховуємо площу мембрани:

$$S_1 = \frac{\pi \cdot d_m^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,11^2}{4} = 4,9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Розрахунок площі отвору запираючого клапана

Різниця площ між отвором клапана та штоком визначається так:

$$S_3 = S_0 - S_{шт} = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} - \frac{\pi \cdot d_{шт}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,005^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 0,002^2}{4} = 0,165 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

d – розмір отвору, м

d - діаметр штока клапана, м.

Визначення зусиль, що діють на пружини

На основі цих розрахунків, необхідно оцінити жорсткість пружини для забезпечення стабільної роботи редуктора. Вона повинна бути достатньо пружною та міцною для підтримки заданого діапазону тисків.

Якщо потрібно додатково розрахувати жорсткість пружини чи її параметри, повідомте необхідні характеристики!

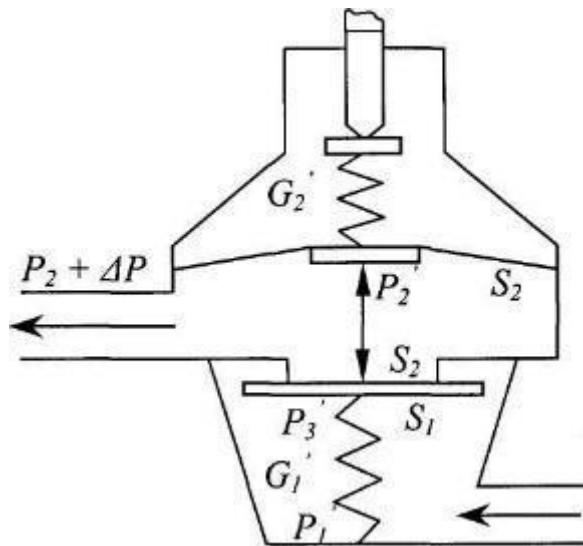


Рисунок 3.3 - Регулятор тиску

На рисунку показано, які сили впливають на закритий клапан редуктора тиску. Сили стискання запірної (G_1) та регулювальної (G_2) пружин діють на закриття клапана. Тиск повітря (P_1) тисне на клапан, а тиск повітря (P_2 , який також показує манометр) та (P_3) діють на мембрану. S_1 та S_2 – це площі клапана та мембрани відповідно.

За умови, що шток механізму перебуває у стані рівноваги при закритому клапані, складемо відповідне рівняння балансу сил.

$$P_1 + G_1 + P_2 + P_3 + G_2 = 0$$

$$P_1 = P \cdot S_1 = (1,5 \cdot 10^6) \cdot (0,785 \cdot 10^{-4}) = 78,5 \text{ Н}$$

$$P_2 = (P + *P_2) \cdot S_2 = (0,72 \cdot 10^6 + 1,46 \cdot 10^6) \cdot 4,9 \cdot 10^{-4} = 186 \text{ Н}$$

$$P_3 = (P_2 + *P_2) \cdot S_2 = (0,72 \cdot 10^6 + 1,46 \cdot 10^6) \cdot 0,165 \cdot 10^{-4} = 6,26 \text{ Н}$$

$$G_2 = G_{2\text{max}} = P_1 + P_2 - P_3 = 78,5 + 186 - 6,26 = 258,2 \text{ Н}$$

На рисунку зображено сили, що впливають на клапан редуктора тиску в момент його відкриття. Сили стискання запірної (G_1) та регулювальної (G_2) пружин тепер відповідають їхньому стану при відкритому клапані. Тиск

повітря (P_1) діє на клапан, а тиск повітря (P_2 , який показує манометр) та (P_3) впливають на мембрану. S_1 та S_2 – це площі клапана та мембрани.

За умови рівноваги штока механізму, коли клапан перебуває у відкритому положенні, запишемо відповідне рівняння балансу сил.

$$P_1 - G_1 + P_2 - P_3 - G_2 = 0$$

$$\text{Тут } P_1 = P_1 = 78,5 \text{ Н}$$

$$P_2 = (P + *P_2) \cdot S_2 = (0,72 \cdot 10^6 + 1,46 \cdot 10^6) \cdot 4,9 \cdot 10^{-4} = 186 \text{ Н}$$

$$P_3 = (P_2 + *P_2) \cdot S_2 = (0,72 \cdot 10^6 + 1,46 \cdot 10^6) \cdot 0,165 \cdot 10^{-4} = 6,26 \text{ Н}$$

Таким чином, сила, яку створює запірня пружина, становитиме:

$$G_1 = k_1 \cdot (x_0 + x)$$

де:

k_1 – жорсткість запірної пружини;

x_0 – початкове стискання запірної пружини в закритому положенні клапана;

x – додаткове стискання (або розтискання, якщо x від'ємне) пружини при відкриванні клапана.

Аналогічно, зусилля регулювальної пружини становитиме:

$$G_1 = G_{1\text{max}} = P_1 + P_2 - P_3 = 78,5 + 186 - 6,26 = 258,2 \text{ Н}$$

Підставляючи ці вирази в рівняння рівноваги для відкритого клапана (з попередньої відповіді):

Це рівняння описує баланс сил, що діють на шток механізму редуктора в момент, коли клапан знаходиться у відкритому положенні. З цього рівняння можна аналізувати залежність між тисками, силами пружин та переміщенням елементів механізму.

Для пружин, які працюватимуть з помірними навантаженнями, доцільно використовувати холоднокатаний пружинний дріт з високоміцної

сталі марки 8AE-1350. Згідно з державним стандартом (ГОСТ), його позначення виглядає так: дріт-ІІІ-2.00 ДСТУ ISO 8458-2.

Для визначення ключових параметрів пружини необхідно розрахувати навантаження, яке спричиняє напругу в матеріалі пружини на рівні $9,8 \times 10^7 \text{ Н/м}^2$. Це навантаження визначається за наступним співвідношенням:

$$P_{10} = \frac{9,8 \cdot 10,7}{[\tau]} \cdot G_{\min}$$

Підставляючи значення у вираз отримаємо

$$P_{10} = \frac{9,8 \cdot 10,7}{3,37 \cdot 10^8} \cdot 258,2 = 75 \text{ Н}$$

$$P_{10} = \frac{9,8 \cdot 10,7}{3,37 \cdot 10^8} \cdot 267,8 = 79 \text{ Н}$$

Виходячи з розрахованого навантаження, обґрунтуємо ключові параметри регулювальної та запірної пружин.

Для регулювальної пружини при навантаженні $P_{10} = 75 \text{ Н}$:

Опираючись на отримані значення та розроблену схему прикладених до пружини сил, виконаємо подальші уточнюючі розрахунки. Зокрема, визначимо максимальне напруження, що виникає в поперечному перерізі витків пружини.

$$\tau_{\max} = \frac{8 \cdot k \cdot G_{\max} \cdot D}{\pi \cdot d^2}$$

$$l = \frac{0,020}{0,004} = 5 \quad k=1,29$$

$$l_1 = \frac{0,020}{0,004} = 5 \quad k=1,29$$

$$\tau_{\max} = \frac{8 \cdot 1,29 \cdot 258,2 \cdot 0,020}{3,14 \cdot 0,004^2} = 2,64 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2$$

$$\tau_{1\max} = \frac{8 \cdot 1,29 \cdot 267,8 \cdot 0,020}{3,14 \cdot 0,004^2} = 2,74 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2$$

$$\tau_{\max} = 2,64 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2 < [\tau] = 3,37 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2$$

$$\tau_{1\max} = 2,74 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2 < [\tau] = 3,37 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2$$

Далі уточнюємо кількість робочих витків пружини:

$$i = \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{10} \frac{G_{\max}}{9,8 \cdot 10^{-7}}}$$

$$i = \frac{0,010}{0,3 \cdot 10^{-3} \frac{258,2}{98}} = 12,5$$

$$i_1 = \frac{0,010}{0,3 \cdot 10^{-3} \frac{267,8}{98}} = 12,2$$

Для забезпечення надійної опорної поверхні кожне кільце пружини оснащується 0,75 опорних витків. Ці витки частково пришліфовуються в площині, перпендикулярній осі пружини. Таке рішення запобігає пошкодженню опорної поверхні пружини під час її експлуатації.

$$i = 12,5 + (2 \cdot 0,75) = 14 \text{ витків ,}$$

$$i_1 = 12,2 + (2 \cdot 0,75) = 13,7 \text{ витків .}$$

Уточнюємо висоту пружини у стисненому стані:

$$H_a = (i_n - 0,5) \cdot d,$$

$$H_a = (14 - 0,5) \cdot 0,004 = 0,054 \text{ м}$$

$$H_a = (13,7 - 0,5) \cdot 0,004 = 0,053 \text{ м}.$$

Для забезпечення належного функціонування пружини між її витками необхідно передбачити певний зазор (δ_p). Визначимо величину цього зазору наступним чином:

$$\delta_p = 0,004 \text{ м} (\delta_p \cdot 0,1 \cdot d)$$

Крок витків пружини становить:

$$h = 0,004 + (0,010 / 14) - 0,004 = 0,076 \text{ м}$$

$$h_1 = 0,004 + (0,010 / 13,7) - 0,004 = 0,076 \text{ м}$$

3.5 Дослідження механічних властивостей натискного гвинта

Насамперед, для оцінки міцності натискного гвинта необхідно визначити напруження, що виникають у його матеріалі під дією прикладених навантажень.

$$\sigma = \frac{P}{F} \leq [\sigma]$$

- **P** – прикладена до гвинта сила (зусилля), вимірюється в ньютонках (Н).
- **F** – площа його поперечного перерізу, вимірюється в квадратних міліметрах (мм²).
- **[σ]** – максимально допустиме напруження для матеріалу гвинта, вимірюється в ньютонках на квадратний міліметр (Н/мм²).

Далі уточнимо значення площі поперечного перерізу натискного гвинта.

$$F = \frac{\pi \cdot d_{BH}^2}{4}$$

де d_{BH} — діаметр різьблення натискного гвинта по западинах, вимірюється в міліметрах (мм).

Визначимо діаметр різьблення натискного гвинта по западинах, виходячи з умови забезпечення необхідної міцності. Для цього перетворимо формулу напруження:

$$d_{\text{вн}} = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot [\sigma]} = \frac{4 \cdot 258,2}{3,14 \cdot 160} = 4,53 \text{ мм}$$

Враховуючи об'єм камери та габарити пружин, а також з метою забезпечення технологічності виготовлення, діаметр гвинта та його різьбу збільшуємо до значення 12,051 мм.

$$F_1 = \frac{3,14 \cdot 12,052^2}{4} = 114 \text{ мм}^2$$

$$F_2 = \frac{3,14 \cdot 8^2}{4} = 114 \text{ мм}^2$$

Враховуючи наведені вище параметри та умови навантаження, визначимо найбільш небезпечні перерізи натискного гвинта, де виникають максимальні напруження. Для цього необхідно проаналізувати дію зовнішньої сили (N), що прикладена до гвинта, по його довжині, та на основі цього побудувати епюри поздовжньої сили (N) та нормальних напружень (σ).

$$\sigma_1 = \frac{258,2}{114} = 2,26 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sigma_1 = \frac{258,2}{50,2} = 5,12 \text{ Н/мм}^2$$

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Сучасний стан охорони праці

Система охорони праці на приватних підприємствах, включно з ФГ «МІРТ», покликана забезпечити безпечні умови роботи, зменшуючи ризики травм і професійних захворювань. Вона враховує особливості діяльності підприємства та його управлінську структуру. Головними відповідальними особами є спеціаліст з охорони праці, керівник і заступник з виробництва, які координують заходи безпеки в усіх підрозділах.

За стан охорони праці повну відповідальність несе керівник, а заходи щодо її вдосконалення включають організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні та профілактичні аспекти. Впровадження ефективної системи охорони праці сприяє зниженню рівня травматизму, підвищенню продуктивності та формуванню позитивного іміджу підприємства.

На ФГ «МІРТ» функції служби охорони праці виконує головний інженер, що пояснюється невеликою чисельністю працівників. Однак перевірка у 2013 році виявила недостатню організацію охорони праці, що, за свідченнями, майже не змінилося. Попри наявність водопостачання та ремонт аварійної техніки, умови праці в майстерні залишаються незадовільними, а працівники не забезпечені відповідним спецодягом.

4.2 Вимоги безпеки перед початком робіт.

Одягти спецодяг та ЗІЗ, увімкнути вентиляцію, підготувати робоче місце, інструмент та матеріали. При роботі з фарборозпилювачем перевірити шланги, бачки, сепаратори, розпилювачі, манометри та клапани. Перевірити електрообладнання. Перед фарбуванням газових балонів випустити газ та продути їх.

Перед фарбуванням від'єднати клеми акумулятора та вимкнути двигун. Заборонити перебування сторонніх у фарбопульті. Забезпечити надійність

з'єднань розпилювача, підключати шланг лише після вимкнення повітря, не перевищувати робочий тиск. Тримати розпилювач вертикально на відстані до 350 мм від поверхні. Не фарбувати біля електрики чи газу, не використовувати відкритий вогонь та не палити. При фарбуванні на висоті використовувати підмостки або драбини. Не використовувати бензин як розчинник. Стару фарбу видаляти хімічними засобами в рукавичках. Заборонено працювати без ЗІЗ, використовувати відкритий вогонь, невідомі матеріали, працювати при вимкненій вентиляції та використовувати іскрячий інструмент.

Відключити обладнання, прибрати робоче місце, обладнання та пристрої. Обтиральні матеріали складати у металевий ящик. Очистити та промити фарборозпилювачі та шланги. Ретельно вимити руки, при можливості прийняти душ. Після роботи зі свинцевими фарбами попередньо обробити руки розчином соди та алізариновим милом. Повідомити керівника про виявлені недоліки.

4.3 Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях

При травмах надати першу допомогу стерильним перев'язувальним матеріалом. При кровотечі підняти кінцівку, накласти пов'язку, при сильній кровотечі – перетиснути судини. При пожежі приступити до гасіння наявними засобами, за потреби викликати пожежну команду. Діяти за вказівками відповідальної особи при ліквідації аварійних ситуацій.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ

Розглянемо ефективність сервісної служби фермерського господарства МІРТ, враховуючи майстерню площею 372 м² та загальний обсяг трудовитрат у 12 541 людино-годину, що дорівнює 41,8 умовним ремонтам.

Розрахунки проведемо на основі даних з таблиці. 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані проєкту

Показники	Позначення показників	Значення показників
Об'єм робіт з ремонту та ТО, ум. рем.	Q	41,8
Штат робітників за основним місцем роботи, <u>чол</u>	<u>Кпр</u>	6
Середня заробітна плата виробничих робітників, грн.	<u>ЗПср</u>	12 000
Витрати коштів на придбання обладнання, грн.	<u>Бпр</u>	412 000
Об'єм електроенергії, що витрачається за рік, кВт/год.	<u>Qед</u>	33 652
Вартість однієї кВт/години, грн.	<u>Цед</u>	6,00
Вартість одного умовного ремонту, грн.	<u>Цум рем</u>	33 300

Для визначення економічної доцільності дипломного проєкту розрахуємо вартість виконаних ремонтних робіт, експлуатаційні витрати та термін окупності інвестицій [19].

Вартість проведених ремонтних робіт (Впр), грн.:

$$V_{\text{пр}} = 41,8 \cdot 33300,00 = 1391940,00 \text{ грн.}$$

де:

- Ц ум.рем. - вартість (ціна) одного умовного ремонту, в гривнях.

1. До експлуатаційних витрат, що виникають у процесі управління господарством та обслуговування виробничих процесів, належать:

$$EB = ЗП + A + B_{ет} + B_{рем} + IB, ,$$

Отже, у формулі для розрахунку експлуатаційних витрат, пов'язаних з управлінням господарством та обслуговуванням виробництва, використовуються наступні позначення:

ЗП – сума заробітної плати виробничих робітників, виражена у гривнях (грн.).

A – загальна сума відрахувань на амортизацію обладнання, будівель та споруд, виражена у гривнях (грн.).

Врем– витрати на оплату спожитої електроенергії, виражені у гривнях (грн.).

B – витрати на придбання ремонтних матеріалів та оплату ремонтних робіт, виражені у гривнях (грн.).

IB – інші непередбачені витрати коштів, виражені у гривнях (грн.).

Далі розглянемо складові відрахувань на амортизацію: Відрахування на амортизацію будівель, споруд та обладнання:

$$A = \frac{412000,0 \cdot 21,93}{100} = 90351,6 \text{ грн.};$$

Витрати на оплату спожитої електроенергії, виражені в гривнях (грн.), враховуються окремо у складі експлуатаційних витрат.

$$B_{ет} = 33652 \cdot 6,00 = 201912,0 \text{ грн.};$$

Витрати на придбання ремонтних матеріалів, що використовуються для поточного ремонту та планових технічних обслуговувань, розраховуються як 30% від загальної суми нарахованої амортизації основних засобів, які знаходяться на балансі сервісної служби.

$$B_{рем} = \frac{90351,6 \cdot 30}{100} = 27105,5 \text{ грн.},$$

Інші невраховані витрати, які можуть виникнути в процесі експлуатації сервісної служби та не були включені до попередніх розрахунків, зазвичай приймаються в розмірі 3 % від загальної суми експлуатаційних витрат. Це дозволяє врахувати потенційні непередбачені витрати, пов'язані з обслуговуванням виробництва та управлінням господарством.

$$IB = \frac{(864000,00 + 123466,0 + 90351,0 + 201912,0) \cdot 3}{100} = 35501,0 \text{ грн.};$$

$$EB = 864000,0 + 123466,0 + 90351,0 + 201912,0 + 35501,0 = 1218870,0, \text{ грн};$$

Для розрахунку собівартості ремонтних робіт у господарстві необхідно врахувати всі пов'язані з цим витрати.

$$PC = 1218870,0 \cdot 1,02 = 1243247,0 \text{ грн};$$

У результаті проведення технічного обслуговування та ремонтів господарство отримає річний прибуток у розмірі

$$P = 1391940,0 - 1243247,0 = 148692,0 \text{ грн};$$

Визначаємо рентабельність підприємства

$$P = \frac{P \cdot 100}{PC} = \frac{148692,0 \cdot 100}{1243247,0} = 12\%.$$

Розраховуємо термін окупаємості додаткових капіталовкладень

$$T_o = \frac{B}{P} = \frac{412000,0}{148692,0} = 2,77 \text{ років},$$

ВИСНОВОК

У результаті виконання дипломного проєкту було розроблено та обґрунтовано комплекс організаційно-технологічних рішень, спрямованих на створення ефективно функціонуючої сервісної служби у ФГ «МІРТ» Охтирського району Сумської області. Аналіз існуючої ремонтно-обслуговуючої бази виявив її неефективність, що проявляється у порушенні термінів технічного обслуговування та ремонтів через відсутність налагодженої системи сервісу сільськогосподарської техніки. Окремо підкреслено недостатню увагу до планового технічного обслуговування, незважаючи на значний парк машин, що призводить до затримок та відсутності належного щоденного догляду.

Ґрунтуючись на аналізі економічних показників та технічного стану машин ФГ «МІРТ», було доведено необхідність відокремлення зони технічного обслуговування від ремонтної майстерні через обмеженість площі останньої. Запропоновано впровадження прогресивних методів ремонту, зокрема агрегатно-вузлового, та постової системи для ТО. Розраховано річний обсяг робіт з ремонту та обслуговування, а також оптимальну чисельність сервісного персоналу. Визначено необхідні параметри та обладнання для пункту технічного обслуговування, розроблено графік завантаження працівників для забезпечення рівномірності робіт та своєчасної підготовки техніки.

Економічний аналіз підтвердив доцільність проєкту, демонструючи прийнятний рівень рентабельності та термін окупності інвестицій. Впровадження запропонованих рішень має потенціал значно підвищити ефективність використання машинно-тракторного парку, знизити витрати на ремонт та експлуатацію, а також покращити умови праці працівників ФГ «МІРТ» Охтирського району Сумської області.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ ISO 8458-2 Дріт сталевий вуглецевий пружинний. Технічні умови. Зі змінами № 1, 2, 3, 4, 5
2. Калганков Є.В. Деякі проблеми гідроабразивно-втомного зносу деталей об'ємного гідроприводу мобільних машин / Є.В. Калганков // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. — Дніпропетровск: ІГТМ НАНУ. – 2023. – №108. – С. 133-142.
3. Хлудеєв Б.С. Шляхи оптимізації роботи дилерсько-сервісних центрів техніки John Deere / Б.С. Хлудеєв, Є.В. Калганков // Інтеграція світових наукових процесів як основа суспільного прогресу: Матеріали Міжнародної науково - практичної конференції ГО "Інститут інноваційної освіти" Науково - навчальний центр прикладної інформатики НАН України. – 2020. – С. 180–185.
4. Фінансовий звіт за 2023 рік ФГ ОЛЛА. – 2023.
5. Калганков Є.В. Методичні рекомендації до виконання і оформлення дипломних проектів ОС "Бакалавр" за спеціальністю 208 "Агроінженерія" і дипломних робіт ОС "Магістр" за спеціальністю 208 "Агроінженерія" / Калганков Є.В. – Д.: ДДАЕУ, 2021. – 36 с.39.
6. Дирда В.І. Довідковий посібник розрахунків механізмів сільськогосподарських та підйомно-транспортних машин: навчальний посібник / В.І. Дирда, Ю.М. Овчаренко - Дніпропетровськ, 2023. – 52 с.
7. Семенівка (Криничанська селищна громада) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki>.
8. Калганков Є.В. Розробка технологічного процесу відновлення деталі [Методичні рекомендації] / Калганков Є.В. – Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2023. – 75 с.
9. Основи технічної діагностики автомобіля [Текст]: Методичні вказівки до виконання практичних занять для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» усіх форм навчання, які здобувають ступінь

молодшого спеціаліста / уклад. Дубицький О.С. – Луцьк: ТК Луцького НТУ, 2021. – 68 с.

10. 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.

11. Калганков Е.В. Расчет долговечности резиновых футеровок шаровых рудоразмольных мельниц с учетом старения резины / Калганков Е.В. // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб . наук . Праць , Ін- т геотехнічної механіки ім. М .С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2022. – No 113. С. 181–202.

12. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищих навчальних закладів / [Дирда В.І., Мельянцов П.Т., Калганков, Є.В. та ін.]. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2023. – 292 с.

13. Устаткування для автосервісу: що необхідно для відкриття [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://remonline.ua/blog/Carservice-equipment-what-is-needed-to-open/>.

14. Черній О. Деякі проблеми технічної надійності сільськогосподарських тракторів JOHN DEERE. The 7 th International scientific and practical conference “Innovations and prospects of world science”(March 2-4, 2022) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2022. С. 13–19. Черній О. Дослідження безвідказності тракторів John D серії 8R в експлуатаційних умовах України. Теоретичні та практичні питання аграрної науки : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 2022. С. 117–120.

15. ДСТУ 3008:2020 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання

16. Калганков Є.В. Проектування ремонтно-технологічної документації [Навчальний посібник. Довідкова інформація] / Є.В. Калганков, М.Г. Зайцев. Дніпро. ДДАЕУ, 2020. – 48 с.

17. 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, 2020. – 125 с.
18. Основи охорони праці: / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний. - К.: Основа, 2021 — 448 с
19. Компресометр бензиновий [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://grandinstrument.ua/ua/jgai0402/>.
20. Бутенко В.Г. Ремонт машин в АПК України: Організація, проектування, оптимізація: навчальний посібник / Бутенко В.Г. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2023 р., 159 с.
21. Вініченко І.І. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства / І.І Вініченко, А.О. Сітковська. Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2022. – 27 с.