**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“___” _____ 2025 р.
Зав. кафедри ___к.т.н., доцент___
(науковий ступінь, вчене звання)
_____ ____А.В. Войтік___
(підпис) (ініціали, прізвище)

# ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту
бакалавр
(освітній рівень)

тема роботи: **«Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту машино-тракторного парку з розробкою пристрою для проведення діагностичних операцій»**

Виконав: студент 3 курсу, групи 32к-ім
освітньої програми бакалавр
спеціальності Н7
«Агроінженерія»
Думнич Дмитро Степанович
(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор Дідур В.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2025 р.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії
Освітня програма бакалавр
Спеціальність Н7 «Агроінженерія»
(код і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**
**Завідувач кафедри**
**_____ А.В. Войтік**
**“___” _____ 2025 р.**

**З А В Д А Н Н Я**
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ**

студенту **Думничу Дмитру Степановичу**
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема проекту: **«Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту машино-тракторного парку з розробкою пристрою для проведення діагностичних операцій»**
керівник проекту д.т.н., професор Дідур В.В.
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від
“14” листопада 2025 р. № 01-06/261

2. Строк подання студентом роботи 15.05.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: способи зниження коливань машинно-тракторних агрегатів; літературні джерела; шляхи підвищення тягово-зчіпних показників колісних тракторів.

4. Перелік питань, які потрібно розробити:
- розробити та обґрунтувати організаційно-технологічні рішення щодо створення та ефективного функціонування сервісної служби у фермерському господарстві;
- вивчити організацію технічного обслуговування машинно-тракторного парку;
- провести аналіз витрат на ремонт та експлуатацію техніки, а також її технічного стану;
- запропонувати комплекс заходів для оптимізації технологічного процесу ремонту та технічного обслуговування машинно-тракторного парку;
- визначити річний обсяг ремонтних і технічних робіт у фермерському господарстві;
- провести розрахунок місячного складу персоналу пункту технічного обслуговування (ПТО), який складається з трьох основних працівників;
- розрахувати основні параметри пункту технічного обслуговування та підібрати відповідне обладнання;
- розробити графік завантаження ремонтних працівників ПТО, що забезпечує рівномірний розподіл робочого навантаження протягом усього року;

- оцінити стан охорони праці у господарстві;
- провести економічний аналіз ефективності проекту.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 20 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломного проекту: види ТО ПЗТО; Перелік машино-тракторного парку господарства та його напрацювання; показники економічної ефективності;

6. Консультанти розділів проекту

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---|---|---|---|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці | Прокопенко Е.В., доцент | | |
| Техніко-економічне обґрунтування | Дідур В.В., професор | | |

7. Дата видачі завдання 23 вересня 2024 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломної проекту | Строк виконання етапів проекту | Примітка |
|---|---|---|---|
| 1. | Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу | 30.10.2024 р. | |
| 2. | Розділ 1. | 14.11.2024 р. | |
| 3. | Розділ 2. | 28.12.2024 р. | |
| 4. | Розділ 3. | 11.02.2025 р. | |
| 5. | Розділ 4. | 25.03.2025 р. | |
| 6. | Виконання ілюстративної частини проекту | 23.04.2025 р. | |
| 7. | Представлення проекту керівнику на перевірку | 15.05.2025 р. | |

**Студент** _____ **Думнич Д.С.**
( підпис ) (прізвище та ініціали)

**Керівник проекту** _____ **Дідур В.В.**
( підпис ) (прізвище та ініціали)

# ЗМІСТ

**ВСТУП** ..... 5
**1 ПРОЕКТ СЕРВІСНОЇ СЛУЖБИ ГОСПОДАРСТВА** ..... 6
1.1. Існуюча система ТО машино-тракторного парку господарства ..... 6
1.2. Розрахунок програми ТО та ремонту ..... 9
1.2.1. Розрахунок кількості ремонтів і технічних обслуговувань тракторів за видами робіт ... 11
1.2.2. Розраховуємо число ремонтів і номерних технічних обслуговувань по автомобілям .... 13
1.2.3. Розрахуємо число ремонтів і номерних технічних обслуговувань для комбайнів ..... 14
1.2.4. Розрахуємо число поточних ремонтів сільськогосподарських машин та знарядь ..... 15
1.2.5. Розрахуємо загальну трудомісткість проведення ремонтних робіт в ремонтній майстерні ..... 16
1.3. Створення плану ремонтно-обслуговуючих робіт на поточний рік ..... 17
1.4. Опис ремонтно-обслуговуючої служби господарства ..... 18
**2 РОЗРОБКА ПНЕВМАТИЧНОГО КАЛІБРАТОРУ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ РОБІТ** ..... 22
2.1 Обґрунтування необхідності конструкторської розробки ..... 22
2.2 Аналіз існуючих конструкцій пристосувань ..... 23
2.3 Опис загальної будови та принципу роботи конструкції, що розробляється ..... 28
2.4 Обґрунтування параметрів пружин ..... 29
2.5 Обгрунтування міцнісних параметрів натискного гвинта ..... 35
**3 ОХОРОНА ПРАЦІ** ..... 37
3.1 Сучасний стан охорони праці у господарстві ..... 37
3.2 Вимоги безпеки праці для малярів ..... 38
**4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ** ..... 41
**ВИСНОВОК** ..... 43
**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ** ..... 45

# ВСТУП

Головною метою сільськогосподарського виробництва є досягнення стабільно високих врожаїв продовольчих, технічних і кормових культур. Ефективність виконання цього завдання значною мірою залежить від впровадження сучасних, науково обґрунтованих методів експлуатації та обслуговування машинно-тракторного парку.

Згідно з програмою розвитку агропромислового комплексу, вихід із кризового стану, стабілізація та подальше зростання сільськогосподарського виробництва безпосередньо пов’язані з активним впровадженням новітньої техніки, модернізацією матеріально-технічної бази, реконструкцією підприємств сільгоспмашинобудування, а також залученням конверсійних заводів та інших виробничих галузей. Машинно-тракторний парк відіграє ключову роль у сільському господарстві, забезпечуючи виконання основних технологічних процесів, зокрема оранки, сівби, збирання врожаю, транспортування та інших агротехнічних робіт.

Сільськогосподарська техніка експлуатується в найрізноманітніших природних умовах: у посушливих степах і зонах з надмірним зволоженням, при екстремально високих і низьких температурах, як на рівнинній місцевості, так і в гірських регіонах та низовинах. Це висуває специфічні вимоги як до конструкції машин і механізмів, так і до методів їх експлуатації та обслуговування.

Сучасний науково-технічний прогрес сприяє підвищенню надійності сільськогосподарських машин, що, своєю чергою, вимагає вдосконалення системи їх технічного обслуговування. Нині ця система має комбінований характер: частина операцій виконується обов’язково, тоді як інша частина здійснюється за потребою на основі технічного огляду та діагностики. Такий підхід дозволяє значно скоротити трудові витрати на обслуговування, а також зменшити витрати на запасні частини та експлуатаційні матеріали.

Важливу роль у підготовці сільськогосподарської техніки до польових робіт відіграє ремонтна служба, яка забезпечує своєчасне та якісне технічне обслуговування машин, що сприяє їх ефективному використанню в польових умовах.Однак, у процесі реформування агропромислового комплексу було створено велику кількість підприємств із різними формами власності, і значна частина з них або не має власної ремонтної служби, або її діяльність є недостатньо ефективною та організованою на належному рівні.

# 1 ПРОЕКТ СЕРВІСНОЇ СЛУЖБИ ГОСПОДАРСТВА

## 1.1. Існуюча система ТО машино-тракторного парку господарства

В Україні та за її межами широко застосовується система планово-запобіжного технічного обслуговування (ПЗТО) машинно-тракторного парку. Ця система складається з комплексу заходів, спрямованих на забезпечення надійної роботи техніки та мінімізацію ризику її несправностей [1].

ПЗТО охоплює різні рівні технічного обслуговування, детальна класифікація яких наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1-Види ТО ПЗТО

| Вид ТО | Періодичність | Опис |
|---|---|---|
| Щоденне ТО | Перед початком роботи | Візуальний огляд, перевірка рівня оливи, охолоджуючої рідини, палива, тиску в шинах, працездатності агрегатів |
| Перше ТО | Через 10 годин роботи | Змащування терткових поверхонь, регулювання вузлів та механізмів, контрольно-вимірювальні роботи |
| Друге ТО | Через 50 годин роботи | Роботи першого ТО, а також очистка повітряного фільтра, заміна мастила в деяких агрегатах |
| Третє ТО | Через 250 годин роботи | Роботи другого ТО, а також регулювання зазорів у клапанах, заміна мастила в двигуні, трансмісії та інших агрегатах |
| Сезонне ТО | 2 рази на рік (весна, осінь) | Роботи третього ТО, а також консервація техніки на зиму або розконсервація перед початком польових робіт |
| Капітальний ремонт | Після певної напрацювання годин | Розбирання, дефектування, ремонт або заміна зношених деталей і вузлів, збирання та регулювання агрегатів |

Переваги системи ПЗТО:

– Швидкість простоїв техніки

– Подовження експлуатаційного ресурсу машинно-тракторного парку

– Зменшення витрат на ремонтні роботи

– Підвищення рівня безпеки під час експлуатації

Завдяки впровадженню планово-запобіжного технічного обслуговування можна значно підвищити ефективність використання техніки та оптимізувати витрати на її утримання.

Важливі аспекти ПЗТО:

– У таблиці 1.1 подано лише основні види технічного обслуговування тракторів і сільськогосподарських машин. Детальніший перелік робіт відповідно до регламенту ТО.

– Періодичність технічного обслуговування може змінюватися залежно від моделі техніки, умов її експлуатації та виробничого навантаження.

– Планування ТО створюється на основі кількості відпрацьованих годин, витраченого пального (у літрах або кілограмах) чи продуктивності у фізичних або звичайних одиницях виміру.

– З організаційної точки зору доцільним є орієнтування ефективності технічного обслуговування на обсяг спожитого пального.

– Для тракторів циклічність проведення технічного обслуговування становить 125 мотогодин (для моделей, випущених до 1982 року, – 60 мотогодин).

– Допустимість відхилення у термінах проведення ТО:

– До 10% для ТО-1 і ТО-2

– До 5% для ТО-3

– До 20% для сільськогосподарської техніки

– Якщо місячне споживання пального нижче встановленої норми, технічне обслуговування витрат не рідше одного разу на місяць.

Забороняється експлуатація техніки без тимчасового проведення технічного обслуговування.

Технічне обслуговування техніки в трьох ключових періодах: підготовчий етап, у процесі використання та після завершення експлуатації.

– Позмінне обслуговування рекомендовано проводити перед початком зміни

або протягом її (після 7–10 годин роботи).

– Сезонне обслуговування слід виконати, коли середня температура перевищує +5°С. Доцільно поєднувати його з планом ТО підвищення ефективності.

– Спеціальні умови експлуатації вимагають адаптованого технічного обслуговування. Це стосується роботи в екстремальних умовах: пустелі, гірській місцевості, на заболочених, кам'янистих чи піщаних підставах, а також при низьких температурах.

Технічне обслуговування при зберіганні

– Після завершення експлуатаційного періоду техніка проходить ТО не пізніше ніж через 10 днів.

– У разі зберігання на відкритому повітрі або під навісом , обслуговування раз на місяць.

– У разі зберігання в місяці ТО виконуватися двічі на місяць.

– Перед виведенням техніки зі зберігання необхідно провести підготовчий огляд щонайменше за 15 днів до початку її використання.

– Дотримання стандартів ДСТУ гарантує правильне технічне обслуговування під час зберігання сільськогосподарських машин.

Основні стратегії технічного обслуговування та ремонту

Залежно від умов експлуатації та технічного стану, застосовуються різні підходи до ТО:

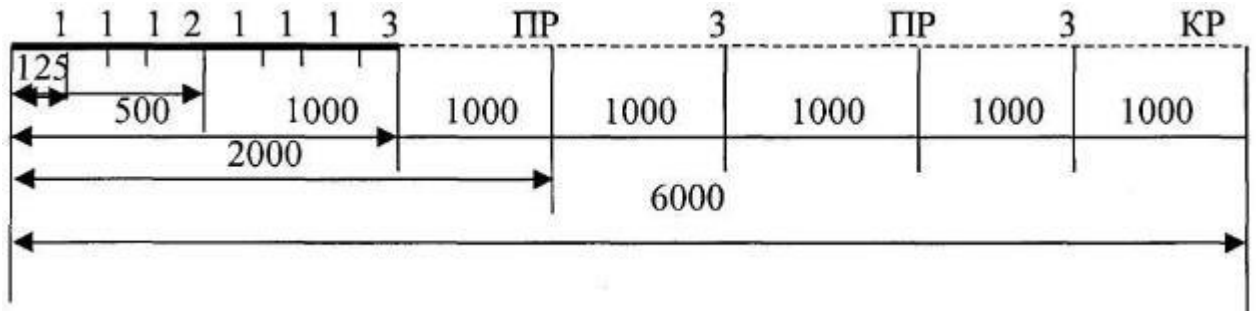
1. Обслуговування за потребою – виконуватися при появі несправностей.

2. Планове обслуговування – виконується згідно з регламентом на основі календарного графіка, мотогодину або обсягу спожитого пального.

3. Обслуговування за станом (діагностика) – створення на основі постійного контролю технічного стану вузлів і агрегатів.

4. Комбінований підхід – передбачає поєднання планових ТО з діагностикою, що дозволяє визначити додаткові ремонтні заходи.

Комплексне застосування цих методів зменшує зменшення простоїв, оптимізацію витрат на обслуговування та продовження експлуатаційного ресурсу техніки.




Регламент технічного обслуговування тракторів та сільськогосподарської техніки

відповідно до оновлених державних стандартів, передбачено чітку чіткість проведення технічного обслуговування (ТО) та ремонтних робіт для тракторів у робочий період.

Частота ТО інших механізмів та агрегатів залежно від конкретної моделі техніки та наведена в додатку А.

Реєстрація та контроль експлуатаційного часу

При використанні процесів тракторів і сільськогосподарських машин їх робочий час повинен фіксуватися щодня. Це дозволяє точно отримати весь пробіг як нової, так і відремонтованої техніки.

Для спрощення планування ТО ваш облік витраченого пального, що є більш точним показником зношення деталей і залежить від виконаного обсягу робіт.

Хоча в тракторах і комбайнах передбачені лічильники напрацювання (мотогодини), їх показники не завжди є точними, а дані щодо напрацювання мотогодин часто не враховуються в офіційній документації.

Час роботи комбайнів та інших сільськогосподарських машин може фіксуватися не лише в мотогодинах, а й у фізичних гектарах чи інших відповідних одиницях вимірювання.

Регламент технічного обслуговування

– Для комбінованої та іншої комплексної сільськогосподарської техніки ТО-2 виконуються після понад 300 відпрацьованих годин протягом сезону.

– Якщо фактична напрацювання менша, ТО-2 доцільно поєднувати з підготовленою технікою до тривалого зберігання.

Детальну інформацію про енергоємність експлуатації та ТО тракторів і сільськогосподарської техніки можна знайти в додатках А і В.

## 1.2. Розрахунок програми ТО та ремонту

Під час складання програми ремонтних робіт важливо знизити загальну кількість одиниць машинно-тракторного парку.[5].

Склад машино – тракторного парку господарства наведено в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Перелік машино-тракторного парку господарства та його напрацювання

| Машина | Облікова кіл-ть | Заплановане навантаження, що припадає на машину за рік, тисяч | Од. вимірювання |
|---|---|---|---|
| Трактори | | | |
| ДТ-75 | 2 | 20 | |
| ХТЗ-170 | 2 | 27 | |
| ПМЗ-6 | 3 | 12 | |
| МТЗ-82/920 | 2/2 | 14 | |
| Т-70С | 3/2* | 7,5 | |
| Deutz - Fahr sh 404 | 1 | 6,6 | |
| Xingtai XT-224 | 2 | 5,2 | |
| Автомобілі | | | |
| ЗІЛ-130 | 1/2* | 40 | |
| ГАЗ-3307 | 3 | 39 | |
| КрАЗ-65055 | 1 | 45 | |
| Fiat Ducato | 1 | 35 | |
| Комбайни | | | |
| Claas mega 208 | 2 | 350 | |
| ДОН-1500Б (з подрібнювачем соломи) | 1 | 300 | |
| Кормозбиральний КСК - 100 | 1/1* | 300 | |

*-на даний момент законсервовані і не використовуються.

Склад сільськогосподарських знарядь господарства наведено в таблиці[5].

Таблиця 1.3 – Перелік сільгоспмашин господарства

| Вид с. г. машини чи знаряддя | Облікова кількість |
|---|---|
| 1 | 2 |
| Плуг | 13 |
| Борона: | |
| дискова | 8 |
| зубова | 30 |
| Зчіпка | 6 |
| Коток | 4 |
| Культиватор | 10 |
| Оприскувач | 1 |
| Сівалки: | |
| зернова | 9 |
| кукурудзяна | 1 |
| Протруювач | 1 |
| Косарка | 7 |
| Навантажувач фронтальний | 1 |
| Граблі тракторні | 1 |
| Жниварки | 5 |

Річні навантаження на трактори, візки та комбайни розраховуються відповідно до затвердженого плану експлуатації господарства та відображаються в таблиці 1.2.

### 1.2.1. Розрахунок кількості ремонтів і технічних обслуговувань тракторів за видами робіт

Кількість проведених капітальних ремонтів визначаємо за формулою[6,7,8](1.1)

$$N_{k\ \text{ДТ}-75} = \frac{20000 \cdot 2}{69600} = 0{,}6 \text{ шт. приймаю за 1}$$

$$N_{k\ \text{ХТЗ}-170} = \frac{27000 \cdot 2}{120000} = 0{,}5 \text{ шт. приймаю за 1}$$

$$N_{k\ \text{ПМЗ}} = \frac{28000 \cdot 3}{120000} = 0{,}7 \text{ шт. приймаю за 1}$$

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

$$N_{k\ \text{Т}-70} = \frac{13500 \cdot 3}{62400} = 0{,}6 \text{ шт. приймаю за 1}$$

$$N_{k\ Deutz} = \frac{6600 \cdot 1}{51840} = 0{,}1 \text{ шт. приймаю за 1}$$

$$N_{k\ Xingtai} = \frac{5200 \cdot 2}{21120} = 0{,}5 \text{ шт. приймаю за 1}$$

Обсяг поточних ремонтних заходів визначаємо за формулою [6, 7, 8] (1.2).

$$N_{\text{П ДТ}-75} = \frac{200000 \cdot 2}{23200} - 1 = 0{,}7 \text{ шт. приймаю за 1}$$

$$N_{\text{П ХТЗ}-170} = \frac{27000 \cdot 2}{40000} - 1 = 0{,}4 \text{ шт. приймаю за 0}$$

$$N_{\text{П ПМЗ}} = \frac{28000 \cdot 3}{40000} - 1 = 1{,}1 \text{ шт. приймаю за 1}$$

$$N_{\text{П МТЗ}} = \frac{14200 \cdot 4}{16800} - 1 = 2{,}4 \text{ шт. приймаю за 2}$$

$$N_{\text{П Т}-70} = \frac{13500 \cdot 3}{20800} - 1 = 1 \text{ шт. приймаю за 1}$$

$$N_{\text{П } Deutz} = \frac{6600 \cdot 1}{17200} - 0 = 0{,}6 \text{ шт. приймаю за 1}$$

$$N_{\text{П } Xingtai} = \frac{5200 \cdot 2}{7400} - 1 = 0{,}5 \text{ шт. приймаю за 1}$$

Кількість ТО-3 [6, 7, 8] визначаємо за формулою (1.3).

$$N_{\text{ТО}-3\ \text{ДТ}-75} = \frac{200000 \cdot 2}{11600} - 2 = 3{,}5 + 2 = 1{,}5 = 5{,}5 \text{ шт. приймаю за 6}$$

$$N_{\text{ТО}-3\ \text{ХТЗ}-170} = \frac{27000 \cdot 2}{20000} - 1 = 2{,}7 + 1 = 3{,}7 \text{ шт. приймаю за 4}$$

$$N_{\text{ТО}-3\ \text{ПМЗ}} = \frac{28000 \cdot 3}{20000} - 2 = 6 \text{ шт. приймаю за 6}$$

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

$$N_{\text{ТО}-3\ \text{Т}-70} = \frac{14200 \cdot 4}{10700} - 6{,}8 + 3 = 9{,}8 \text{ шт. приймаю за 10}$$

$$N_{\text{ТО}-3\ Deutz} = \frac{6600 \cdot 1}{8640} = 0{,}7 \text{ шт. приймаю за 1}$$

$$N_{\text{ТО}-3\ Xingtai} = \frac{5200 \cdot 2}{3520} + 2 = 4{,}9 \text{ шт. приймаю за 5}$$

Кількість ТО-2 [6, 7, 8] визначаємо за формулою (1.4).

$$N_{\text{ТО}-2\ \text{ДТ}-75} = \frac{200000 \cdot 2}{5800} - (1 + 1 + 1) = 4 \text{ шт. приймаю за 4}$$

$$N_{\text{ТО}-2\ \text{ХТЗ}-170} = \frac{27000 \cdot 2}{10000} - (1 + 0 + 2) = 2{,}4 \text{ шт. приймаю за 2}$$

$$N_{\text{ТО}-2\ \text{ПМЗ}} = \frac{28000 \cdot 3}{10000} - (1 + 1 + 2) = 4{,}4 \text{ шт. приймаю за 4}$$

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

$$N_{\text{ТО}-2\ \text{Т}-70} = \frac{13500 \cdot 3}{5200} - (1 + 1 + 2) = 3{,}7 \text{ шт. приймаю за 4}$$

$$N_{\text{ТО}-2\ Deutz} = \frac{6600 \cdot 1}{4320} - (1 + 0 + 1) = 0{,}2 \text{ шт. приймаю за 0}$$

$$N_{\text{ТО}-2\ Xingtai} = \frac{5200 \cdot 2}{1760} - 3 = 2{,}9 \text{ шт. приймаю за 3}$$

Кількість ТО-1 [6, 7, 8] визначаємо за формулою (1.5).

$$N_{\text{ТО}-1\ \text{ДТ}-75} = \frac{200000 \cdot 2}{14500} - (1 + 2 + 2 + 3) = 21 \text{ шт. приймаю за 21}$$

$$N_{\text{ТО}-1\ \text{ХТЗ}-170} = \frac{27000 \cdot 2}{25000} - (1 + 2 + 3 + 5) = 16{,}5 \text{ шт. приймаю за 17}$$

$$N_{\text{ТО}-1\ \text{ПМЗ}} = \frac{28000 \cdot 3}{2500} - (4 + 1 + 1 + 0) = 27{,}6 \text{ шт. приймаю за 28}$$

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

$$N_{\text{ТО}-1\ \text{Т}-70} = \frac{13500 \cdot 3}{1300} - (1 + 1 + 1 + 5) = 23{,}2 \text{ шт. приймаю за 23}$$

$$N_{\text{ТО}-1\ Deutz} = \frac{6600 \cdot 1}{1080} - (1 + 1 + 0 + 0) = 4{,}1 \text{ шт. приймаю за 4}$$

$$N_{\text{ТО}-1\ Xingtai} = \frac{5200 \cdot 2}{440} - (1 + 1 + 1 + 3) = 9 \text{ шт. приймаю за 9}$$

Кількість сезонних обслуговувань [6, 7, 8] визначаємо за формулою (1.6).

$$N_{\text{сто ДТ}-75} = 6 \cdot 2 = 12 \text{ шт. приймаю за 12}$$

$$N_{\text{сто ХТЗ}-170} = 4 \cdot 2 = 8 \text{ шт. приймаю за 8}$$

$$N_{\text{сто ПМЗ}} = 6 \cdot 2 = 12 \text{ шт. приймаю за 12}$$

$$N_{\text{сто МТЗ}} = 10 \cdot 2 = 20 \text{ шт. приймаю за 20}$$

$$N_{\text{сто Т}-70} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ шт. приймаю за 10}$$

$$N_{\text{сто } Deutz} = 1 \cdot 2 = 2 \text{ шт. приймаю за 2}$$

$$N_{\text{сто } Xingtai} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ шт. приймаю за 10}$$

### 1.2.2. Розраховуємо число ремонтів і номерних технічних обслуговувань по автомобілям

Загальна кількість капітальних ремонтів буде становити за формулою (1.7)[6, 7, 8].

$$N_{k\ \text{ЗІЛ}-130} = \frac{40000 \cdot 3}{250000} = 0{,}5 \text{ шт. приймаю за 1}$$

$$N_{k\ \text{ГАЗ}} = \frac{39000 \cdot 3}{257000} = 0{,}5 \text{ шт. приймаю за 1}$$

Число виконаних поточних ремонтів визначаємо за формулою (1.8).

$$N_{\text{ТО}-2\ \text{ЗІЛ}-130} = \frac{40000 \cdot 3}{11200} - 1 = 10{,}7 \text{ шт. приймаю за 11}$$

$$N_{\text{ТО}-2\ \text{ГАЗ}} = \frac{39000 \cdot 3}{11200} - 1 = 10{,}4 \text{ шт. приймаю за 11}$$

Загальна кількість технічних обслуговувань №2 визначається за формулою (1.9).

$$N_{\text{ТО}-2\ \text{ЗІЛ}-130} = \frac{46000 \cdot 3}{2800} - (1 + 11) = 37{,}3 \text{ шт. приймаю за 38}$$

$$N_{\text{ТО}-2\ \text{ГАЗ}} = \frac{40000 \cdot 4}{2800} - (1 + 13) = 43{,}1 \text{ шт. приймаю за 43}$$

Оскільки сезонне обслуговування виконується двічі на рік, для всіх моделей автомобілів кількість таких обслуговувань приймається сталою — 2.

### 1.2.3. Розрахуємо число ремонтів і номерних технічних обслуговувань для комбайнів

Загальна кількість капітальних ремонтів буде становити за формулою (1.10)[6, 7, 8].

$$N_{k\ Claas} = \frac{220 \cdot 2}{1000} = 0{,}4 \text{ шт. приймаю за 0}$$

$$N_{k\ \text{ДОН}-1500\text{Б}} = \frac{300 \cdot 1}{2100} = 0{,}1 \text{ шт. приймаю за 0}$$

$$N_{k\ \text{КСК}-100} = \frac{260 \cdot 2}{1350} = 1{,}2 \text{ шт. приймаю за 1}$$

Число поточних ремонтів згідно з джерелами [6, 7, 8] визначається за формулою (1.11).

$$N_{\text{П}\ Claas} = \frac{220 \cdot 2}{334} - 1 = 1{,}3 \text{ шт. приймаю за 1}$$

$$N_{\text{П ДОН}-1500\text{Б}} = \frac{300 \cdot 1}{700} - 0 = 0{,}4 \text{ шт. приймаю за 0}$$

$$N_{\text{П КСК}-100} = \frac{260 \cdot 2}{450} - 0 = 1{,}2 \text{ шт. приймаю за 1}$$

Число технічних обслуговувань №2 згідно з джерелами [6, 7, 8] визначається за формулою (1.12).

$$N_{\text{ТО}-2\ Claas} = \frac{220 \cdot 2}{167} - (1 + 0) = 1{,}6 \text{ шт. приймаю за 2}$$

$$N_{\text{ТО}-2\ \text{ДОН}-1500\text{Б}} = \frac{300 \cdot 1}{350} = 0{,}8 \text{ шт. приймаю за 1}$$

$$N_{\text{ТО}-2\ \text{КСК}-100} = \frac{260 \cdot 2}{225} - 1 = 1{,}3 \text{ шт. приймаю за 1}$$

Кількість проведених технічних обслуговувань типу №1 визначається за формулою (1.13).

$$N_{\text{ТО}-1\ Claas} = \frac{220 \cdot 2}{42} - (0 + 1 + 2) = 0{,}5 \text{ шт. приймаю за 0}$$

$$N_{\text{ТО}-1\ \text{ДОН}-1500\text{Б}} = \frac{300 \cdot 1}{117} - (0 + 0 + 1) = 1{,}5 \text{ шт. приймаю за 2}$$

$$N_{\text{ТО}-1\ \text{КСК}-100} = \frac{260 \cdot 2}{56} - (1 + 1 + 1) = 6{,}2 \text{ шт. приймаю за 6}$$

### 1.2.4. Розрахуємо число поточних ремонтів сільськогосподарських машин та знарядь

Число проведених поточних ремонтів плугів [6, 7, 8] визначимо за формулою (1.14).

$$N_{\text{П ПЛН}-3-35} = 4 \cdot 0{,}8 = 3{,}2 \text{ шт. приймаю за 3}$$

$$N_{\text{П ПЛН}-6-35} = 4 \cdot 0{,}8 = 3{,}2 \text{ шт. приймаю за 3}$$

$$N_{\text{П ПЛН}-4-35} = 4 \cdot 0{,}8 = 3{,}2 \text{ шт. приймаю за 3}$$

Число виконаних поточних ремонтів лущильників визначимо за формулою (1.15).

$$N_{\text{Л ЛДГ}-5} = 2 \cdot 0{,}8 = 1{,}6 \text{ шт. приймаю за 2}$$

$$N_{\text{Л ЛДГ}-15} = 2 \cdot 0{,}8 = 1{,}6 \text{ шт. приймаю за 2}$$

Число поточних ремонтів борін моделей [6, 7, 8] визначимо за формулою (1.16).

$$N_{\text{ОД блн}-3} = 4 \cdot 0{,}78 = 3{,}1 \text{ шт. приймаю за 3}$$

Число поточних ремонтів зубчастих борін моделей [6, 7, 8] визначимо за формулою (1.17).

$$N_{\text{зб бзсс}-1} = 30 \cdot 0{,}78 = 23{,}4 \text{ шт. приймаю за 23}$$

Загальна кількість поточних ремонтних робіт для котків визначаємо за формулою (1.18).

$$N_{k\ \text{ЗКШ}-6} = 4 \cdot 0{,}7 = 2{,}8 \text{ шт. приймаю за 3}$$

Число поточних ремонтів зчіпних пристроїв визначається за формулою (1.19).

$$N_{\text{з су}-11\text{у}} = 6 \cdot 0{,}8 = 2{,}4 \text{ шт. приймаю за 2}$$

Кількість виконаних поточних ремонтів культиваторів визначається за формулою (1.20).

$$N_{k\ \text{КПС}-4} = 8 \cdot 0{,}8 = 6{,}4 \text{ шт. приймаю за 6}$$

$$N_{k\ \text{КРН}-5{,}6} = 2 \cdot 0{,}8 = 1{,}6 \text{ шт. приймаю за 2}$$

Число поточних ремонтів сівалок визначається за формулою (1.21).

$$N_{\text{сз сз}-3{,}6} = 6 \cdot 0{,}78 = 2{,}8 \text{ шт. приймаю за 3}$$

$$N_{\text{сз сза}-3{,}6} = 2 \cdot 0{,}78 = 2{,}34 \text{ шт. приймаю за 2}$$

Число поточних ремонтів сівалок для висіву кукурудзи

$$N_{\text{ск скм}-6} = 1 \cdot 0{,}78 = 0{,}8 \text{ шт. приймаю за 1}$$

Число поточних ремонтів обприскувальних машин визначається за формулою (1.23).

$$N_{\text{о ОП}-1600} = 1 \cdot 0{,}8 = 0{,}8 \text{ шт. приймаю за 1}$$

Число поточних ремонтів протруювальних машин визначається за формулою (1.24).

$$N_{\text{п ПС}-10} = 1 \cdot 0{,}8 = 0{,}8 \text{ шт. приймаю за 1}$$

Число поточних ремонтів косаркових машин визначається за формулою (1.25).

$$N_{\text{к кс}-2{,}1} = 5 \cdot 0{,}75 = 3{,}8 \text{ шт. приймаю за 4}$$

$$N_{\text{к кир}-1{,}5} = 2 \cdot 0{,}75 = 2 \text{ шт. приймаю за 2}$$

Число поточних ремонтів грабель типів [9, 10] визначається за формулою (1.26).

$$N_{\text{ГТ ГВК}-6} = 1 \cdot 0{,}75 = 0{,}8 \text{ шт. приймаю за 1}$$

Число поточних ремонтів навантажувальних машин визначається за формулою (1.27).

$$N_{\text{ску}} = 1 \cdot 8 = 8 \text{ шт. приймаю за 8}$$

Число поточних ремонтів жниварккових машин визначається за формулою (1.28).

$$N_{\text{Ж ЖНС}-6-12} = 5 \cdot 0{,}75 = 3{,}75 \text{ шт. приймаю за 4}$$

### 2.2.5. Розрахуємо загальну трудомісткість проведення ремонтних робіт в ремонтній майстерні

$$\text{Т}_{\text{ЗАГ ДТ}} = 1 \cdot 400 + 1 \cdot 280 + 6 \cdot 20{,}7 + 0 \cdot 0{,}74 + 21 \cdot 3{,}0 + 4 + 11{,}3 = 1515{,}9 \text{ люд-год}$$

Для інших марок розрахунки трудомісткості здійснюються за аналогічною методикою.

$$\text{Т}_{\text{ЗАГ ЗІЛ}-130} = 1 \cdot 350 + 11 \cdot 14 + 42 \cdot 3{,}5 + 2 \cdot 20 = 646 \text{ люд-год}$$

$$\text{Т}_{\text{ЗАГ ГАЗ}} = 1 \cdot 250 + 10 \cdot 12 + 30 \cdot 3{,}0 + 2 \cdot 15 = 490 \text{ люд-год}$$

$$\text{Т}_{\text{ЗАГ } class} = 0 \cdot 330 + 1 \cdot 150 + 3 \cdot 51 + 8 \cdot 13 + 2 \cdot 25 = 456 \text{ люд-год}$$

$$\text{Т}_{\text{ЗАГ КСК}-100} = 0 \cdot 623 + 1 \cdot 200 + 2 \cdot 7{,}2 + 6 \cdot 2{,}7 + 2 \cdot 25 = 280{,}6 \text{ люд-год}$$

$$\text{Т}_{\text{ЗАГ ПЛН}-3-35} = 3 \cdot 14 = 42 \text{ люд-год}$$

Для інших марок трудомісткість обчислюється за тим самим принципом (1.33).

$$\text{Т}_{\text{сум}} = 1519{,}9 + 763{,}9 + 1170{,}6 + 1046{,}3 + 700{,}9 + 25 + 378{,}8 + 646 + 490 + 456 + 140 + 93 + 280{,}6 + 42 + 105 + 68 + 34 + 66 + 58 + 92 + 60 + 22 + 132 + 96 + 189 + 86 + 98 + 38 + 50 + 40 + 76 + 30 + 240 + 180240 = 9573 \text{ люд-год}$$

Частка ремонту обладнання в загальному обсязі ремонтів тракторів, автомобілів, комбайнів та сільськогосподарських машин становить 8%, та визначається за формулою (1.34).

Виготовлення запасних частин складає 5% від загальної кількості ремонтів тракторів, автомобілів, комбайнів і сільськогосподарської техніки та визначається за формулою (1.35)

Частка ремонту пристроїв у загальному обсязі ремонтів тракторів, автомобілів,

комбайнів та сільськогосподарських машин становить 3% та визначається за формулою (1.36).

Ремонт приміщень, таких як загони, майстерні, автогаражі та інші об'єкти, становить 15% від загального обсягу робіт, пов'язаних із ремонтом тракторів, автомобілів, комбайнів і сільськогосподарської техніки та визначається за формулою (1.37).

Таким чином, загальний обсяг трудомісткості ремонтно-обслуговуючих робіт складе: $T_{заг}$ = 12541 людино годин.

### 1.3. Створення плану ремонтно-обслуговуючих робіт на поточний рік

Річний план ремонту, розподілений за видами робіт, дозволяє точно налаштувати трудомісткість у людей-годинах для кожного типу ремонтних операцій. Обсяг трудозатрат на ремонтні роботи розраховується у відсотковому співвідношенні до загальної трудомісткості для кожного конкретного виду робіт.

Детальний річний план-графік представлений у додатку В.

Трудомісткість періодичного технічного обслуговування нескладних сільськогосподарських машин становить 0,35–0,45 від загального обсягу трудозатрат на ТО-1, ТО-2, ТО-3 для тракторів [6, 7, 8].

Для врахування витрат на усунення дрібних несправностей під час проведення технічного обслуговування машинно-тракторного парку збільшується загальна трудомісткість ТО тракторів на 15–20%.

Беручи до уваги технічний стан, річне та місячне навантаження, а також вартість технічного обслуговування та ремонтних робіт, можна розробити річний план-графік для кожної одиниці техніки.

Процес складання плану-графіки проходить у двох основних етапах:

1. Формування річного плану технічного обслуговування та ремонту для кожної марки тракторів окремо.

2. Об'єднання річних планів для всіх тракторів підприємства створено у формі єдиного зведеного плану-графіки.

Річний графік технічного обслуговування та ремонту для кожної моделі трактора представлений у вигляді координатного візуального графіка в прямокутній системі із супровідною таблицею.

На горизонтальній осі (X) відображено шкалу часу, розподілену за місяцями, а на

вертикальній осі (Y) вказані марки та інвентарні номери тракторів (докладніше представлено в графічній частині проекту).

### 1.4. Опис ремонтно-обслуговуючої служби господарства

Відмінності в структурі фермерських послуг, зумовлених масштабами господарства, постійно призводять до розбіжностей у завданнях спеціалістів різних профілів. У невеликих фермерських майстернях менеджер по сумі обов'язки організатора та технічного спеціаліста, тоді як на великих підприємствах технологічні питання вирішує окремий фахівець.

Ключові та старші спеціалісти, які керують інженерами й техніками, все частіше переходять від одного виконання робіт до функцій планування, управління та координації. Отже, структура управління завжди залежить від типу господарства та його організаційного плану. Це означає, що універсальної посадової інструкції для спеціаліста бути не можна—вона має розроблятися індивідуально, з урахуванням стандартних рекомендацій та спеціальних умов роботи.

Ремонтна група традиційно є найбільшим підрозділом у бригаді механізаторів після автосервісу. До її складу входять кілька керівників інженерно-технічного персоналу, інженер-контролер, спеціаліст з ремонту, нормувальник обладнання, бухгалтер, майстер цеху, складальник запасних деталей та кваліфіковані працівники ремонтної майстерні.

Система технічного обслуговування ферм включає головного інженера, інженера з експлуатації машинно-тракторного парку, спеціаліста з ремонту, автомеханіки, керівника цеху, бригадира та механіка тракторної бригади, майстра-налагоджувальника, сантехніка, бухгалтера та оператора автоцистерни.

Сервісний відділ відповідає за ремонт і технічне обслуговування всієї сільськогосподарської техніки, включаючи трактори та комбайни, забезпечуючи їх працездатність. Основна частина технічного обслуговування виконується власними силами підприємства з раціональним використанням ресурсів.

Прості роботи з обслуговування техніки забезпечені трактористами, тоді як складні завдання виконують спеціалізовані підрозділи, оснащені діагностичними приладами, які ефективно розподіляють робочу силу між виконавцями.

Один зі способів перевірки готовності машини до обслуговування—це заправка відповідно до визначених норм споживання пального. Контроль за подачею пального відходу бухгалтера паливної служби, а головний наладчик відповідає за організацію процесу

та проведення всіх основних технічних процедур.

Під час організації зони зберігання необхідно забезпечити кількість шин та їх габаритні розміри. Відстань між рядами машин має становити від 6 до 12 метрів, а між ходовими частинами—від 0,4 до 1,5 метра. окремої основної площі, слід передбачити 5-10% резервного місця для розміщення нової одиниці техніки.

Розмір станції зовнішнього очищення найбільшою за габаритами машиною. Регулювальний майданчик використання для налаштування та випробування тракторів і комбайнів разом із навісним або причіпним обладнанням.

Ділянка ремонту техніки повинна бути розрахована на одночасний монтаж тракторів і комбайнів з навісними чи причіпними інструментами. Відповідальність за організацію зберігання техніки закладається на сільськогосподарське підприємство та відповідний департамент, тоді як безпосереднє виконання поточних робіт виплачується сервісний відділ під керівництвом головного інженера.

Механізатор, за участю слюсаря машинного двору або майстра-наладчика, займається підготовкою і зберіганням обладнання. Вони також ознайомлюються з обслуговуванням під час тривалого зберігання та організовують його вивезення у відповідності до ремонту або експлуатації. Стан сільськогосподарської техніки під час зберігання в закритих приміщеннях перевіряється працівниками машинного двору раз на два місяці. Якщо техніка розміщена під навісом або на відкритому майданчику, перевірте щомісяця, а також після несприятливих погодних умов, таких як сильний вітер, дощ чи снігові замети.

Після завершення очищення агрегатів на спеціально відведеній ділянці техніку транспортують до зони усунення пошкодження, фарбування та нанесення захисного покриття. Далі вона переміщується на тривале зберігання. Якщо машина залишається просто неба або під навісом, з неї знімають окремі вузли, деталі та інструменти, які потребують складського зберігання.

Зберігання знятих комплектуючих випускається в стаціонарному пункті технічного обслуговування або у спеціальному відсіку машинного двору. Склад має три ізольовані секції: одну для акумуляторів, другу для демонтованих агрегатів та вузлів, а третю — для компонентів та інструментів. Усі відсіки повинні бути оснащені поліцями, підставками та висувними ящиками для зручності розміщення.

Під час зберігання акумулятори щомісяця перевіряють на рівень та щільність

електроліту, а за потреби — перезаряджають.

Шини, які залишаються встановленими, перевертають на стійкість на два місяці, щоб уникнути деформації. Окремо збережені шини переміщують у круговому порядку на напівкруглих кронштейнах поліць кожні два місяці.

Для забезпечення швидкого та правильного зберігання техніки після завершення польових робіт, доцільно створені спеціальні комплекси для її підготовки. Це дозволить організувати окремі майданчики для збереження зернозбиральних комбайнів, ґрунтообробних і посівних машин.

Конфігурація підготовчих робіт має бути такою, щоб усі процеси завершилися протягом десяти днів після закінчення польового сезону. Ефективність цього процесу значною мірою залежить від механізації робіт, якості очищення техніки, правильного розміщення агрегатів на полігонах та їх забезпечення необхідним обладнанням.

У ході проведених розрахунків було визначено оптимальну кількість технічних обслуговувань і ремонтних робіт для всього тракторного парку, а також їхню швидкість. Це сприятиме швидкому виконанню профілактичних знижених заходів, ризику несправностей і простотів, а також подовженню терміну експлуатації техніки.

Загальна трудомісткість запланованих робіт із технічного обслуговування та ремонту становить 12 541 людино-годину.

Для ефективного виконання цих заходів необхідно:

- Розробити календарний графік проведення ТО та ремонтів із чітким розподілом завдань, термінів виконання та відповідних осіб.

- Забезпечити наявність матеріально-технічної бази , включаючи запасні частини, інструменти та необхідне обладнання.

- Сформувати кваліфіковану ремонтну бригаду , що складається з підготовлених спеціалістів.

- Впровадити систему контролю якості , яка дозволяє оцінювати ефективність виконаних робіт.

Дотримання цих рекомендацій дозволить раціоналізувати процес обслуговування та ремонту тракторів, зменшити витрати ресурсів і забезпечити стабільне функціонування

машинно-тракторного парку.

# 2 РОЗРОБКА ПНЕВМАТИЧНОГО КАЛІБРАТОРУ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ РОБІТ

## 2.1 Обґрунтування необхідності конструкторської розробки

Вимоги до розробки дизайну:

– Підвищення продуктивності праці за рахунок оптимізації робочих процесів.

– Можливість виготовлення пристрою в умовах фермерської майстерні без залучення спеціалізованих підприємств.

– Дотримання норм охорони праці та промислової гігієни безпечно для використання обладнання.

– Покращення якості виконаних операцій , що дозволяє отримати більш точні результати.

– Мінімізація витрат на виробництво за рахунок використання доступних матеріалів і технологій.

– Термін окупності не повинен перевищувати три роки , що робить розробку економічно доцільною.

В рамках конструкторської частини дипломного проекту пропонується пневматичний калібратор , призначений для діагностики герметичності циліндро-поршневої групи двигунів внутрішнього згоряння без необхідності її демонтажу. Цей пристрій дозволяє оцінити рівень герметичності камери згоряння шляхом аналізу витоків повітря.

Стан циліндро-поршневої групи двигуна є одним із ключових факторів, що впливають на ефективність роботи автомобіля. Практика показує, що при справному стані двигуна час його запуску не перевищує 1–2% від загального простору, а витрати пального можуть бути зменшені на 8–10%. У разі несправностей запуск двигуна ускладнюється, що призводить до збільшення витрат пального та мастильних матеріалів.

Часто основною причиною такої проблеми є зношування деталей циліндро-поршневої групи, зокрема циліндрів, поршнів і поршневих кілець. Загальноприйнятий їх стан оцінюють після розбирання двигуна, що призводить до вимушеного простою техніки на тривалий час.

Запропонований пневматичний калібратор дає можливість застосувати технічний стан поршневої групи без демонтажу, використовуючи методику вимірювання додаткової витоки

повітря. Принцип дії пристрою базується на фіксації загального рівня витоку через зазори між знесеними деталями шляхом вимірювання падіння тиску. Це дозволяє швидко та точно діагностувати проблеми та тимчасово виконати виконання ремонтних робіт. У даному дипломному проекті представлено пневматичні калібратори , призначені для діагностики технічного стану опори сільськогосподарських візків і тракторів. Конструкція пристрою просто різною, що дає можливість виготовити його за допомогою в умовах фермерської майстерні, без використання складного обладнання чи дорогих матеріалів.

## 2.2 Аналіз існуючих конструкцій пристосувань

Для перевірки широкого технічного стану агрегатів вибирають різні пневматичні пристрої . Наприклад, для тестування паливних насосів використовується прилад НИИАТ-527Б [11] (рис. 2.1). Процес діагностики паливного насоса включає вимірювання тиску, який він створює, а також перевірку герметичності клапанів без необхідності демонтажу з автомобіля.

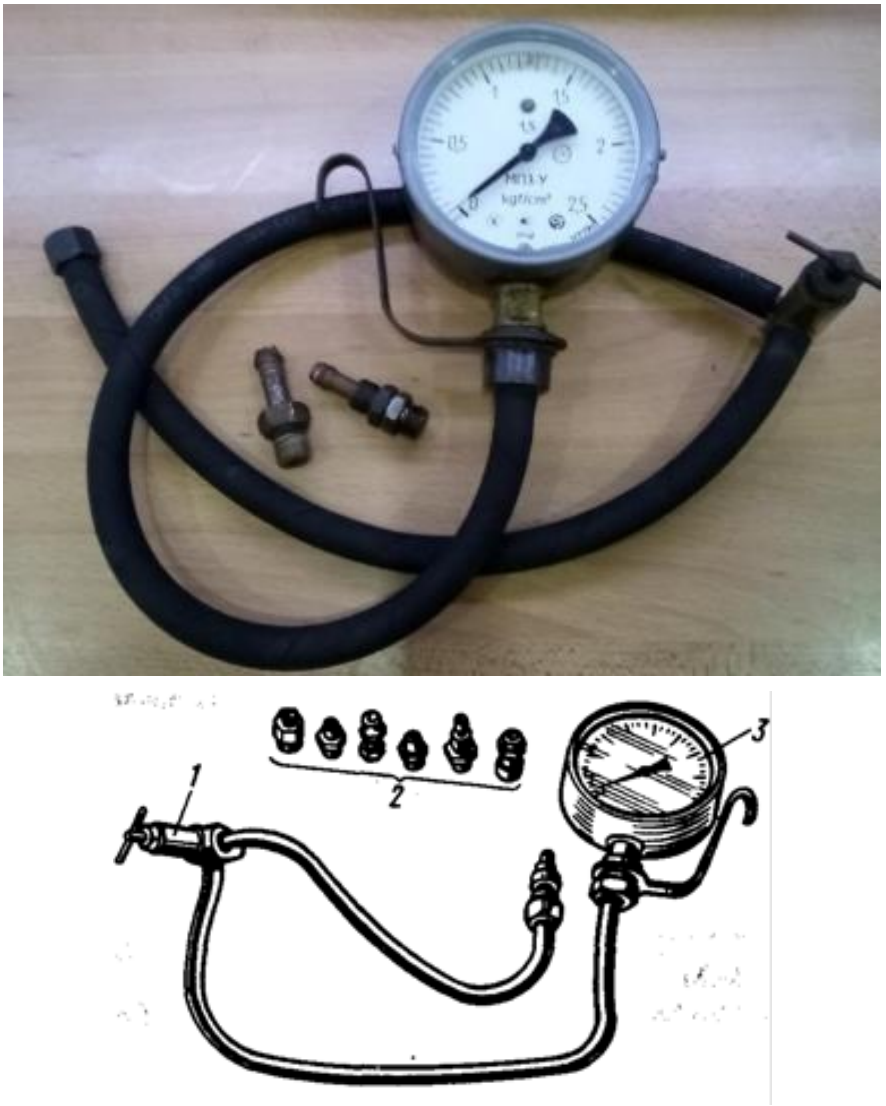



Рис. 2.1. Прилад НИИАТ-527Б для перевірки паливних насосів: І-Кран, 2 - змінні штуцера,

З – мановакуумметр.

Перед проведенням перевірки необхідно прогріти двигун до робочої температури, після чого заглушити його. Далі слід від'єднати паливопровід від бензонасоса до карбюратора та підключити до нього шланг діагностичного пристрою. Потім слід закрити голку крана пристрою на 2-3 оберти та увімкнути двигун, що дозволяє колінчастому валу працювати з мінімальною швидкістю. Показники створюваного тиску фіксуються за допомогою манометра.

Після цього голка крана повністю загинається, двигун зупиняється, а падіння тиску реєструється протягом 30 секунд . Якщо перепад тиску не перевищує 0,01 МПа , клапан паливного насоса залишається справним. Якщо голка крана знову відкручується, двигун запускається, і через 10-15 секунд робота повторно аналізує зміну тиску протягом 30 секунд . Швидке зниження тиску погіршує несправність клапана поплавкового механізму карбюратора, що може спричинити підвищення рівня палива в поплавцевій камері. Якщо паливний насос не створює необхідного тиску або виявлено витік пального з його корпусу, насос демонтується для подальшого огляду та ремонту.

Головний дефект цього пристрою – неможливість діагностики шатунно-поршневої групи двигуна. Її справність попереднім компресійним датчиком та пристроєм для вимірювання надлишкового тиску в картері двигуна.

Діагностика кривошипно-шатунного та газорозподільного механізму виконується на стійці Д-2 , а також на спеціалізованих стендах, що дозволяють оцінити тягові та економічні характеристики двигуна.

В умовах автотранспортного підприємства (АТП) заборонити такі методи діагностики двигуна за допомогою стійкості Д-2 :

- Вимірювання тиску в кінці такту стиснення.
- Оцінка рівня розрідження у впускному колекторі.
- Визначення тиску в газових магістралях.

Параметри стиснення є показником герметичності системи та відображають стан циліндрів, поршнів, поршневих кілець і клапанів. Для точного вимірювання стиснення застосовуються спеціальні компресійні пристрої. Для вимірювання рівня стиснення використовується спеціальний компресійний датчик (рис. 2.2.) [12]. Він оснащений

фіксованими індикаторними стрілками, шкалою для бензинових двигунів із межами вимірювання до 1,5 МПа , а також вимірювальним модулем для дизельних двигунів, що дозволяє фіксувати тиск до 10 МПа . Крім того, пристрій має вбудований реєстратор компресора, який забезпечує точний контроль параметрів стійкості під час діагностичних процедур.



Рис.2.2. Компресиметри

Перевірку компресії в карбюраторному двигуні здійснюють на прогрітому до 70-80°С двигуни з попередньо викрученими свічками запалення та повністю відкритими дросельною і повітряною заслінками. Для цього гумовий наконечник компресометра вставляють у свічковий відвір досліджуваного циліндра. Далі, за допомогою стартера, прокручують колінчастий вал двигуна протягом 10-15 обертів , після чого фіксують показники манометра.

Нормальне значення компресії для справного двигуна знаходиться в межах 0,74-0,80 МПа , тоді як критично допустиме значення становить 0,65 МПа .

Процедуру перевірки компресії виконують 2-3 рази для кожного циліндра. Допустима різниця між окремими циліндрами не повинна перевищувати 0,07-0,1 МПа .

Для визначення джерела несправності в вічковий відвір дають невелику кількість моторного масла та повторюють вимірювання. Якщо значення компресії зростає, це недолік про підвищені втрати повітря через зношені поршневі кільця. Якщо ж показники залишаються незмінними, проблема може бути пов'язана з негерметичністю клапанів, їх підгорянням або зношенням сідел клапанів. Ще одним пристроєм для діагностики циліндро-поршневої групи є пневмотестер К-272 [13]. Його конструкція включає:

— Блок живлення (1) , який містить редуктор та фільтр тонкого очищення повітря.

– Показчик (2) , що об'єднує в себе дросель, манометр і швидкозмінні муфти (3 і 5) , з'єднані між собою гнучкими повітропроводами та полівінілхлоридними трубками діаметром 8 мм .

– Штуцер , призначений для з'єднання пристрою з циліндром через свічковий отвір.

– Сигналізатор контролю початку тиску та контрольного дроселя .

Редуктор РДФ-3-2 дозволяє регулювати подачу стисневого повітря в діапазоні 0,25-0,8 МПа (2,5-8 кгс/см²) . Для підвищення точності вимірювань у покажчику використовується дросель із корундовою втулкою діаметром 1,2 мм . Робочий тиск стисненого повітря встановлюють редукторним вентилем на рівні 0,16 МПа .

Оцінка герметичності циліндра за рівнем падіння тиску на дроселі покажчика (2) , які пропорційні витрати повітря через тестований циліндр.

Місця витоку повітря випускають за характерним шипінням , використовуючи стетоскоп. Для більш точного виявлення несправностей слід підвищити тиск подачи стисненого повітря до 0,3-0,4 МПа .



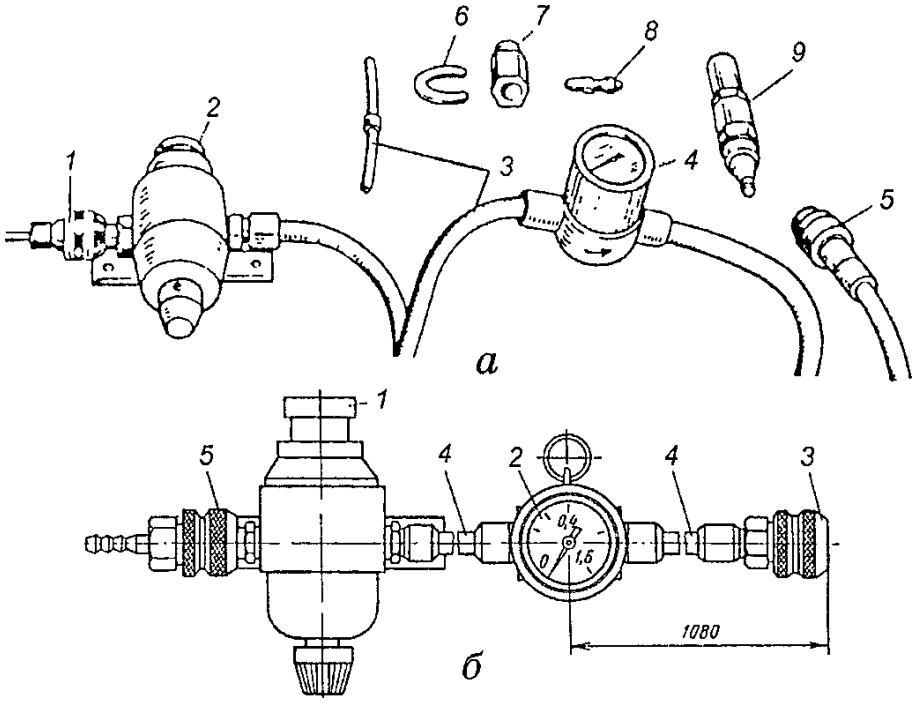



Рис. 2.3. Прилад К–272:

а) основні вузли й деталі пневмотестера; б) пневмотестер у зборі.

Ще одним способом діагностики циліндро-поршневої групи двигунів є аналіз кількості газів, які прориваються в піддон картера на різних режимах роботи двигуна. Стандартну перевірку забезпечує максимальних обертів під навантаженням , встановлюючи ведучі колеса автомобіля на бігові барабани випробувального стенда, що імітує реальні умови експлуатації.

Цей метод не набув широкого застосування у виробництві, проте використовує в лабораторіях та при активних випробуваннях двигунів. Для вимірювання об’єму проривних газів застосувати індикатор моделі КИ-13671-ГОСНИТИ (рис. 2.4.) [13].

Конструкція пристрою:

– Корпус (1) – має Г-подібну форму та оснащений різьбовими отворами для підключення сигналізатора (3) і патрубків (2) .

– Патрубки (2) – камінь для з’єднання пристрою з вентиляційною системою картера.

– Бічна кришка (11) – оснащена шкалою для візуального контролю витрат газу.

– Маховик (8) з прохідним перетином (9) – розташований усередині кришки та дозволяє регулювати потік повітря через пристрій.

Принцип роботи:

– Газ, що проривається в картер, проходить через патрубки (2) і надходить в корпус пристрою.

– Потік регулюється маховиком (8) , а його витрати фіксуються на шкалі (11) .

– Отримані значення дозволяють оцінити стан поршневої групи та герметичність з'єднання.

Завдяки цьому методу можна змінити рівень зношення деталей двигуна, а також вчасно виявити несправності, які можуть призвести до підвищення витрати палива та зниження ефективності роботи силового агрегату.

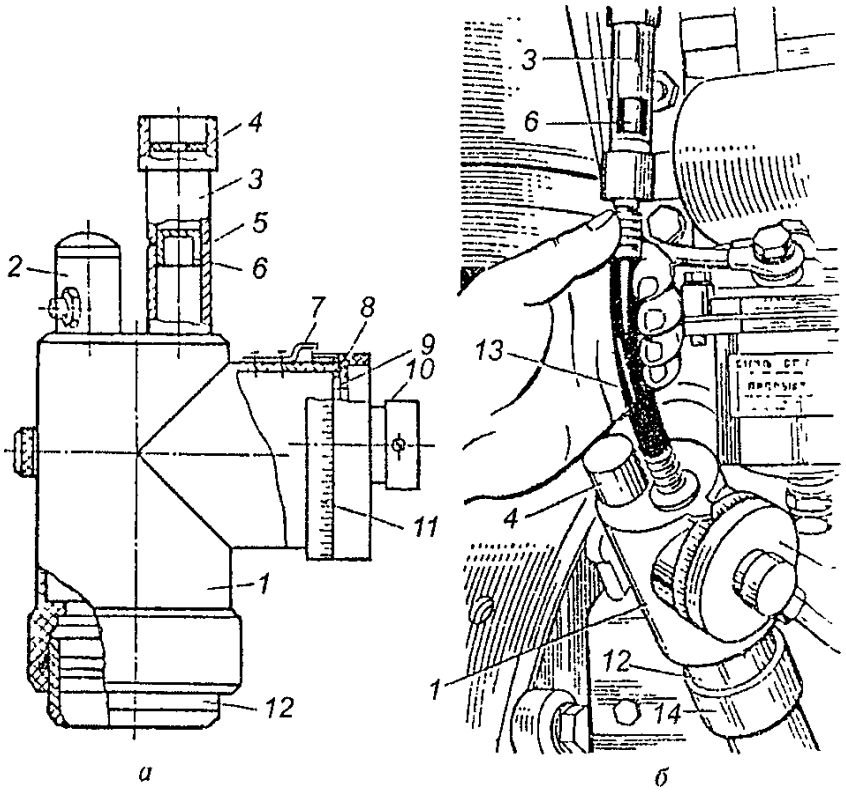



Рис. 2.4. Індикатор витрати газів КИ–13671– ГОСНИТИ: а – зовнішній вигляд; б – установка індикатору

Індикатор (6) використання для вимірювання об'єму газу, що прориваються в картер двигуна. На основі отриманих даних оцінка технічного стану циліндро-поршневої групи , що дозволяє виявити зношення або пошкодження її елементів.

## 2.3 Опис загальної будови та принципу роботи конструкції, що розробляється

Пневматичний калібратор складається з двох основних камер – постійного та змінного тиску, а також редуктора для регулювання подачі повітря. Камери між собою з'єднуються фітингами через змінні шайби з каліброваними отворами.

Розмір отвору в каліброваній шайбі підбирається залежно від необхідного рівня герметичності. Камера змінного тиску притискається до циліндра за допомогою гнучкої гумової насадки та фіксується спеціальним фітингом, що встановлюється на місці свічки запалювання. Після закручування керуючого фітинга пристрій підключається до компресорного агрегату, який забезпечує стиснене повітря.

За допомогою редуктора тиск у камері стабілізується на рівні 0,72 МПа , що контролюється манометром. Аналізуючи показання манометра, можна оцінити роботу двигуна — що нижчий показник тиску, то сильніше знесена циліндро-поршнева група.

Для інтерпретації даних використовують калібрувальні криві, які дозволяють перерахувати показання манометра у величину витоку газів у циліндрах. Доступні три змінні шайби з діаметром отворів 2, 3 або 5 мм , що забезпечують можливість тестування двигунів із різним рівнем герметичності. Для двигунів із меншою витратою повітря слід додати шайби з меншим отвором, а для потужніших — із більшим.

Основним недоліком пристрою є те, що при подачі повітря під тиском менше 0,72 МПа поршневе кільце не притискається належним чином до нижньої опорної поверхні канавки поршня, що спричиняє підвищений тиск повітря і може призвести до хибних висновків щодо стану циліндра. Якщо ж загальний тиск компресорного агрегату становить 1,5 МПа , то досягається оптимальне ущільнення поршневого кілця, що дозволяє отримати точніші результати вимірювання. Для забезпечення необхідного тиску в циліндрах у об’єкті пропонується впровадити систему виробництва, яка включає спеціалізований фітинг, який також підходить для вищезазначеного пристрою та повітророзподільника.

Конструкція передбачає, що зливна лінія через спеціальні фітинги та форсунки з'єднується з повітропроводом до редуктора на одному кінці, а на іншому — підключається до дозувальної камери та повітророзподільника. Останні водночас мають спільне з'єднання з циліндром двигуна.

Такий підхід дозволяє належним чином зафіксувати поршневе кільце перед початковим виміром, що забезпечує точність отриманих результатів і мінімізує похибки в певній герметичності циліндро-поршневої групи.

## 2.4 Обґрунтування параметрів пружин

Вихідні дані для розрахунку:

– Тиск повітря, що виходить із ресивера компресорної установки: – P =

1,5 *Мпа*

– Тиск повітря, що виходить з редуктора: $P = 0{,}72$ *МПа*

– Коливання тиску повітря на виході редукційного механізму:* $P_2 = 1{,}46$ *МПа*

Здійснимо розрахунок робочої площі клапана [14] визначаємо за формулою (2.1).

Здійснимо розрахунок площі гумової мембрани [14, 15] визначаємо за формулою (2.2).

Виконаємо розрахунок площі отвору запірного клапана визначаємо за формулою (2.3).

В процесі роботи редуктора обчислюємо зусилля, які діють на пружини.

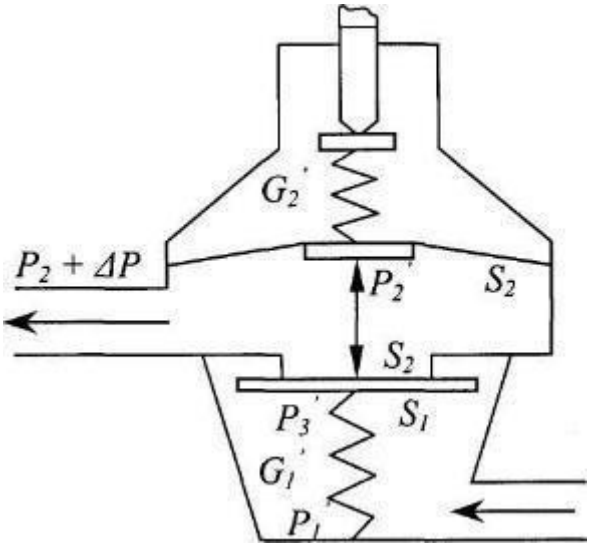



Рисунок 2.5. Схема сил, що діють на клапан редуктора при його закритті $G_1$, $G_2$ – сила стискання запірної та регулювальної пружини при закритому клапані, $P_1$, $P_2$, $P_3$ – тиск повітря відповідно на клапан та манометр ($P_2$), $S_1$, $S_2$ – площа клапана та мембрани

Сформулюємо рівняння рівноваги для штока механізму в закритому положенні клапана визначаємо за формулою (2.4).

Виконаємо розрахунок складових окремо:

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

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

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

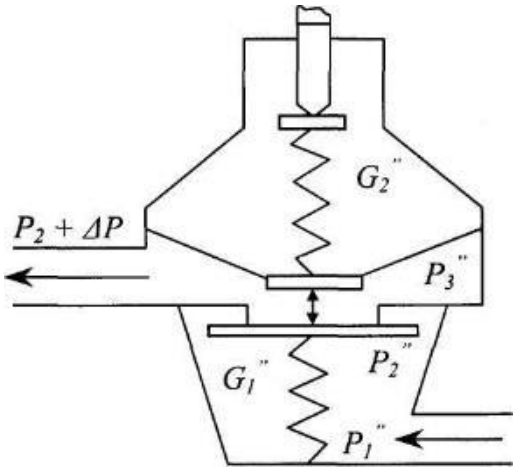



Рисунок 2.6. Схема сил, що діють на клапан редуктора при його відкриванні $G_1$, $G_2$ – сила стискання запірної та регулювальної пружини при відкритому клапані, $P_1$, $P_2$, $P_3$ – тиск повітря відповідно на клапан та манометр ($P_2$), $S_1$, $S_2$ – площа клапана та мембрани

Розглянемо умови рівноваги штока механізму при відкритому положенні клапана та складемо відповідне рівняння рівноваги визначаємо за формулою (2.6).

Зідси $P_1 = P_1 = 78{,}5$ 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, величина зусилля, що чиниться замикаючою пружиною, визначається як визначаємо за формулою (2.7).

Визначимо амплітуду ходу клапана в межах його крайнього верхнього та нижнього положень:

$$\lambda_{lim} = 10\text{мм} = 0{,}01\text{м}$$

Матеріал пружини обирається з урахуванням характеру навантаження. Для незначних механічних навантажень оптимальним є холоднокатаний дріт із сталі 8АЕ-1350 під маркуванням дріт-І-П-2.00 згідно з вимогами ДСТУ ISO 8458-2 [17].

Характеристики цього дроту:

- Межа міцності при розтягуванні: τ3 = 15·108 Н/м$^2$;
- Максимально допустиме робоче напруження: [τ]тах = 4,5х108 Н/м$^2$;
- Модуль пружності матеріалу: Е = 8 х 10 $^8$Н/м$^2$.

Розглянемо розрахунок граничного значення робочого напруження, що допускається для матеріалу пружини:

$$[\tau] = 0{,}75 \cdot [\tau]_{max} = 0{,}75 \cdot 4{,}5 \cdot 10^8 = 3{,}37 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2$$

Основні параметри пружини розраховуються після визначення сили, що спричиняє

напруження 9,8x$10^7$ Н/м$^2$. Відповідне рівняння має вигляд (2.9)

Підставивши відомі значення у формулу, знаходимо:

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

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

На основі визначеного навантаження виконується обґрунтування конструктивних параметрів регулювальної та замикаючої пружин:

Для регулювальної пружини при $P_{10}$ = 75 Н.

| Параметр | Позначення параметру | Одиниця вимірювання | Величина параметру |
|---|---|---|---|
| Діаметр дроту з якого виготовлено пружину | d | мм | 4 |
| Средньозважений діаметр готової пружини | $D_{сер}$ | мм | 20 |
| Крок витків пружини | λ | мм | 0,3 |
| Внутрішній діаметральний розмір пружини | $D_{вн}$ | мм | 16 |

Для запірної пружини $P_{10}$ = 79 Н

| Параметр | Позначення параметру | Одиниця вимірювання | Величина параметру |
|---|---|---|---|
| Діаметр дроту з якого виготовлено пружину | d | мм | 4 |
| Средньозважений діаметр готової пружини | $D_{сер}$ | мм | 20 |
| Крок витків пружини | λ | мм | 0,3 |
| Внутрішній діаметральний розмір пружини | $D_{вн}$ | мм | 16 |

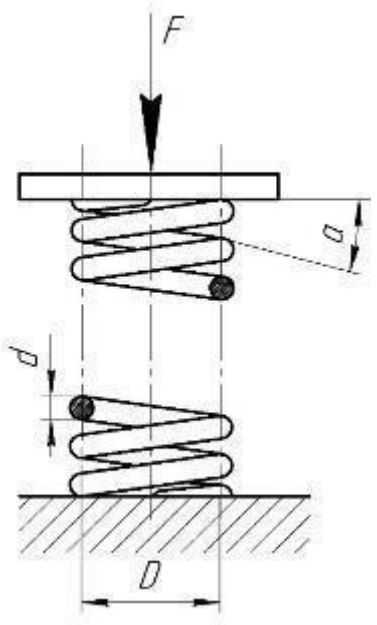



Рис. 2.7. Параметри пружин

Спираючись на отримані дані та побудовану схему розподілу сил, проведемо уточнення розрахунків. Обчислимо максимальне напруження, що виникає в перерізі витків пружини за формулою (2.10-2.11)

При:

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

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

Тоді виходить:

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

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

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

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

На наступному етапі проводимо розрахунок кількості робочих витків пружини для забезпечення її належної роботи за формулою (2.12)

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

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

З метою створення надійної опорної поверхні до кожного кільця пружини додається

0,75 опорних котушок, частково заземлених у площині, що перпендикулярна осі пружини, аби захистити опорну поверхню від пошкоджень.:

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

$$\mathrm{i}_1 = 12{,}2 + (2 \cdot 0{,}75) = 13{,}7 \text{ витків}$$

Проводимо розрахунок висоти пружини при її максимальному стисненні за фомулою (2.13).

Тоді:

$$\mathrm{H}_\mathrm{a} = (14 - 0{,}5) \cdot 0{,}004 = 0{,}054\text{м}$$

$$\mathrm{H}_\mathrm{a} = (13{,}7 - 0{,}5) \cdot 0{,}004 = 0{,}053\text{м}$$

Для гарантування належної функціональності пружини необхідно забезпечити зазор $\delta_\mathrm{p}$між витками. Обчислимо величину цього зазору згідно з розрахунками за формулою (2.14).

Величина кроку витків пружини визначається за формулою (2.15).

Тоді:

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

$$h1 = 0{,}004 + \left(\frac{0{,}010}{13{,}7}\right) - 0{,}004 = 0{,}076 \text{ м}$$

Розраховуємо максимальний хід пружини, що виникає при досягненні граничного стиску за такою формулою (2.16).

$$\lambda_{\mathrm{гр}} = 0{,}010 + 14 \cdot 0{,}004 = 0{,}016 \text{ м}$$

$$\lambda_{\mathrm{гр1}} = 0{,}010 + 13{,}7 \cdot 0{,}004 = 0{,}016 \text{ м}$$

Визначаємо зусилля, при якому витки пружини починають контактувати один з одним під час її стиснення за формулою (2.17).

$$\mathrm{P}_{\mathrm{гр}} = 258{,}2 \cdot \frac{0{,}016}{0{,}004} = 1030{,}0 \text{ Н}$$

$$\mathrm{P}_{\mathrm{гр1}} = 267{,}8 \cdot \frac{0{,}016}{0{,}004} = 1070{,}0 \text{ Н}$$

З урахуванням виконаних розрахунків визначаємо точну довжину пружини за формлою (2.18).

$$\mathrm{H}_0 = \mathrm{H}_d + \mathrm{i} \cdot (h - d) \qquad (2.18)$$

$$\mathrm{H}_0 = 0{,}057 + 12{,}5 \cdot (0{,}076 - 0{,}004) = 0{,}164 \text{ м}$$

$$\mathrm{H}_{01} = 0{,}057 + 12{,}8 \cdot (0{,}077 - 0{,}004) = 0{,}105 \text{ м}$$

Не менш важливим параметром пружини є кут нахилу осі її витків за формулою (2.19).

$$tg\alpha_0 = \frac{0{,}076}{3{,}14 \cdot 0{,}020} = 1{,}21 \text{ отже кут } \alpha_0 = 50°$$

$$tg\alpha_{01} = \frac{0{,}077}{3{,}14 \cdot 0{,}020} = 1{,}23 \text{ отже кут } \alpha_0 = 50°$$

Для створення пружини необхідно визначити довжину дроту, яка залежить від конструктивних особливостей майбутнього виробу за формулою (2.20).

$$l = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}020 \cdot 14}{0{,}64} = 1{,}37\text{м}$$

$$l_1 = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}020 \cdot 13{,}7}{0{,}64} = 1{,}34\text{м}$$

Схематичне зображення навантаження, а також епюри крутного моменту і зсувного напруження для пружини подано на рисунку 2.7.

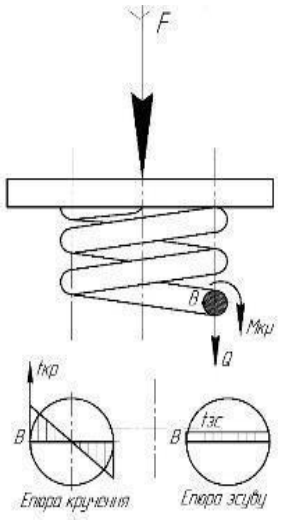



Рис. 2.8. Епюри кручення та зсуву для розрахованої пружини

## 2.5 Обгрунтування міцнісних параметрів натискного гвинта

Спершу слід визначити напруження, яке виникає в гвинтовому елементі під дією навантаження за формулою (2.21).

Уточнюємо значення площі поперечного перерізу натискного гвинта для подальших розрахунків з формулою (2.22).

$$F = \frac{\pi \cdot d_{\text{ВН}}^2}{4} \qquad (2.22)$$

де $d_{\text{ВН}}^2$ – позначає діаметр різьблення натискного гвинта, виміряний по западинах профілю, в міліметрах (мм).

Розрахуємо діаметр різьблення натискного гвинта по западинах, виходячи з допустимого значення міцності матеріалу за формулою (2.23).

Тоді за формулою (2.24).

З урахуванням об'єму камери та габаритів пружин, діаметр гвинта разом із

параметрами різьблення збільшуємо до технологічно доцільного 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 вище зазначене визначаємо небезпечні перерізи гвинта і будуємо епюри зовнішньої сили (N) яка дії на гвинт та напружень (σ). Єпюри наведено на рис. 2.9.

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

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

Визначимо величину крутного моменту, який виникає у критичному перерізі. Цей момент відповідає силі тертя, що діє у зоні різьбового з'єднання, і фактично дорівнює моменту тертя, що виникає у різьбі гвинта за формулою (2.25).

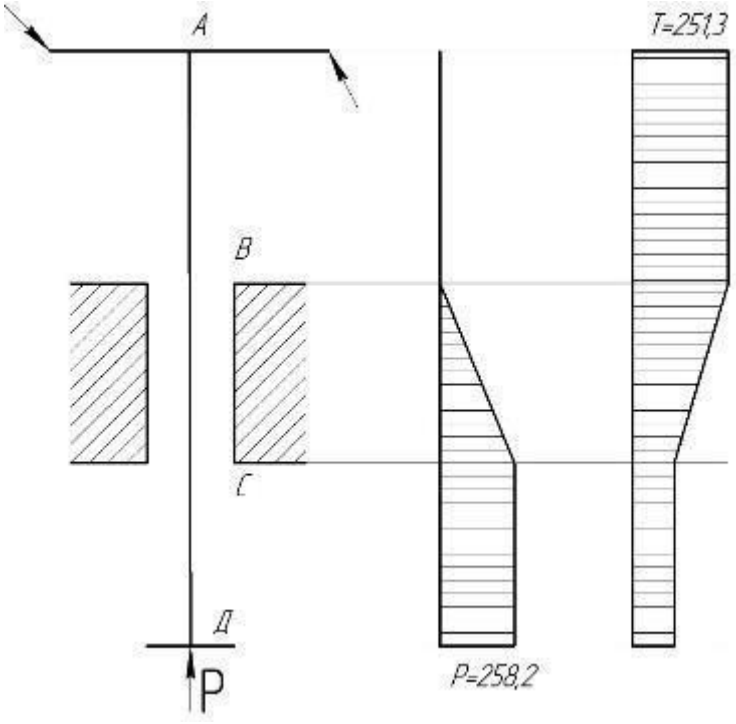



Рис. 2.9. Схема для розрахунку натискного гвинта

У результаті проведених проєктних розрахунків було розроблено пристрій для діагностики циліндро-поршневої групи двигунів внутрішнього згоряння, головною особливістю якого є можливість попереднього натискання поршневих кілець. Це забезпечує високу точність вимірювання та дозволяє більш об'єктивно оцінити герметичність циліндрів.

# 3 ОХОРОНА ПРАЦІ

## 3.1 Сучасний стан охорони праці у господарстві

На приватних підприємствах система управління охороною праці спрямована на забезпечення безпеки та здоров’я працівників при продовженні їх професійної діяльності, а також на створення оптимальних умов праці, які зводять до мінімуму ризики травматизму, професійних захворювань та інших негативних наслідків.

При розробці цієї системи враховуються:

– Особливості виробничого процесу конкретного підприємства.

– Діючі управлінські структури та стратегічні плани підприємства.

У межах системи управління охороною праці чітко визначено:

Ключові учасники процесу:

– Фахівець з охорони праці.

– Директор підприємства.

– Заступник керівника з виробничих питань (на об'єктах, що ознайомлюються з виробничою діяльністю).

Основні завдання:

– Організація ефективної роботи допоміжних підрозділів (бухгалтерія, відділи маркетингу, логістики тощо).

– Забезпечення безпечних і комфортних умов праці в структурних підрозділах (цехах, відділах, виробничих зонах).

Відповідальність у сфері охорони праці: керівник підприємства несе повну відповідальність за рівень безпеки на робочих місцях та виконання встановлених норм і вимог.

Організація охорони праці включає: розробку та реалізацію комплексу заходів, які охоплюють:

– Організаційно-технічні аспекти.

– Санітарно-гігієнічні норми та правила.

Така система погіршує формування безпечного та продуктивного робочого середовища, мінімізуючи ризики та покращуючи загальний рівень охорони праці на підприємствах.Організація охорони праці на приватному підприємстві

Основна мета впровадження системи охорони праці – збереження життя та здоров’я

всіх осіб, які беруть участь у виробничому процесі.

Результати впровадження ефективної системи охорони праці: на підприємстві, де працює 28 осіб, запровадження системи охорони праці дало позитивні результати. Серед основних досягнень — зменшення випадків травматизму та професійних захворювань, підвищення ефективності праці, а також формування позитивного іміджу підприємства.

Організація служби охорони праці: у зв'язку з невеликою кількістю персоналу, підприємство не має змоги утримувати окремого фахівця з охорони праці. Його обов'язки виконує головний інженер, який пройшов спеціальне навчання та має відповідний дозвіл на виконання цих функцій.

Виявлені недоліки та стан охорони праці: незважаючи на наявність відповідального працівника, рівень організації охорони праці залишається низьким. Перевірка, проведена у 2013 році обласним управлінням охорони праці та Департаментом гігієни, виявила значні порушення. Частина виробничої техніки була непридатною до використання, а водозабірні свердловини — закриті через перевищення рівня нітратів у воді. Наразі ситуація суттєво не покращилася.

Позитивні зміни та проблеми умов праці: на підприємстві було відновлено систему питного водопостачання та відремонтовано частину обладнання. Водночас залишаються серйозні проблеми з умовами праці: відсутність побутових приміщень для персоналу, необхідність переодягання просто на робочих місцях, а також недостатнє забезпечення спецодягом.

Рекомендації щодо покращення: підприємству необхідно впровадити більш сучасні заходи з охорони праці, модернізувати технічну інфраструктуру, покращити побутові умови працівників та забезпечити їх засобами індивідуального захисту відповідно до чинних стандартів.

## 3.2 Вимоги безпеки праці для малярів

Перед початком виконання обов'язків маляр транспортних засобів зобов'язаний пройти первинний інструктаж з охорони праці, а надалі — повторний інструктаж кожні три місяці. Усі проведені інструктажі фіксуються у спеціальному журналі, де ставлять підписи як інструктор, так і маляр.

Під час виконання робіт маляри можуть наражатися на низку небезпечних і шкідливих чинників: недостатня захищеність робочої зони, хаотичне розташування інструментів,

відсутність належного обладнання та засобів захисту, забруднене повітря, висока температура, шум, вібрації, а також низький рівень професійної підготовки.

Для забезпечення безпеки працівникам видаються засоби індивідуального захисту: бавовняний комбінезон, шкіряне взуття, синтетичні рукавички, каска, респіратор і захисні окуляри. Роботи дозволяється виконувати лише у спеціально обладнаних зонах: фарбувальних камерах, сушильних боксах або на станціях ручного фарбування. Заборонено застосування фарб і розчинників без відомого складу та належної документації.

Перед початком роботи маляр повинен вдягти спецодяг, увімкнути вентиляцію, перевірити справність обладнання та підготувати всі необхідні матеріали. Під час фарбування особливу увагу слід приділити огляду обладнання, перевірці тиску, герметичності з’єднань, стану електросистем. Якщо фарбується транспорт з газовими балонами, їх слід попередньо спорожнити й очистити.

Під час роботи не допускається присутність сторонніх осіб. Необхідно дотримуватися правил безпеки при використанні фарборозпилювача, зокрема — тримати його вертикально та контролювати відстань до поверхні. Забороняється фарбувати поблизу відкритого вогню, електрообладнання або газових установок.

Фарбування великогабаритних об’єктів вимагає застосування надійних підмостків і драбин. Вони повинні бути встановлені на рівній поверхні та перевірені перед початком робіт. Категорично заборонено використання бензину та етилованого бензину як розчинників через високу небезпеку.

При видаленні старого покриття хімічними засобами необхідно використовувати гумові рукавички для уникнення опіків і подразнень. Забороняється працювати без засобів захисту, палити чи використовувати відкритий вогонь у зоні фарбування. Також не можна працювати без вентиляції чи з несправним обладнанням, яке може утворювати іскри.

Після завершення роботи слід відключити обладнання, прибрати робоче місце, очистити інструменти, утилізувати використані матеріали в безпечний спосіб, вимити руки та при можливості — прийняти душ. У випадку використання фарб зі свинцем, необхідно провести додаткові гігієнічні заходи.

У разі надзвичайної ситуації — отруєння, поранення або пожежі — слід діяти згідно з інструкцією: надати першу допомогу, викликати екстрені служби, повідомити керівництво. Для зупинки кровотечі застосовуються перев’язувальні матеріали, підняття кінцівки, притискання судини або накладання джгута.

У випадку виникнення пожежі необхідно негайно використати доступні засоби пожежогасіння, викликати пожежну службу та повідомити керівника. Усі дії у надзвичайних ситуаціях мають відповідати встановленим інструкціям.

Поточна оцінка підприємства свідчить, що рівень охорони праці загалом задовільний. Дотримання вимог безпеки забезпечує належний хід технологічних процесів та знижує ймовірність травматизму. У подальшому необхідно скласти план покращення умов праці, передбачити фінансування заходів та приділити особливу увагу аграрному сектору, де знання з охорони праці залишаються на низькому рівні, попри високий рівень ризику.

# 4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Здійснимо оцінку ефективності техніко-економічних показників діяльності сервісної служби, що функціонує у складі фермерського господарства. Майстерня, яка забезпечує виконання ремонтно-обслуговуючих робіт, займає площу 372 м². Загальний обсяг виконаних за звітний період робіт становить 12 541 людино-годину, що еквівалентно 41,8 умовним ремонтам.

Для визначення рівня економічної доцільності функціонування цієї служби використано відповідні техніко-економічні показники, згруповані у таблиці 5.1. Ці дані дають можливість провести порівняльний аналіз продуктивності, використання ресурсів та визначити напрями для оптимізації роботи майстерні.

Таблиця 4.1 – Вихідні дання проекту

| Показники | Позначення показників | Значення показників |
|---|---|---|
| Об'єм робіт з ремонту та ТО, ум. рем. | $Q$ | 41,8 |
| Штат робітників за основним місцем роботи, чол | $К_{пр}$ | 6 |
| Заробітна плата виробничих робітників, грн. | $ЗП_{ср}$ | 12000 |
| Витрати коштів на придбання обладнання, грн. | $Б_{пр}$ | 412000,00 |
| Об'єм електроенергії, що витрачається за рік, кВт/год. | $Q_{ел}$ | 33652 |
| Вартість однієї кВт/години, грн. | $Ц_{ел}$ | 6,00 |
| Вартість одного умовного ремонту, грн. | $Ц_{ум.рем.}$ | 33300,00 |

Під час аналізу економічної доцільності дипломного проєкту доцільно розглянути такі ключові показники, як загальна вартість виконаних ремонтних заходів, розмір експлуатаційних витрат, а також термін, необхідний для повної окупності інвестиційних вкладень [19]. Розрахунок цих параметрів дозволяє об’єктивно оцінити економічну ефективність запропонованих рішень та обґрунтувати доцільність реалізації проєкту на практиці:

1. Для розрахунку загальної вартості виконаних ремонтних робіт, позначеної як $В_{пр}$, доцільно застосувати наступну формулу (у грошовому вираженні, грн) (4.1):

2. Витрати на експлуатацію, пов'язані з управлінням господарством та

обслуговуванням виробничого процесу визначаємо за формулою (4.2 – 4.3).

$$ЗП = 12000 \cdot 6 \cdot 12 = 864000{,}00 \text{ грн}$$

де 12 – кількість робочих місяців у році.

Відрахування на знос будівель, споруд та обладнання за формулою (4.4).

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

Витрати на оплату спожитої електроенергії, грн. за формулою (4.5).

$$В_{ел} = 33652 \cdot 6{,}00 = 201912{,}0 \text{ грн;}$$

Витрати на оплату ремонтних матеріалів, зокрема на виконання поточного ремонту та планових технічних обслуговувань. Зазвичай ці витрати становлять 30% від амортизаційних відрахувань визначаємо за формулою (4.6)

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

Інші непередбачені витрати. Зазвичай такі витрати становлять 3% від загальних витрат на експлуатацію визначаємо за формулою (4.7).

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

Визначимо загальні витрати на експлуатацію:

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

Визначимо загальну собівартість ремонтних робіт у господарстві за формулою (4.8).

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

Отже, річний прибуток господарства від технічного обслуговування та ремонтів визначаємо за формулою (4.9).

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

Розрахуємо рівень рентабельності підприємства за формулою (4.10)

3. Визначаємо період окупності додаткових інвестицій.

$$Т_0 = \frac{Б}{П} = \frac{412000{,}0}{148692{,}0} = 2{,}77 \text{ років}$$

Ключові результати розрахунків подаємо в додатку С.

Проведена економічна оцінка проекту вказує на його доцільність, так як рентабельність ремонтних робіт складає 12 %, а термін окупності складає майже 3 роки.

# ВИСНОВОК

1. У рамках дипломного проєкту нами було розроблено та обґрунтовано організаційно-технологічні рішення щодо створення та ефективного функціонування сервісної служби у фермерському господарстві «ОЛЛА».
На основі проведених досліджень сформульовано такі узагальнюючі висновки та рекомендації:

2. Аналіз показав, що ремонтно-обслуговувальна база господарства фактично не функціонує належним чином. Спостерігається систематичне порушення термінів виконання регламентованих робіт із технічного обслуговування (ТО) та ремонту, що пов’язано з відсутністю чіткої системи сервісного обслуговування сільськогосподарської техніки.

3. Вивчення організації технічного обслуговування машинно-тракторного парку виявило значні недоліки. Технічному обслуговуванню приділяється недостатньо уваги, попри значну кількість наявної техніки. Регламентовані ТО виконуються з порушенням строків, а щоденне обслуговування взагалі не здійснюється.

4. На основі річних звітів було проведено аналіз витрат на ремонт та експлуатацію техніки, а також її технічного стану. За підсумками дослідження рекомендовано організувати проведення технічного обслуговування в окремому приміщенні, відокремленому від ремонтної майстерні. Це обґрунтовано тим, що існуюча майстерня (18 × 12 м) має недостатню площу, що створює труднощі в організації ТО через зайнятість простору ремонтованою технікою.

5. Запропоновано комплекс заходів для оптимізації технологічного процесу ремонту та технічного обслуговування машинно-тракторного парку. Передбачено впровадження агрегатно-вузлового методу ремонту, який виконуватиметься на тупикових постах, а для проведення технічного обслуговування застосовуватиметься постова система.

6. Визначено річний обсяг ремонтних і технічних робіт у фермерському господарстві. Зокрема, загальна кількість виконаних ремонтів становить 41,8 умовних ремонтів, а загальна трудомісткість ремонтно-обслуговувальних робіт сягає 12 541 людино-годину.

7. Частка робіт пункту технічного обслуговування становить 21,6 умовного ремонту..

8. Було проведено розрахунок кількамісячного складу персоналу Пункту технічного обслуговування (ПТО), який складається з трьох основних працівників: механіка (яка одночасно виконує функції завідувача), слюсаря та молодшого обслуговуючого персоналу. Загальна чисельність працівників, враховуючи допоміжний персонал, становить шість осіб.

9. Розраховано основні параметри пункту технічного обслуговування та підібрано відповідне обладнання. Загальна площа приміщення ПТО становить 372 м², з габаритними розмірами 24 × 15,5 м.

10. Розроблено графік завантаження ремонтних працівників ПТО, що забезпечує рівномірний розподіл робочого навантаження протягом усього року, а також дозволяє повністю підготувати сільськогосподарську техніку до проведення агротехнічних робіт.

11. Оцінка стану охорони праці у господарстві дала змогу розробити найбільш травмонебезпечні території, серед яких найбільша загроза стане експлуатацією машинно-тракторного парку. У зв’язку з цим був розроблений комплекс заходів, спрямованих на покращення умов праці для співробітників, зокрема малярів.

12. Проведений економічний аналіз ефективності проекту підтвердив його доцільність. Орендабельність ремонтних робіт оцінюється на рівні 12%, а термін повної окупності проекту становить приблизно 3 роки.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для підготовки документації на дипломне проектування для студентів денної і заочної форми навчання Інституту механізації і електрифікації сільського господарства напряму підготовки 6.100102„ Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва”, освітньо-кваліфікаційних рівнів: „бакалавр”, „спеціаліст”, „магістр” / А.В. Рудь, І.М. Бендера, В.І. Дуганець, Ю.І. Панцир, І.О. Мошенко, О.В. Думанський; за ред. А.В. Рудя – Кам’янець-Подільський, ПДАТУ, 2014. – 127 с.

2. Дипломне проектування з ремонту машин агропромислового комплексу / І.М. Бендера, А.М. Оленюк, П.П. Федірко та ін. / За редакцією І.М. Бендери, А.М. Оленюка. Кам’янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2012. – 480 с.

3. Сидашенко О.І. та інші Ремонт машин. – К.: Урожай, 1994. – 134с.

4. Курсове и дипломне проектування по ремонту машин (Під ред. А.П. Смелова – 3-е вид.) – К.: Урожай, 2004 – 192 с.

5. Авдєєв М.О., Воловик Є.Л., Ульман І.Є. Технологія ремонту машин і обладнання. – К.: Урожай, 1996 – 247с.

6. Бабусенко С. М. Проектування ремонтно-обслуговуючих підприємств. – К.: Вища школа, 2000.

7. Бендицький Е.Я. Технічне обслуговування колісних тракторів.–К.: Знання, 2003. – 124 с.

8. Попов Г.О. Ремонт шасі тракторів. – Х.: Машинобудування, 2005. – 207 с.

9. ДСТУ 2498-94. Основні норми взаємозамінності. Допуски форми та розташування поверхонь. Терміни та визначення, Введ. 01.07.95, – 22 с.

10. ДСТУ 2500-94. Основні норми взаємозамінності. Єдина система допусків і посадок. Терміни та визначення. Позначення і загальні норми. Введ. 01.07.95, – 24 с.

11. ДСТУ 321-96. Система конструкторської документації. Терміни та позначення основних понять. Введ. 01.01.97, – 18 с.

12. ДСТУ 2413-94. Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні. Терміни та визначення, Введ. 01.01.95, – 28 с.

13. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. Київ. Знання. – 2000. – 205 с.

14. Запольський А.К. Основи екології. Підручник/ – К: Вища школа, 2001. – 358 с.

15. Ільченко В.Ю. Машиновикористання в аграрному виробництві. –К.:Вища школа, 1996, – 384 с.

16. Ільченко В.Ю. Експлуатація машинно –тракторного парку в аграрному виробництві. – К.: Вища школа., 1993, – 288 с.

17. Канарєв Ф.М., Переточин М.О., Гряник Г.М. Охорона праці: Навчальний посібник. – К.: Урожай, 2002. – 286 с.

18. Лехман С.Д. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. – К.:Урожай, 1993. – 273 с.

19. Неткачов Г.В. Організація технічного обслуговування машин в господарстві. К., "Урожай", 2001. – 192 с.

20. Охорона праці в сільському господарстві. Довідник. К.Агросвіт – 2000. – 214 с.