

**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 ТО і поточного ремонту машино-тракторного парку в умовах ФГ «Сугак В.В.» Охтирського району Сумської області»

Виконав:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Руденко О.О.

(Прізвище, ініціали)

Група:

АІ 2201-2ст

(Науковий) керівник:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Радчук О.В.

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 208 Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
агроінжинірингу

Шуляк М.Л.

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024 року

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

Руденку Олексію Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Організація ТО і поточного ремонту машино-тракторного парку в умовах ФГ «Сугак В.В.» Охтирського району Сумської області, керівник роботи: Радчук Олег Володимирович к.т.н., доцент,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “10” 10 2024 року № 3484/ос

2. Строк подання здобувачем роботи: “13” травня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: *Матеріали звітів з виробничої практики в господарстві. Нормативно-технічна документація по розробці технологічних процесів ремонту і технічному обслуговуванню. Методичні вказівки до виконання бакалаврських дипломних проєктів.*

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

1. *Загальна характеристика господарства.*

2. *Технологічна частина.*

3. *Технологічні розрахунки ремонтної майстерні.*

4. *Конструкторська розробка.*

5. *Охорона праці.*

6. *Економічне обґрунтування.*

*Висновки і пропозиції.*

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: Загальна характеристика господарства. Схема технологічного процесу ремонту техніки господарства. Складальне креслення пристрою для випресовування гільз. Креслення деталей конструкторської розробки. Техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Хворост Т.В.		
Економічне обґрунтування	Тарельник Н.В.		
Нормоконтроль	Воліна Т.М.		

7. Дата видачі завдання: “30” вересня 2024 року

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Обрання теми	до 30.09.2024р.	
2.	Складання плану роботи	до 30.11.2024р.	
3.	Написання вступу	до 10.12.2024р.	
4.	Підготовка розділу «Загальна характеристика господарства»	до 10.01.2025р.	
5.	Підготовка розділу «Технологічна частина»	до 10.02.2025р.	
6.	Підготовка розділу «Технологічні розрахунки ремонтно-обслуговуючої майстерні»	до 10.03.2025р.	
7.	Підготовка розділу «Конструкторська розробка»	до 10.04.2025р.	
8.	Підготовка розділу «Охорона праці»	до 20.04.2025р.	
9.	Підготовка розділу «Економічне обґрунтування»	до 31.04.2025р.	
10.	Підготовка висновків і пропозицій, списку використаних джерел, додатків.	до 10.05.2025р.	
11.	Подання роботи на перевірку унікальності	до 13.05.2025р.	
12.	Подання роботи на рецензування	до 15.05.2025р.	
13.	Подання роботи до попереднього захисту	до 20.05.2025р.	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
(підпис)

Руденко О.О.  
(прізвище та ініціали)

Керівник  
кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Радчук О.В.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота охоплює вступ, шість основних розділів, висновки, вміщена на 58 сторінках текстового матеріалу, включає 2 рисунки, 20 таблиць, 2 додатки та 12 креслень. Перелік використаних джерел налічує 28 найменування, з них 6 іноземні публікації.

Основна мета дослідження полягає в розробці системи технічного обслуговування та поточного ремонту машинно-тракторного парку ФГ «Сугак В.В.», що базується в Охтирському районі Сумської області.

У дослідженні проаналізовано ключові аспекти функціонування ремонтного підрозділу ФГ «Сугак В.В.» у зазначеному районі. Основна спеціалізація підприємства – вирощування зернових. У роботі детально висвітлено технологічні процеси, що застосовуються в ремонтному цеху, проведено оцінку трудомісткості операцій та розраховано потребу в робочій силі. Запропоновано інноваційне інженерне рішення для зняття гільз циліндрів двигуна вантажного автомобіля ГАЗ 53 з оцінкою міцності його конструкції. Розроблено набір заходів для гарантування безпеки праці. Техніко-економічне обґрунтування підтвердило вигідність і результативність діяльності ремонтного підрозділу підприємства.

Ключові слова: ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ПОТОЧНИЙ РЕМОНТ, КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ, ДІАГНОСТИКА, МАШИННО-ТРАКТОРНІ СИСТЕМИ.

## ABSTRACT

The qualification work thesis includes an introduction, six main sections, conclusions, is placed on 58 pages of text material, includes 2 illustrations, 20 tables, 2 appendices and 10 drawings. The list of sources used includes 28 names, of which 6 are foreign.

The main objective of the study is to develop a system of technical maintenance and current repair of the machine and tractor fleet of the Agricultural Production Group "Sugak V.V.", based in the Okhtyrsky district of the Sumy region.

The study analyzed the key aspects of the functioning of the repair unit of the Agricultural Production Group "Sugak V.V." in the specified district. The main specialization of the enterprise is the cultivation of cereals. The work covers in detail the technological processes used in the repair shop, an assessment of the labor intensity of operations and a calculation of the need for labor. An innovative engineering solution for removing cylinder liners from a GAZ 53 truck engine with an assessment of its structural strength has been proposed. A set of measures to ensure occupational safety has been developed. The feasibility study has confirmed the profitability and effectiveness of the company's repair department.

**Keywords:** TECHNICAL MAINTENANCE, CURRENT REPAIR, OVERHAUL, DIAGNOSTICS, MACHINERY AND TRACTOR SYSTEMS.

## Зміст

	Стор.
Анотація	
Вступ	6
1. Загальна характеристика господарства	8
2. Технологічна частина проекту ремонтної майстерні	12
3. Технологічні розрахунки ремонтної майстерні	27
4. Конструкторська розробка	37
5. Охорона праці	41
6. Економічна оцінка проекту	46
7. Висновки і пропозиції	55
Список використаних джерел	56
Додатки	59

## Вступ

Сучасне сільське господарство України перебуває в умовах постійного розвитку, вдосконалення технологій і методів роботи, де ключову роль відіграє ефективно й раціональне використання машинно-тракторного парку. Успішна діяльність фермерських господарств значною мірою залежить від технічного стану сільськогосподарської техніки, її надійності, довговічності та готовності до виконання широкого спектра виробничих завдань у чітко визначені агротехнічні строки. Організація технічного обслуговування і поточного ремонту машинотракторного парку виступає одним із найважливіших елементів забезпечення безперебійної експлуатації машин, мінімізації простоїв, підвищення продуктивності праці та оптимізації загальних витрат на утримання техніки.

Фермерське господарство «Сугак В.В.», розташоване в Охтирському районі Сумської області, є прикладом середнього за розміром аграрного підприємства, яке активно використовує різноманітну техніку для виконання сільськогосподарських операцій. Умови функціонування цього господарства, такі як кліматичні особливості регіону, специфіка місцевих ґрунтів, сезонний характер сільськогосподарських робіт і обмеженість ресурсів, визначають необхідність створення чітко спланованої й ефективної системи технічного обслуговування та ремонту. Недостатня увага до організації цих процесів може призвести до серйозних економічних втрат, спричинених частими поломками техніки, затримками у виконанні польових робіт, а також підвищенням витрат на капітальний ремонт чи навіть заміну обладнання.

Метою даної роботи є детальний аналіз існуючого стану та розробка науково обґрунтованих і практичних підходів до організації технічного обслуговування і поточного ремонту машинно-тракторного парку в умовах ФГ «Сугак В.В.». У рамках дослідження розглядаються особливості складу МТП господарства, включаючи типи машин, їх технічні характеристики та інтенсивність використання. Також обґрунтовуються оптимальні методи

планування технічного обслуговування, визначаються трудомісткість і періодичність проведення ремонтних робіт, аналізуються можливі ризики й проблеми, пов'язані з експлуатацією техніки. На основі отриманих даних пропонуються конкретні рекомендації щодо вдосконалення виробничого процесу, спрямовані на підвищення ефективності використання машинно-тракторного парку, зниження експлуатаційних витрат, забезпечення стабільної роботи господарства та його конкурентоспроможності в умовах сучасного аграрного ринку. Впровадження таких заходів дозволить не лише продовжити термін служби техніки, але й оптимізувати ресурси господарства, що є критично важливим для його сталого розвитку.

## 1. Загальна характеристика господарства

Фермерське господарство (ФГ) «Сугак В.В.» — це сільськогосподарське підприємство, зареєстроване в Охтирському районі Сумської області село Високе. Підприємство спеціалізується на вирощуванні сільськогосподарських культур, типових для Сумської області, таких як зернові (пшениця, ячмінь, кукурудза) та технічні культури (соняшник, соя). Господарство має наступні виробничі підрозділи:

1. Підрозділ рослинництва. Основний напрям діяльності — вирощування сільськогосподарських культур. Складається з польових ділянок для посіву зернових (пшениця, ячмінь, кукурудза), бобових (горох) і олійних культур (соняшник, соя), невеликому складі для зберігання насіння, добрив і засобів захисту рослин.

2. Технічний підрозділ. Використовується для забезпечення механізації сільськогосподарських робіт. До підрозділу входять гараж, майданчик для зберігання техніки (трактори, сівалки), невелика ремонтна зона для обслуговування машин.

3. Складський підрозділ. Використовується для зберігання врожаю перед реалізацією. До складу входить невелике складське приміщення, ангар для зерна та насіння олійних культур.

4. Адміністративний підрозділ, який використовується для управління діяльністю господарства.

Загальна площа земель ФГ «Сугак В.В.» — 390 га. Ця площа поділяється:

- Орні землі (рілля): 332 га.
- Сіножаті: 21 га.
- Пасовища: 18 га.
- Багаторічні насадження: 19 га .

На цих землях вирощують сільськогосподарські культури, які наводимо за останні 3 роки:

- 1) 2022 рік:

- Зернові культури: пшениця, кукурудза, ячмінь. Врожайність пшениці 35–45 ц/га, кукурудза — 50–70 ц/га, ячмінь — 25–35 ц/га.

- Бобові культури: горох. Врожайність 15–25 ц/га через скорочення внесення добрив.

- Олійні культури: соняшник, ріпак. Врожайність для соняшнику — 15–20 ц/га, ріпак — 15–25 ц/га (зниження через війну та погодні умови).

2) 2023 рік:

- Зернові культури: пшениця з врожайністю 40–50 ц/га, кукурудза — 68–90 ц/га, ячмінь — 30–40 ц/га (зростання порівняно з 2022 роком).

- Олійні культури: соняшник із врожайністю — 20–25 ц/га, ріпак — 20–30 ц/га.

3) 2024 рік:

- Зернові культури: пшениця з врожайністю — 45–55 ц/га, кукурудза — 70–100 ц/га, ячмінь — 35–45 ц/га.

- Олійні культури: соняшник із врожайністю — 22–27 ц/га, ріпак — 25–35 ц/га.

Основні показники діяльності господарства по вирощуванню с.г.культур наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Основні показники діяльності господарства

<b>Рік</b>	<b>Культура</b>	<b>Площа посіву (га)</b>	<b>Врожайність (ц/га)</b>
<b>2022</b>	Пшениця	117	35–45
	Кукурудза	117	50–70
	Ячмінь	20	25–35
	Горох	19	15–25
	Соняшник	78	15–20
	Ріпак	39	15–25

Продовження таблиці 1.1

<b>2023</b>	Пшениця	120	40–50
	Кукурудза	100	68–90
	Ячмінь	15	30–40
	Соняшник	90	20–25
	Ріпак	65	20–30
<b>2024</b>	Пшениця	130	45–55
	Кукурудза	120	70–100
	Ячмінь	25	35–45
	Соняшник	75	22–27
	Ріпак	40	25–35

Для обробітку наявної землі в господарстві мається наступна техніка:

1. Трактори (3 шт.):
  - 2 одиниці — МТЗ-80/82.
  - 1 одиниця — John Deere (США, для більш інтенсивних робіт).
2. Комбайни (2 шт.):
  - 1 Ростсільмаш Нива.
  - 1 CLAAS Mega (Німеччина, для вищої продуктивності).
3. Сівалки (2 шт.):
  - 1 СЗ-3.6 (СНД, класична модель для зернових).
  - 1 Horsch Pronto (Німеччина, сучасна технологія).
4. Плуги, культиватори (по 1 шт.):
  - КПС-4 (СНД) для культивації.
  - (Lemken) для точного обробітку.
5. Автомобілі (3 шт)
  - КамАЗ-55102 — 1 шт.
  - МАЗ-5551 — 1 шт.

- легковий автомобіль – 1 шт.
- 6. Борони (1 шт)
  - БЗСС-1.0
- 7. Обприскувачі (1 шт)
  - ОП-2000

Таким чином ФГ «Сугак В.В.» має достатній машинний парк для обробітку наявної землі при вирощуванні с.г.культур.

## **2. Технологічна частина проекту ремонтної майстерні**

Технічне обслуговування тракторів і автомобілів відіграє ключову роль у процесі їх використання, охоплюючи широкий спектр дій, спрямованих на підтримку стабільної роботи цих машин та подовження періоду їхньої експлуатації. Цей процес є невід'ємною частиною догляду за транспортними засобами, адже він дозволяє уникнути багатьох проблем і забезпечити їх ефективне функціонування протягом тривалого часу. Існує низка вагомих причин, чому технічне обслуговування є настільки важливим для тракторів і автомобілів, і кожна з них заслуговує на детальний розгляд.

Перш за все, технічне обслуговування сприяє гарантуванню безпеки. Завдяки регулярним перевіркам можна своєчасно виявляти потенційні ризики, які можуть виникнути під час використання транспортних засобів. Наприклад, проблеми з гальмівною системою, зношеність шин, ослаблення чи розриви приводних ременів – усе це може становити серйозну небезпеку. Систематичне технічне обслуговування дозволяє усунути такі недоліки ще до того, як вони призведуть до аварійних ситуацій, тим самим підвищуючи рівень безпеки як для водіїв, так і для інших учасників дорожнього руху.

Другою важливою причиною є підтримання технічного стану машин на належному рівні. Проведення регулярних оглядів і діагностики дає змогу виявляти дрібні поломки чи дефекти ще на початкових етапах їх розвитку. Такий підхід дозволяє оперативно усунути неполадки, запобігаючи їх переростанню в більш серйозні проблеми, які можуть вимагати значних фінансових вкладень і тривалого ремонту.

Третій аспект стосується подовження терміну служби транспортних засобів. Постійний догляд за тракторами та автомобілями, своєчасна заміна зношених компонентів і профілактичні заходи дають змогу уникнути значних ушкоджень ключових деталей. Наприклад, раннє виявлення зносу певних елементів двигуна чи підвіски може врятувати машину від капітального ремонту, що суттєво збільшує період її активного використання.

Четверта перевага полягає в економії коштів на ремонтних роботах. Своєчасне виявлення та виправлення незначних несправностей допомагає уникнути ситуацій, коли поломка набуває критичного характеру й потребує дорогого втручання. Планове технічне обслуговування, яке проводиться за чітким графіком, дозволяє мінімізувати ризик раптових поломок і, відповідно, скоротити витрати на відновлення працездатності техніки.

П'ятий пункт пов'язаний із підвищенням продуктивності роботи транспортних засобів. Регулярний догляд забезпечує стабільне функціонування всіх систем і механізмів, що позитивно позначається на загальній ефективності машин. Наприклад, заміна зношених деталей чи своєчасне налаштування двигуна можуть суттєво покращити економію пального, підвищити потужність і забезпечити кращі робочі характеристики, що особливо важливо для тракторів, які використовуються в сільському господарстві.

Шоста причина стосується підвищення ринкової вартості техніки при її подальшому продажі. Транспортні засоби, які регулярно проходили технічне обслуговування і перебувають у хорошому стані, мають значно вищу ціну на вторинному ринку. Потенційні покупці, які розглядають вживану техніку, часто звертають увагу на її технічну історію. Наявність документів, що підтверджують систематичне обслуговування, може стати вирішальним фактором, який підвищить привабливість машини та дозволить власнику отримати за неї вищу суму.

Таким чином, технічне обслуговування тракторів і автомобілів є критично важливим процесом, який забезпечує їхню надійність, безпеку та довговічність. Цей комплекс заходів дозволяє не лише підтримувати техніку в оптимальному стані, а й досягати низки додаткових переваг: від зниження витрат на ремонт і підвищення продуктивності до збереження високої вартості при перепродажі. Регулярний і професійний догляд за транспортними засобами є запорукою їхньої безперебійної роботи та ефективного використання в будь-яких умовах. На рисунку 2.1 наведена схема процесу ремонту техніки у ремонтній майстерні господарства.

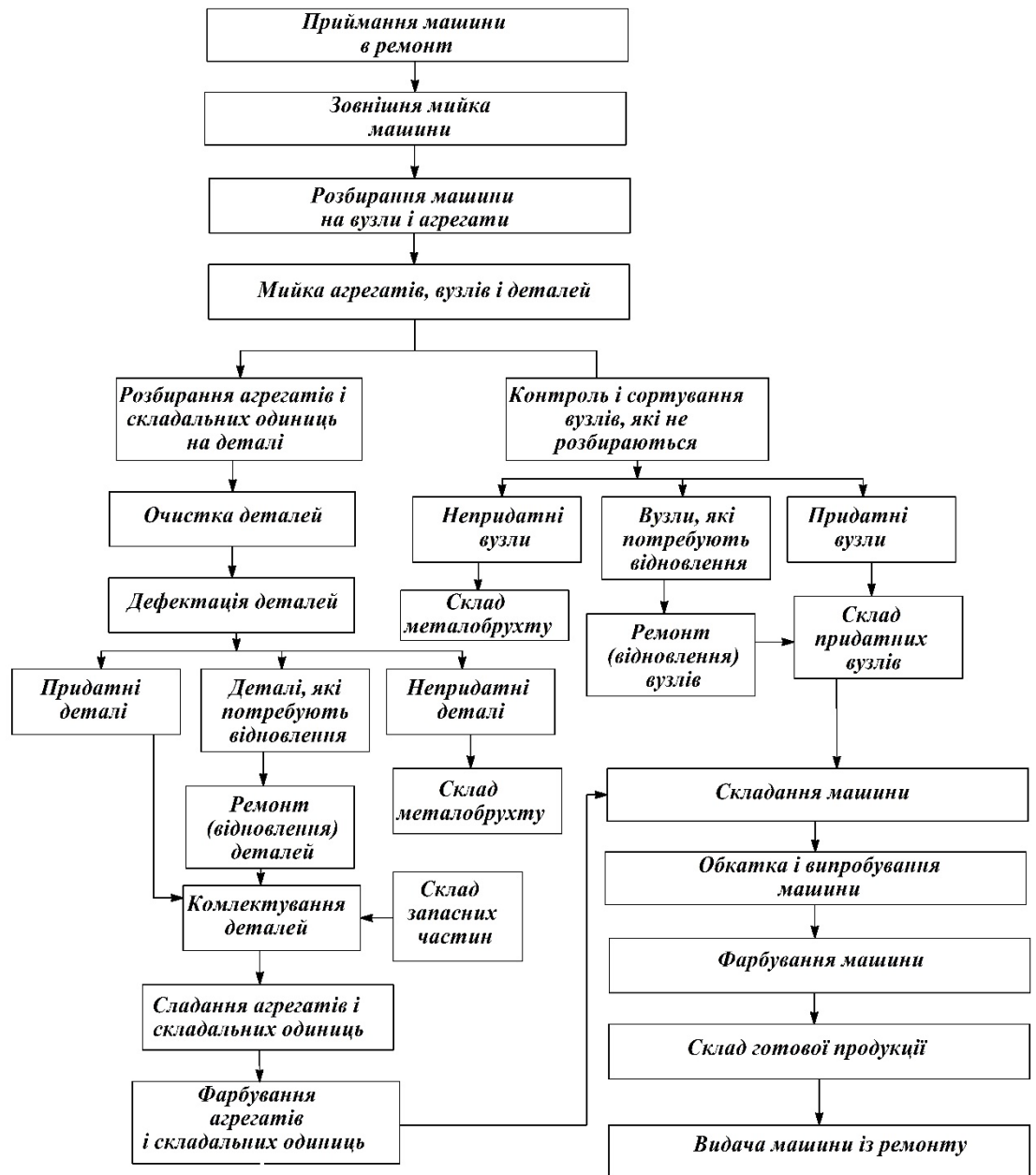


Рисунок 2.1 - Схема процесу ремонту техніки господарства

Поточний ремонт тракторів являє собою сукупність процедур, спрямованих на підтримання їхньої працездатності та забезпечення стабільної експлуатації протягом усього терміну служби. Цей тип ремонту охоплює регулярні заходи, що проводяться щодня, щотижня або щомісяця, залежно від потреб техніки. Такі дії дозволяють своєчасно виявляти дрібні несправності та усувати їх ще до того, як вони переростуть у серйозні поломки, здатні порушити роботу окремих вузлів чи систем трактора. Завдяки цьому вдається уникнути

простоїв техніки та забезпечити її безперебійне функціонування в умовах інтенсивного використання.

До переліку основних робіт, які виконуються в рамках поточного ремонту тракторів, входять різноманітні операції, кожна з яких має своє значення для загального стану машини. По-перше, це контроль рівня мастила та інших технічних рідин із їхньою заміною у разі потреби. По-друге, перевірка та налагодження ключових систем, таких як змащення, охолодження, подача палива тощо, що гарантує їхню коректну роботу. По-третє, ретельний огляд електричних систем і проводки для запобігання коротким замиканням чи іншим збоям. По-четверте, аналіз стану коліс і гальмівної системи, від яких залежить безпека експлуатації. По-п'яте, оцінка стану захисних компонентів, таких як фільтри, ущільнювачі, зчеплення, що впливають на довговічність механізмів. По-шосте, регулювання роботи двигуна, трансмісії та інших важливих агрегатів для підтримання їхньої ефективності. Нарешті, заміна деталей, що зносилися, дозволяє уникнути перебоїв у функціонуванні трактора.

Поточний ремонт відіграє незамінну роль у раціональному управлінні сільськогосподарськими процесами. Завдяки йому техніка залишається в належному стані, що знижує ймовірність дорогих і трудомістких ремонтів у майбутньому. Крім того, це сприяє економії ресурсів, адже своєчасне втручання дозволяє уникнути значних поломок, які могли б вимагати повної заміни вузлів чи навіть усієї машини.

Виконання поточного ремонту в господарських майстернях здійснюється за заздалегідь складеним планом, який розробляється на початку робочого сезону. Цей документ включає список усіх тракторів і обладнання, що потребують обслуговування, а також визначає періодичність ремонтних робіт для кожної одиниці техніки. Такий підхід дозволяє систематизувати процес і гарантувати, що жоден агрегат не залишиться без уваги.

Процедура поточного ремонту в майстернях зазвичай складається з кількох етапів. Спочатку механіки проводять огляд і тестування трактора, щоб виявити наявні чи потенційні проблеми, такі як знос деталей чи відхилення в

роботі систем. Далі оцінюється ступінь пошкоджень, визначається обсяг необхідних робіт і приймається рішення про методи їхнього виконання. На третьому етапі здійснюється безпосереднє усунення несправностей: заміна зношених компонентів, налаштування механізмів і виконання інших ремонтних дій. Після цього проводиться тестування відремонтованої машини, щоб переконатися в її повній працездатності. Завершальним кроком є оформлення документації, де фіксуються всі проведені роботи, замінені деталі та рекомендації щодо подальшої експлуатації.

Для якісного виконання поточного ремонту в майстернях необхідне сучасне обладнання, інструменти та відповідні технології. Важливо також дотримуватися інструкцій виробника тракторів, використовуючи оригінальні запасні частини та витратні матеріали. Це забезпечує не лише надійність ремонту, а й подовження терміну служби техніки.

Значення поточного ремонту важко переоцінити, адже він допомагає уникнути надмірного зносу деталей, що може знизити продуктивність трактора, погіршити якість його роботи та скоротити період експлуатації. Крім того, регулярне обслуговування підвищує безпеку праці: заміна зношених елементів і коректне налаштування систем зменшують ризик аварій і нещасних випадків на робочому місці.

Надійність і стабільність роботи тракторів та іншої великої техніки є основою ефективної діяльності сільськогосподарських підприємств і компаній, що залежать від машин у своїй роботі. Своєчасне й професійне виконання поточного ремонту дозволяє уникнути незапланованих витрат на масштабне відновлення чи придбання нових одиниць техніки, забезпечуючи безперервність виробничих процесів.

На відміну від поточного ремонту, капітальний ремонт тракторів і автомобілів передбачає глибоке відновлення їхньої функціональності. Цей процес включає розбирання машини на складові частини, детальну перевірку стану всіх компонентів і заміну зношених чи пошкоджених агрегатів. Такий

підхід дозволяє значно подовжити термін служби техніки, повернувши її до стану, близького до початкового.

Капітальний ремонт зазвичай планується через певний період експлуатації або коли кількість несправних деталей досягає критичного рівня, роблячи поточний ремонт економічно недоцільним. Він охоплює заміну основних вузлів, таких як двигун, трансмісія, гальмівна та рульова системи, підвіска, а також відновлення електричних компонентів. Хоча цей вид ремонту вимагає більше часу, ресурсів і зусиль, ніж поточний, його результати забезпечують тривалу й надійну роботу техніки.

Проведення капітального ремонту зазвичай здійснюється в спеціалізованих сервісних центрах або майстернях, обладнаних професійною технікою та укомплектованих кваліфікованими фахівцями. У великих господарствах можуть функціонувати власні ремонтні підрозділи, здатні виконувати подібні роботи. У деяких випадках капітальний ремонт доручають заводам-виробникам, де використовуються оригінальні запчастини та технології, що гарантують високу якість відновлення.

Перед початком капітального ремонту проводиться ретельна діагностика стану транспортного засобу, щоб виявити всі дефекти й скласти детальний план дій. Цей план узгоджується з власником чи керівником підприємства, після чого розпочинається процес відновлення. Такий підхід дозволяє максимально врахувати специфіку техніки та її експлуатаційні потреби, забезпечуючи оптимальний результат.

Отже, як поточний, так і капітальний ремонт тракторів і автомобілів є невід'ємними складовими їхнього обслуговування. Поточний ремонт підтримує техніку в робочому стані на щоденній основі, запобігаючи дрібним поломкам, тоді як капітальний ремонт вирішує більш глобальні проблеми, повертаючи машині її початкові характеристики. Разом ці заходи гарантують ефективність, безпеку та довговічність техніки, що є запорукою успіху в сільському господарстві та інших галузях, де використовуються великі машини.

Ремонт системи охолодження трактора є критично важливим процесом, який забезпечує безперебійну роботу двигуна, запобігаючи його перегріву, переохолодженню чи іншим збоям, що можуть призвести до серйозних поломок. Система охолодження відіграє ключову роль у підтримці оптимальної температури двигуна під час інтенсивної експлуатації трактора в польових умовах або при виконанні важких завдань. Основні операції для ремонту цієї системи включають діагностику, очищення, заміну деталей, регулювання компонентів і перевірку працездатності. Ці дії спрямовані на усунення несправностей, таких як витіки рідини, засмічення радіатора чи поломка водяного насоса, а також на подовження терміну служби техніки. Нижче детально розглянуто кожну операцію із зазначенням марок обладнання та інструментів, які зазвичай застосовуються в таких роботах. Хоча перелік є узагальненим, його можна адаптувати до конкретних моделей тракторів, таких як МТЗ-80/82, John Deere, Case IH чи інші, залежно від їхньої конструкції та технічних особливостей.

Основні операції для ремонту системи охолодження трактора:

*1. Діагностика стану системи охолодження*

- **Мета:** Виявити причини несправностей, які можуть включати перегрів двигуна, недостатнє охолодження, витік рідини чи порушення циркуляції. Цей етап є фундаментом усього ремонту, адже без точного визначення проблеми неможливо обрати правильний метод її усунення.
- **Операції:**
  - Перевірка рівня охолоджувальної рідини в радіаторі та розширювальному бачку для оцінки її кількості та стану (наявність бруду, масла чи іржі).
  - Візуальний огляд усіх компонентів системи (радіатора, шлангів, з'єднань, насоса) на предмет тріщин, корозії чи механічних пошкоджень.

- Вимірювання температури двигуна в різних режимах роботи, щоб визначити, чи система справляється з тепловим навантаженням.

- Перевірка тиску в системі для виявлення слабких місць, які можуть призводити до витоків.

- **Обладнання та інструменти:**

- Інфрачервоний термометр (**Fluke 62 Max**) — портативний пристрій, який дозволяє швидко й точно виміряти температуру поверхонь без контакту, що ідеально підходить для діагностики гарячих зон двигуна чи радіатора.

- Манометр для тестування тиску (**Stant ST255**) — професійний інструмент, який під'єднується до системи охолодження для перевірки її герметичності та здатності витримувати робочий тиск.

- Світлодіодний ліхтарик (**LED Lenser P7**) — компактний і потужний пристрій для детального огляду важкодоступних ділянок, таких як нижня частина радіатора чи з'єднання шлангів.

- Діагностичний сканер (**Bosch KTS 560**) — для сучасних тракторів із електронними системами, який зчитує дані з датчиків температури та сигналізує про відхилення.

## *2. Очищення радіатора та системи охолодження*

- **Мета:** Усунути забруднення, які перешкоджають нормальному теплообміну, такі як пил, бруд, рослинні залишки чи накип усередині системи. Засмічення може суттєво знизити ефективність охолодження, що призводить до перегріву двигуна.

- **Операції:**

- Зовнішнє очищення радіатора від накопиченого бруду, пилу, комах чи трави, які часто забивають ребра під час роботи в полі.

- Промивання внутрішньої частини радіатора спеціальними засобами для видалення вапняного нальоту, іржі чи залишків старої рідини.

- Очищення каналів системи охолодження (шлангів, трубок) від осаду, який накопичується з часом і ускладнює циркуляцію рідини.

- Перевірка вентилятора на наявність бруду чи пошкоджень лопатей, що також впливає на ефективність охолодження.

- **Обладнання та інструменти:**

- Повітряний компресор (**Bosch UniversalPump 18V**) — компактний і потужний пристрій для продувки радіатора стисненим повітрям, що видаляє сухі забруднення без пошкодження ребер.

- Щітка з м'яким ворсом (**Jonnesway AN040026**) — дозволяє обережно очистити зовнішню поверхню радіатора, не деформуючи тонкі пластини.

- Апарат високого тиску (**Kärcher K5 Premium**) — ідеальний для промивання радіатора водою, особливо в поєднанні з хімічними засобами, забезпечуючи глибоке очищення.

- Хімічний засіб (**Liqui Moly Radiator Cleaner**) — спеціальна рідина, яка розчиняє накип і відкладення всередині системи, відновлюючи її пропускну здатність.

- Набір ручних інструментів (**TOPTUL GCAI120R**) — для демонтажу захисних кожухів чи вентилятора перед очищенням.

### *3. Заміна або ремонт пошкоджених компонентів*

- **Мета:** Відновити функціональність системи шляхом заміни чи ремонту зношених або пошкоджених деталей, які вже не виконують своїх завдань. Це може стосуватися шлангів, радіатора, насоса чи термостата.

- **Операції:**

- Заміна гумових шлангів, які потріскалися, затверділи чи почали пропускати рідину через старіння чи механічні пошкодження.

- Ремонт радіатора (наприклад, пайка невеликих тріщин чи заміна окремих трубок) або його повна заміна у разі значних ушкоджень, таких як пробоїни від каменів.

- Демонтаж і заміна водяного насоса (помпи), якщо виявлено витік через сальники, шум підшипників чи недостатній тиск циркуляції.

- Перевірка термостата на коректність відкривання/закривання при заданій температурі та його заміна, якщо він залипає чи не працює.

- Огляд і заміна прокладок у з'єднаннях, які можуть бути джерелом витоків.

- **Обладнання та інструменти:**

- Набір гайкових ключів (**TOPTUL GAAA0810**) — універсальний комплект для зняття шлангів, насоса чи кріплення радіатора, підходить для більшості моделей тракторів.

- Паяльна станція (**Weller WE1010**) — для точного ремонту мідних чи алюмінієвих радіаторів із застосуванням припою, забезпечує надійне з'єднання.

- Набір викруток (**Wera Kraftform**) — для демонтажу термостата чи дрібних кріпильних елементів із різними типами шліців.

- Знімач підшипників (**Kukko 20-1**) — необхідний для зняття старого водяного насоса без пошкодження валу чи корпусу.

- Плоскогубці (**Knipex 2611200**) — для роботи з хомутами шлангів, забезпечуючи їхнє надійне кріплення.

#### *4. Перевірка та регулювання натягу ременя вентилятора*

- **Мета:** Забезпечити належну роботу вентилятора, який відповідає за примусове охолодження радіатора. Неправильний натяг ременя може призвести до його прослизання або обриву.

- **Операції:**

- Перевірка стану ременя на наявність тріщин, розтягнень чи зносу зубців (якщо це зубчастий ремінь).

- Вимірювання натягу ременя для забезпечення оптимального притиску до шківів вентилятора.

- Регулювання натяжного ролика або заміна ременя, якщо він не відповідає технічним вимогам.

- Перевірка обертання вентилятора після регулювання для виключення сторонніх шумів чи вібрацій.

- **Обладнання та інструменти:**

- Вимірник натягу ременя (**Gates Krikit II**) — простий і точний прилад для оцінки натягу, популярний серед механіків сільгосптехніки.

- Набір комбінованих ключів (**Stanley FatMax**) — для роботи з натяжними механізмами чи зняттям шківів.

- Динамометричний ключ (**Hazet 5120-3CT**) — для точного затягування болтів після регулювання, щоб уникнути перетягування чи ослаблення.

#### *5. Заміна охолоджувальної рідини*

- **Мета:** Оновити теплоносій системи, щоб забезпечити ефективний теплообмін і захист від корозії чи замерзання в холодну пору. Стара рідина втрачає свої властивості з часом.

- **Операції:**

- Повний злив використаної охолоджувальної рідини через спеціальний зливний кран чи зняття нижнього шланга радіатора.

- Промивання всієї системи дистильованою водою для видалення залишків старого антифризу, бруду чи осаду.

- Заливка нової охолоджувальної рідини (антифриз чи тосол), яка відповідає кліматичним умовам і специфікаціям трактора.

- Видалення повітряних пробок із системи шляхом прогріву двигуна з відкритим радіатором.

- **Обладнання та інструменти:**

- Ємність для зливу (**Pressol 10L**) — міцна пластикова каністра з широким горлом для зручного збору старої рідини.

- Лійка з фільтром (**Hünersdorff 937200**) — для акуратного заливання нового антифризу без проливань і забруднень.

- Антифриз (**Castrol Radicool SF**) — безсилікатний склад із тривалим терміном служби, або **Motul Inugel Expert** для універсального застосування.

- Рукавички захисні (**Ansell HyFlex**) — для безпечної роботи з хімічними рідинами.

#### *б. Перевірка герметичності системи*

- **Мета:** Переконалися, що після ремонту система не має витоків, які могли б призвести до втрати рідини чи зниження тиску. Це завершальний етап перед тестуванням.

- **Операції:**

- Заповнення системи охолоджувальною рідиною до номінального рівня.

- Створення надлишкового тиску за допомогою спеціального обладнання для імітації робочих умов.

- Огляд усіх з'єднань, шлангів, радіатора та насоса на наявність крапель чи вологих плям.

- Запуск двигуна на холостому ході з подальшим підвищенням обертів для перевірки герметичності в динаміці.

- **Обладнання та інструменти:**
  - Тестер герметичності (**Laser Tools 5541**) — набір із насосом і адаптерами для перевірки тиску в системі охолодження різних типів тракторів.
  - Компресор (**Makita DMP180Z**) — портативний пристрій для подачі стисненого повітря під час тестування.
  - Набір ущільнювальних стрічок (**3M Scotch**) — для тимчасового усунення дрібних витоків до заміни деталей.
  - Термометр контактний (**Testo 925**) — для контролю температури під час перевірки.

#### *7. Тестування роботи системи після ремонту*

- **Мета:** Перевірити, чи система охолодження функціонує належним чином після всіх виконаних операцій, і чи двигун підтримує стабільну температуру в різних режимах роботи.

- **Операції:**
  - Запуск двигуна на холостих обертах із подальшим збільшенням навантаження для оцінки теплового режиму.
  - Контроль циркуляції охолоджувальної рідини через прозорі шланги чи за допомогою датчиків.
  - Перевірка роботи вентилятора: увімкнення при досягненні певної температури та ефективність охолодження.
  - Вимірювання часу, за який двигун досягає робочої температури, і перевірка стабільності цього показника.
- **Обладнання та інструменти:**
  - Діагностичний сканер (**Bosch KTS 590**) — для зчитування параметрів із електронних блоків керування, включаючи температуру та сигнали датчиків.
  - Тахометр (**PCE-T 260**) — для вимірювання обертів вентилятора та двигуна під час тестування.

- Хронометр (**Casio HS-3V**) — для фіксації часу нагрівання й охолодження.

- Інфрачервона камера (**FLIR E4**) — для візуалізації теплових зон і виявлення можливих аномалій.

Додаткові рекомендації щодо обладнання та інструментів:

- **Універсальні бренди:** Bosch, Makita, TOPTUL, Yato — це виробники, які пропонують надійні й доступні інструменти, широко застосовувані в ремонті сільськогосподарської техніки. Їхня продукція підходить як для невеликих господарств, так і для професійних майстерень.

- **Спеціалізовані рішення:** Gates (вимірювачі натягу ременів), Kukko (знімачі підшипників), Stant (тестери тиску) — це професійні інструменти, які підвищують точність і якість ремонту.

- **Витратні матеріали:** Liqui Moly, Castrol, Motul — марки, що забезпечують високоякісні рідини й засоби для догляду за системою охолодження, відповідаючи стандартам для тракторів різних типів.

- **Безпека:** Під час роботи рекомендується використовувати захисні окуляри (**Uvex Pheos**) та рукавички (**Ansell HyFlex**), щоб уникнути травм чи контакту з агресивними речовинами.

Примітки до виконання ремонту:

- **Специфіка моделей:** Для тракторів типу МТЗ-80/82 достатньо базового набору інструментів (ключі, викрутки, компресор), тоді як сучасні моделі, такі як John Deere 6М чи Case IH Puma, можуть вимагати підключення діагностичного обладнання через наявність електронних систем управління.

- **Технічна документація:** Перед початком ремонту необхідно ознайомитися з інструкцією виробника трактора, де вказані допустимі типи рідин, параметри тиску й температури, а також рекомендовані інструменти.

- **Періодичність:** Деякі операції, як-от очищення радіатора чи заміна рідини, варто проводити регулярно (наприклад, щосезону), щоб запобігти накопиченню проблем.

Ремонт системи охолодження трактора — це багатоступеневий процес, який вимагає ретельної підготовки, якісних інструментів і чіткого дотримання послідовності операцій. Від діагностики до фінального тестування кожна дія спрямована на відновлення працездатності системи, що забезпечує стабільну роботу двигуна навіть у найскладніших умовах. Використання сучасного обладнання від перевірених брендів, таких як Bosch, TOPTUL чи Liqui Moly, дозволяє досягти високої якості ремонту, підвищуючи надійність і довговічність трактора. Цей розширений перелік операцій і рекомендацій охоплює всі ключові аспекти, необхідні для успішного відновлення системи охолодження, і може бути адаптований до потреб конкретно моделі техніки.

### 3. Технологічні розрахунки ремонтної майстерні

Щоб оцінити обсяг робіт із технічного обслуговування та ремонту техніки господарства, а також кількість працівників, які працюватимуть над цим протягом року, виконаємо обчислення на основі вказівок [7]:

1. Число технічних обслуговувань і ремонтів розраховуємо за такими виразами:

- по тракторам:

$$K_{кр} = \frac{B_{Г} \cdot n}{П_{кр}}$$

$$K_{нр} = \left( \frac{B_{Г} \cdot n}{П_{нр}} \right) - K_{кр}$$

$$K_{ТО-3} = \left( \frac{B_{Г} \cdot n}{П_{ТО-3}} \right) - K_{кр} - K_{нр}$$

$$K_{ТО-2} = \left( \frac{B_{Г} \cdot n}{П_{ТО-2}} \right) - K_{кр} - K_{нр} - K_{ТО-3}$$

$$K_{ТО-1} = \left( \frac{B_{Г} \cdot n}{П_{ТО-1}} \right) - K_{кр} - K_{нр} - K_{ТО-3} - K_{ТО-2}$$

- по автомобілям:

$$K_{кр} = \frac{B_{Г} \cdot n}{П_{кр}}$$

$$K_{ТО-2} = \left( \frac{B_{Г} \cdot n}{П_{ТО-2}} \right) - K_{кр}$$

$$K_{ТО-1} = \frac{B_{Г} \cdot n}{П_{ТО-1}} - K_{кр} - K_{ТО-2}$$

- по комбайнам:

$$K_{кр} = \frac{B_{Г} \cdot n}{П_{кр}}$$

$$K_{нр} = \frac{B_{Г} \cdot n}{П_{нр}} - K_{кр}$$

$$K_{TO-2} = \frac{B_{\Gamma} \cdot n}{\Pi_{TO-2}} - K_{кр} - K_{пр}$$

$$K_{TO-1} = \frac{B_{\Gamma} \cdot n}{\Pi_{TO-1}} - K_{кр} - K_{пр} - K_{TO-2}$$

- по пługам:

$$K_{пр} = n \cdot K_{ох} ;$$

де n – кількість техніки певного типу;

$B_{\Gamma}$  – запланований річний обсяг роботи (згідно з таблицею 3.1);

$K_{кр}$ ,  $K_{пр}$ ,  $\Pi_{то-3}$ ,  $\Pi_{то-2}$ ,  $\Pi_{то-1}$  – частота проведення ремонтів і технічного обслуговування (відповідно до таблиці 3.1);

$K_{ох}$  – показник, що визначає частку машин, які потребують ремонту (згідно з таблицею 3.2).

Таблиця 3.1 – Очікувані річні обсяги роботи техніки.

	Кількість, шт	Річне навантаження (м.год)	Норматив наробітку до КР (м.год)	Норматив наробітку до ПР(м.год)	Норматив наробітку до ТО-2(м.год)	Норматив наробітку до ТО-1(м.год)	Норматив наробітку до ТО-3	Норматив наробітку до ТО-2	Норматив наробітку до ТО-1	Норматив трудомісткості ПР	Норматив трудомісткості ТО-3	Норматив трудомісткості ТО-2	Норматив трудомісткості ТО-1
<b>Трактори:</b>													
MT3-80/82	2	1500	10000	5000	1000	500	125	120	40	20	10		
John Deere	1	2000	12000	6000	1500	750	200	140	50	25	15		
<b>Автомобілі:</b>													
КАМАЗ-55102	1	2500	10000	-	-	500	125	100	-	15	8		

Продовження таблиці 3.1

МАЗ-5551	1	2500	9000	-	-	500	125	95	-	14	7
Легковий автомобіль	1	1500	8000	-	-	400	100	80	-	12	6
<b>Комбайни:</b>											
Ростсільмаш Нива	1	800	8000	4000	-	500	125	100	-	15	8
CLAAS Mega	1	1000	11000	5500	-	650	175	140	-	22	13
<b>С.-г. машини:</b>											
Сівалки, саджалки	2	-	-	-	-	-	-	80	-	-	-
Плуги	1	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-
Культиватори	1	-	-	-	-	-	-	85	-	-	-
Борона	1	-	-	-	-	-	-	80	-	-	-
Обприскувачі	1	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-

Таблиця 3.2 – Коефіцієнт охоплення ремонтом

Тип с.г. машини	Кількість	Коефіцієнт охоплення ремонтом
Сівалки, саджалки	2	0,6
Плуги	1	0,7
Культиватори	1	0,5
Обприскувач	1	0,4
Борони	1	0,8

Результат проведених розрахунків приведемо у таблицю 3.3.

Таблиця 3.3. Розрахований обсяг робіт по ТО й ремонту машин, шт.

Тип, марка машини	КР	ПР	ТО-3	ТО-2	ТО-1
<b>Трактори:</b>					
МТЗ-80/82	1	1	2	3	18
John Deere	1	1	1	1	7
<b>Автомобілі:</b>					
КАМАЗ-55102	1	-	-	6	21
МАЗ-5551	1	-	-	2	9
Легковий автомобіль	1	-	-	15	52
<b>Комбайни:</b>					
Ростсільмаш Нива	1	1	-	1	5
CLAAS Mega	1	1	-	1	4
<b>С.-г. машини:</b>					
Сівалки, саджалки		4			
Плуги		1			

Продовження таблиці 3.3

Культиватори		2			
Борона		1			
Обприскувачі		1			

Загальний обсяг робіт, що виконує ремонтне підприємство протягом року, включає в себе трудові витрати на основні завдання з ремонту та технічного обслуговування машин, а також на додаткові (підтримуючі) роботи. Обсяг цих додаткових робіт встановлюється як відсоток від обсягу основних. Для визначення обсягу робіт з технічного обслуговування та ремонту тракторів, автомобілів, комбайнів та сільськогосподарської техніки необхідно скористатися формулами, розрахованими для кожної марки машин:

$$T_p = K_p \cdot H_p$$

$$T_{TO} = K_{TO} \cdot H_{TO}$$

де:

$K_r$  – кількість ремонтів (одиниць);

$K_{TO}$  – кількість технічних обслуговувань (одиниць);

$N_r$  – нормативна трудомісткість ремонтів (люд.-год., згідно з таблицею 3.4);

$N_{TO}$  – нормативна трудомісткість технічного обслуговування (люд.-год., згідно з таблицею 3.4).

Таблиця 3.4 - Стандартні значення трудомісткості для ремонтних робіт

Тип, марка машини	Нормативні трудомісткості ремонтів і ТО, люд-год./шт.				
	КР	ПР	ТО-3	ТО-2	ТО-1
<b>Трактори:</b>					
МТЗ-80/82	150	120	40	20	10
John Deere	180	140	50	25	15
<b>Автомобілі:</b>					
КАМАЗ-55102	150			15	8
МАЗ-5551	180			14	7
Легковий автомобіль	150			12	6
<b>Комбайни:</b>					
Ростсільмаш Нива	120	100		15	8
CLAAS Mega	170	140		22	13
<b>С.-г. машини:</b>					
Сівалки, саджалки		80			
Плуги		90			
Культиватори		85			
Борона		80			
Обприскувачі		90			

Результат розрахунків наведено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Розрахунк обсягу роботи з ТО та ремонту машин, люд-год.

<b>Тип, марка машини</b>	<b>КР</b>	<b>ПР</b>	<b>ТО-3</b>	<b>ТО-2</b>	<b>ТО-1</b>
Трактори:					
МТЗ-80/82	<b>150</b>	<b>120</b>	<b>80</b>	<b>60</b>	<b>180</b>
John Deere	<b>180</b>	<b>140</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>105</b>
Автомобілі:					
КАМАЗ-55102	<b>150</b>			<b>90</b>	<b>168</b>
МАЗ-5551	<b>180</b>			<b>28</b>	<b>63</b>
Легковий автомобіль	<b>150</b>			<b>180</b>	<b>312</b>
Комбайни:					
Ростсільмаш Нива	<b>120</b>	<b>100</b>		<b>15</b>	<b>40</b>
CLAAS Mega	<b>170</b>	<b>140</b>		<b>22</b>	<b>52</b>
С.-г. машини:					
Сівалки, саджалки		<b>320</b>			
Плуги		<b>90</b>			
Культиватори		<b>170</b>			
Борона		<b>80</b>			
Обприскувачі		<b>90</b>			

Щоб оцінити головний обсяг завдань із технічного обслуговування та ремонту техніки в майстерні, необхідно підсумувати всі операції, виконані для кожної категорії машин:

$$T_{\text{мтп}} = \Sigma (K_{\text{пр}} \times N_{\text{пр}} + K_{\text{ТО-3}} \times N_{\text{ТО-3}} + K_{\text{ТО-2}} \times N_{\text{ТО-2}} + K_{\text{ТО-1}} \times N_{\text{ТО-1}}).$$

$T_{\text{мтп}}$  становить 3820 людино-годин.

До переліку супутніх завдань входить підтримка в робочому стані та ремонт устаткування майстерні, реставрація компонентів, створення простих комплектуючих, оновлення технологічного обладнання та інструментів, а також обслуговування техніки на тваринницьких комплексах і виконання інших неврахованих операцій. Їхній обсяг пропонується визначати як 35% від основних завдань:

$$T_{\text{рік}} = T_{\text{мтп}} + 0,35 \times T_{\text{мтп}}.$$

$$T_{\text{рік}} = 3820 + 0,35 \times 3820 = 5157 \text{ людино-години.}$$

Продуктивність майстерні оцінюється через число умовних ремонтних операцій за таким виразом:

$$\text{Нум. рем.} = T_{\text{рік}} / 300.$$

$$\text{Нум. рем.} = 5157 / 300 = 17.$$

При розробці проєктів або модернізації майстерень чисельність працівників основного та допоміжного секторів розраховується за виразами:

$$M_{\text{яв}} = T_{\text{рік}} / \Phi_{\text{н}},$$

$$M_{\text{сп}} = T_{\text{рік}} / \Phi_{\text{д}},$$

де  $M_{\text{яв}}$  – кількість осіб, що фактично працюють;

$M_{\text{сп}}$  – повна чисельність штату в особах;

$\Phi_{\text{н}}$  – плановий річний запас робочого часу для таких завдань, у годинах;

$\Phi_{\text{д}}$  – реальний річний запас часу для працівників, у годинах.

Плановий запас часу – це загальна кількість годин роботи за рік за затвердженим графіком без урахування можливих простоїв. Його обчислюють так:

$$\Phi_{\text{н}} = (K_{\text{р}} \times T_{\text{зм}} - K_{\text{с}} \times T_{\text{с}}) \times n,$$

де  $K_{\text{р}}$  – загальна кількість робочих днів у році (250 у 2021 році);

$K_c$  – кількість днів перед святами з робочим графіком (11 у 2021 році);

$T_{зм}$  – тривалість однієї зміни (встановлено 8 годин);

$T_c$  – скорочення зміни перед святами (1 година);

$n$  – кількість робочих змін (для працівників  $n = 1$ ).

Реальний запас часу ( $\Phi_d$ ) виводиться так:

$$\Phi_d = (\Phi_n - D_o \times T_{см}) \times K_p,$$

де  $D_o$  – кількість днів відпустки за рік (взято 24);

$T_{см}$  – тривалість однієї зміни (8 годин);

$K_p$  – показник ефективності використання часу (взято 0,98).

$$\Phi_n = (250 \times 8 - 11 \times 1) \times 1 = 1989 \text{ годин.}$$

$$\Phi_d = (1989 - 24 \times 8) \times 0,98 = 1761 \text{ година.}$$

$$M_{яв} = 5157 / 1989 = 3 \text{ осіб.}$$

$$M_{сп} = 5157 / 1761 = 3 \text{ осіб.}$$

Для підрахунку чисельності службовців майстерні враховуються такі категорії: інженерно-технічний склад (ІТР), молодший персонал для обслуговування (МОП), допоміжний персонал разом із охороною (ДР і ПСО), а також штат для обліку та конторської роботи (ЛКП). Їхня чисельність встановлюється у відсотковому діапазоні від загального числа працівників основного та допоміжного секторів: 8–10% для ІТР, 2–4% для МОП, 8–10% для ДР і ПСО, 2–3% для ЛКП.

До ІТР належать управлінці, інженери та технічні спеціалісти:

$$M_{ІТР} = 0,09 \times M_{сп}.$$

МОП включає працівників із прибирання приміщень і території, кур'єрів та тих, хто обслуговує гардероб:

$$M_{МОП} = 0,03 \times M_{сп}.$$

ДР і ПСО охоплює контролерів, працівників складів, підсобний персонал та охорону:

$$M_{ДР \text{ і } ПСО} = 0,09 \times M_{сп}.$$

ЛКП складається з бухгалтерів, спеціалістів із нормування та обліку:

$$\text{МЛКП} = 0,02 \times \text{Мсп.}$$

Загальна чисельність усіх категорій службовців (ІТР, МОП, ДР, ЛКП) не має перевищувати 20–25% від працівників основного та допоміжного виробництва. Дозволяється залучення на часткову ставку (від 0,10 до 0,90).

Усі отримані дані про склад майстерні, що відповідають установленим нормам, необхідно оформити у вигляді штатного розпису за шаблоном (таблиця 3.6):

Таблиця 3.6 – Повний перелік штату майстерні.

№	Посада	Кількість штатних одиниць
1	ІТР	1
2	Робітники	1
3	ЛКП	1
4	МОП	
5	ДР і ПСО	

Отже, для заданої кількості тракторів, автомобілів та сільгосптехніки було обчислено обсяги ремонтних робіт і технічного обслуговування. Отримані дані відображені в таблиці 3.3. Для реалізації необхідної кількості ремонтних операцій визначено чисельність працівників ремонтної майстерні. Інформація про штат майстерні наведена в таблиці 3.6.

#### 4. Конструкторська розробка

Під час ремонту поршневої системи двигуна автомобіля ГАЗ 53 виникає складність із заміною гільз циліндрів через їх механічне зношення та перевищення розмірів, що виходять за межі ремонтних параметрів, зазначених у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Класифікація розмірних груп гільз циліндрів для двигуна ГАЗ-53А

Розмір	Розмірна група	Збільшення діаметра, мм	Діаметр гільз, мм
Номінальний	А Б В Г Д	-	92,000-92,012; 92,012-92,024; 92,024-92,036; 92,036-92,048; 92,048-92,060
1-й ремонтний	1А 1Б 1В 1Г 1Д	0,5	92,500-92,512; 92,512-92,524; 92,524-92,536; 92,536-92,548; 92,548-92,560
2-й ремонтний	2А 2Б 2В 2Г 2Д	1,0	93,000-93,012; 93,012-93,024; 93,024-93,036; 93,036-93,048; 93,048-93,060
3-й ремонтний	3А 3Б 3В 3Г 3Д	1,5	93,500-93,512; 93,512-93,524; 93,524-93,536; 93,536-93,548; 93,548-93,560

Для виконання заміни необхідно видалити гільзу шляхом випресовування. З цією метою розроблено спеціальний інструмент, зображений на рисунку 4.1.

**Опис конструкції інструменту для випресовування:**  
Пристрій складається з гайки 1, до якої прикріплені рукоятки (ручки) 2. До упору

7 та пластини 4 приварені шайба 8 і напрямна 3. Гвинт 2 проходить крізь шайбу та напрямну, після чого на нього накручуються підшва 5 і гайка 1.

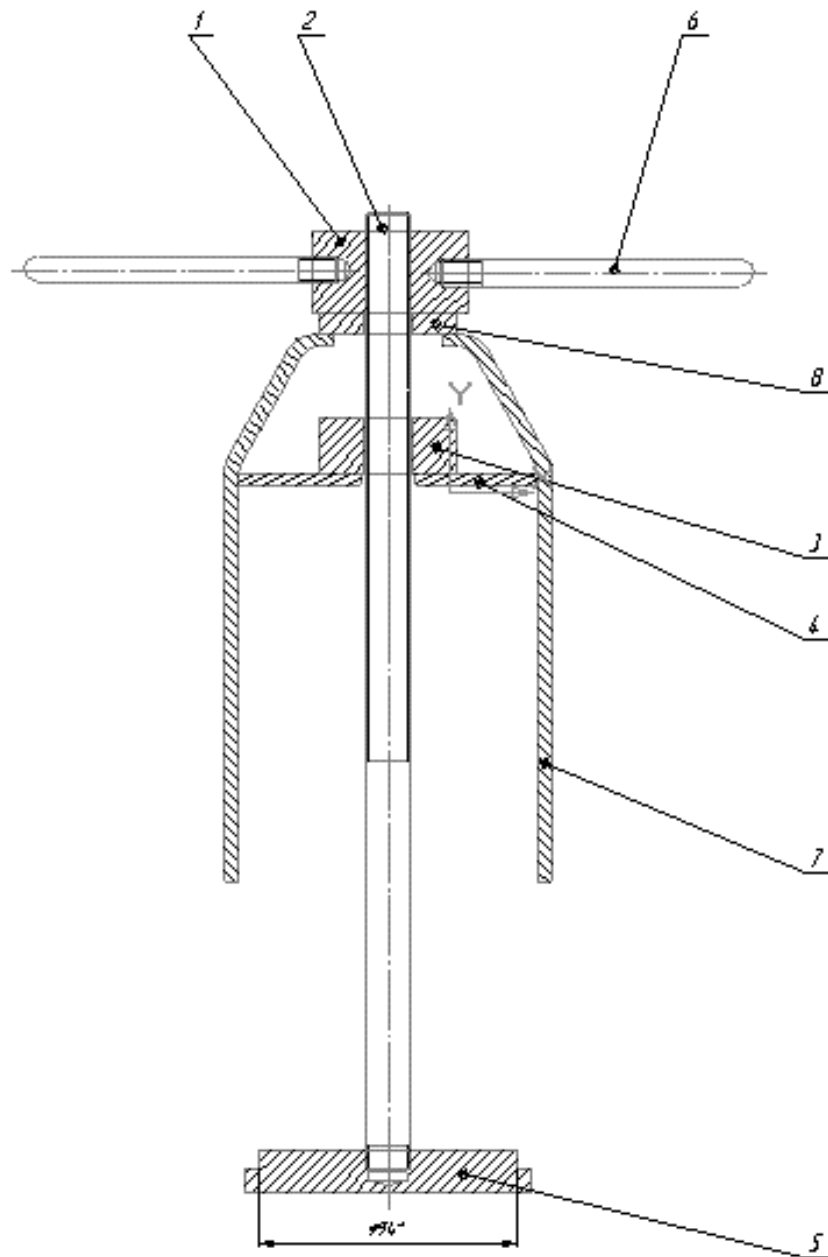


Рисунок 4.1 – Інструмент для видалення гільз

**Принцип дії:** Упор 7 розміщують на блоці циліндрів. Гвинт 2, попередньо пропущений через шайбу та напрямну, вставляють у гільзу. З протилежного боку гільзи на гвинт накручують підшву 5. Закручуючи гайку 1, інструмент фіксують на блоці циліндрів, а подальше обертання гайки забезпечує процес випресовування гільзи.

**Розрахунок міцності різьби гвинта:** Для проектного аналізу міцності різьби враховуємо такі вихідні дані: необхідне осьове зусилля для випресовування гільз  $F = 3500$  Н, матеріал гвинта – сталь 45.

Внутрішній діаметр різьби  $d_1$  визначається за формулою:

$$d_1 = \sqrt{(4F / (\pi[\sigma]p))},$$

де  $[\sigma]p$  – допустиме напруження, МПа.

Допустиме напруження розраховується так:

$$[\sigma]p = \sigma_T / n,$$

де  $\sigma_T$  – межа текучості матеріалу (для сталі 45  $\sigma_T = 45$  МПа),  
 $n$  – коефіцієнт контролю затягування (при контрольованому затягуванні  $n = 2$ ).

$$[\sigma]p = 45 / 2 = 22,5 \text{ МПа.}$$

Підставляємо значення:

$$d_1 = \sqrt{((4 \times 3500) / (3,14 \times 22,5))} = 13,1 \text{ мм.}$$

Згідно з таблицею 4.2 обираємо найближчий більший внутрішній діаметр різьби:  $d_1 = 13,835$  мм при кроці різьби  $p = 2$  мм і зовнішньому діаметрі  $d = 16$  мм.

Таблиця 4.2 – Параметри стандартних різьб за ДСТУ ГОСТ 16093:2019

<b>Зовнішній діаметр d, мм</b>	<b>Крок p, мм</b>	<b>Внутрішній діаметр d1, мм</b>	<b>Площа перерізу A, мм<sup>2</sup></b>
3	0,5	2,459	4,75
4	0,7; 0,5	3,242; 3,459	8,24; 9,40
5	0,8; 0,5	4,134; 4,459	13,4; 15,6
6	1; 0,75	4,917; 5,188	19,0; 21,1
8	1,25; 1; 0,75	6,647; 6,917; 7,188	34,7; 37,6; 40,6
10	1,5; 1,25; 1	8,376; 8,647; 8,917	55,1; 58,7; 62,4
14	2; 1,5; 1,25; 1	11,835; 12,376; 12,647; 12,917	110; 120; 126; 131
16	2; 1,5; 1; 0,75	13,835; 14,376; 14,917; 15,188	150; 162; 175; 181
18	2,5; 2; 1,5; 1	15,294; 15,835; 16,376; 16,917	184; 197; 211; 225

**Висновок:** Розрахунки показали, що для забезпечення осьового зусилля 3,5 кН гвинт інструменту для випресовування повинен мати різьбу М16 із кроком 2 мм.

## 5. Охорона праці

Безпека праці на підприємстві, що спеціалізується на ремонті ходової частини автомобілів, має ключове значення, адже ця діяльність пов'язана з високим ризиком травматизму та аварійних ситуацій. Розглянемо основні заходи, які слід впроваджувати на такому підприємстві:

1. **Створення та виконання правил з охорони праці.** Під час ремонту ходової частини необхідно дотримуватися чітких норм, які мінімізують небезпеку травм і аварій. Ці правила мають регламентувати поведінку працівників, порядок роботи з технічним обладнанням та застосування засобів індивідуального захисту.
2. **Облаштування робочих зон відповідним обладнанням.** Співробітники повинні бути забезпечені інструментами й технікою, що знижують ризик травмування. Для цього слід регулярно перевіряти й підтримувати в справному стані верстати, підіймачі, преси та інші пристрої, які використовуються для ремонту ходових систем.
3. **Проведення тренінгів і вдосконалення навичок персоналу.** Розуміння принципів безпеки та правильного поводження з обладнанням і матеріалами є важливим для зменшення ймовірності нещасних випадків. Постійні курси й підвищення кваліфікації сприяють не лише безпеці, а й продуктивності праці.
4. **Запровадження механізму нагляду за дотриманням норм безпеки.** На підприємстві необхідно призначити відповідальних за контроль безпеки та організувати систему моніторингу. Це може включати регулярні перевірки стану техніки, інструментів, засобів захисту, а також тестування знань працівників про безпечні методи роботи.
5. **Гарантування доступу до засобів індивідуального захисту.** У процесі ремонту ходової частини обов'язково використовувати захисні окуляри, рукавички, маски тощо. Такі заходи значно знижують ризик травмування й підвищують рівень безпеки працівників.

6. **Аналіз небезпек і впровадження заходів для їх усунення.** Періодична оцінка ризиків дозволяє виявляти потенційні загрози та розробляти способи їх нейтралізації чи мінімізації, що є важливим аспектом безпечної роботи на підприємстві.

7. **Підготовка плану реагування на надзвичайні ситуації.** На випадок аварій чи нещасних випадків підприємство повинно мати чіткий алгоритм дій, який забезпечить швидке й ефективне вирішення проблеми та захист персоналу.

Таким чином, організація безпеки праці на підприємстві з ремонту ходової частини є критично важливою для захисту працівників. Необхідно розробляти й дотримуватися інструкцій, забезпечувати якісне оснащення робочих місць і систематично навчати персонал.

У таблицю 5.1 зведено показники про стан охорони праці у ремонтній майстерні підприємства.

Таблиця 5.1 – зведені показники стану охорони праці майстерні підприємства

Назва показників	Одиниці виміру	За звітний рік
Середньооблікова кількість працівників, (Р)	чол.	3
Кількість нещасних випадків, (Т)	випад.	1
Утому числі летальних наслідків (Тсм)	випад.	0
Кількість днів непрацездатності від травматизму, (Дн)	днів	15
Матеріальні збитки від травматизму	грн.	6 000
Коефіцієнт частоти травматизму, (Кч.)		$\frac{1}{3} = 0,3$
Коефіцієнт важкості, (Кв)		$\frac{15}{1 - 0} = 15$

Продовження таблиці 5.1

Коефіцієнт втрат робочого часу, (Квч)		$\frac{15}{3} = 5$
Кількість випадків захворювань (С)	чол.	1
Кількість днів непрацездатності від захворюваності (Д <sub>з</sub> )	днів	7
Коефіцієнт захворюваності (Кз)		$\frac{1 * 100}{3} = 33$
Коефіцієнт непрацездатності від захворювань (Кдз)		$\frac{3}{1} = 3$
Асигновано коштів на охорону праці	грн	12 000
Витрачено коштів на охорону праці	грн	12 000
Кількість пожеж	вип.	0
Матеріальні збитки від пожеж	грн	0

У таблиці 5.2 представлено схему виробничих ризиків, характерних для процесу ремонту сільськогосподарської техніки.

Таблиця 5.2 – Схема виробничих ризиків у технологічному процесі ремонту сільськогосподарської техніки на підприємстві

Найменування операції	Небезпечні умови	Небезпечні дії	Небезпечна ситуація	Можливі наслідки
1. Виконання очищувально-мийних робіт	Слизька підлога через воду чи миючі засоби	Неправильне використання хімічних речовин	Падіння або отруєння парами	Травми кінцівок, опіки шкіри, інтоксикація
2. Очищення вузлів та агрегатів	Гострі кромки деталей, пил у повітрі	Робота без захисних рукавиць	Поранення рук, вдихання пилу	Різані рани, подразнення дихальних шляхів
3. Розбирання двигуна	Важкі деталі, масляні поверхні	Підняття вантажу без підтримки	Падіння деталей на ноги чи спину	Переломи, розтягнення м'язів
4. Виконання робіт на заточному верстаті	Швидке обертання абразивного круга	Дотики до рухомих частин без захисту	Ураження від іскор чи уламків	Опіки очей, порізи шкіри

Продовження таблиці 5.2

5. Робота на верстатах з електроприводом	Оголені дроти, несправна ізоляція	Ігнорування заземлення обладнання	Ураження струмом або коротке замикання	Електротравми, пожежа
6. Робота на гідравлічному устаткуванні	Високий тиск рідини, зношені шланги	Неправильне підключення механізмів	Розрив шланга чи витік масла	Удари струменем, опіки
7. Монтаж шин	Велика вага коліс, нестабільне положення	Ручне переміщення без підйомника	Падіння шини на працівника	Забиття, травми хребта
8. Проведення зварювальних робіт	Яскраве світло дуги, іскри, токсичні гази	Робота без захисного щитка чи маски	Опіки очей, вдихання шкідливих випарів	Втрата зору, отруєння
9. Виконання фарбувальних робіт	Пари розчинників, легкозаймисті речовини	Відсутність вентиляції під час фарбування	Отруєння газами, спалах фарби	Головний біль, опіки, пожежа
10. Складання агрегатів	Неправильна фіксація деталей, тісний простір	Використання несправних інструментів	Зсув конструкції чи травма від інструменту	Синці, порізи, защемлення пальців
11. Обкатка машин в приміщенні	Високий рівень чадного газу, шум	Робота двигуна без витяжки	Задуха від вихлопів, порушення слуху	Отруєння СО, шумова травма

Мінімізація загроз здоров'ю працівників на підприємстві з ремонту автомобілів є важливим завданням для забезпечення їхньої безпеки та благополуччя. Ось основні підходи до вирішення цього питання:

- 1. Організація якісної вентиляції.** У процесі ремонту можуть утворюватися шкідливі випари, пил та інші небезпечні речовини. Ефективна вентиляційна система допоможе усунути ці фактори та знизити їхній вплив на здоров'я.
- 2. Застосування захисного спорядження.** Робота з автомобільними матеріалами часто пов'язана з контактом із хімічними речовинами, тому працівники повинні мати доступ до рукавичок, масок і захисних окулярів.

3. **Раціональне облаштування робочих зон.** Правильна організація простору дозволяє уникнути травм і небезпек, пов'язаних із ремонтом. Наприклад, важливо забезпечити місця для зберігання інструментів і достатній простір для комфортної роботи.
4. **Своєчасне технічне обслуговування обладнання.** Регулярна перевірка й догляд за інструментами та технікою запобігають аваріям і травмам, які можуть виникнути через їхню несправність.
5. **Навчання персоналу.** Підготовка працівників із правильного використання обладнання та захисних засобів допомагає уникати небезпечних ситуацій і підвищує загальну безпеку.
6. **Проведення медичних обстежень.** Регулярні огляди дозволяють вчасно виявляти професійні захворювання й надавати необхідне лікування працівникам.
7. **Впровадження системи управління безпекою праці.** Така система забезпечує контроль за виконанням норм, виявленням і усуненням ризиків, а також загальну координацію заходів із охорони праці.

Ці кроки сприяють створенню безпечних умов праці на підприємстві з ремонту автомобілів і зменшують негативний вплив небезпечних факторів на здоров'я працівників.

## 6. Економічна оцінка проекту

Для економічного аналізу проекту розглянемо діяльність ремонтного підрозділу компанії, що займається технічним обслуговуванням і ремонтом сільськогосподарських машин. Основні параметри цього підрозділу викладено у третьому розділі. Початкові дані для оцінки наступні: підприємство має у власності будівлю ремонтної майстерні площею 198 м<sup>2</sup>, оцінену в 3,96 мільйона гривень. Для здійснення технічного обслуговування та ремонтних робіт необхідно придбати спеціалізоване обладнання й матеріали. Додатково підрозділ може надавати послуги зовнішнім замовникам.

На основі даних із таблиці 3.5 буде визначено річний обсяг ремонтних робіт, а результати цих обчислень представлені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Оцінка обсягу ремонтних послуг, наданих компанією.

<b>Вид послуги</b>	<b>Річний обсяг, люд-год</b>
ТО-1	67
ТО-2	123
ТО-3	90
ПР	925
КР	1100
Всього	2305

Ремонтний підрозділ використовує приміщення площею  $S=198$  м<sup>2</sup>. Усі витрати на утримання будівлі детально описано в таблицях 6.2 і 6.3.

Таблиця 6.2 – Кошторис витрат на утримання приміщень.

Стаття витрат	S, м <sup>2</sup>	Вартість в грн за 1 м <sup>2</sup> /рік	Річна вартість, грн
1. Опалення	198	200	39600
2. Вода	198	20	3960
Всього			43560

Таблиця 6.3 – Витрати підприємства на електричну енергію.

Стаття витрат	S, м <sup>2</sup>	Вартість, грн за 1 м <sup>2</sup> /рік	Річна вартість, грн
1. Електроенергія	198	78	15444

Витрати, пов'язані із закупівлею обладнання, його встановленням і технічним обслуговуванням, наведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Вартість основного обладнання для майстерні.

Назва обладнання	Призначення	Кіл, шт	Вартість за одиницю, грн	Загаль- на вартість, грн
Верстат слюсарний	Для слюсарних робіт (розбирання, збирання деталей, обробка)	2	25 000	50 000
Підйомник автомобільний	Підйом техніки (тракторів, вантажівок) для ремонту ходової частини	1	150 000	150 000

Продовження таблиці 6.4

Домкрат гідравлічний (20 т)	Для підйому важкої техніки (комбайнів, тракторів)	2	15 000	30 000
Зварювальний апарат	Зварювання металевих деталей техніки	1	20 000	20 000
Компресор повітряний	Живлення пневмоінструментів, продувка деталей	1	30 000	30 000
Набір інструментів універсальний	Ручні інструменти для ремонту (ключі, викрутки, молотки тощо)	3	10 000	30 000
Діагностичний сканер	Діагностика електронних систем тракторів, вантажівок, комбайнів	1	50 000	50 000
Шиномонтажний стенд	Ремонт і заміна шин на техніці	1	80 000	80 000
Токарний верстат малий	Обробка невеликих деталей (втулки, вали)	1	100 000	100 000
Мийка високого тиску	Очищення техніки від бруду перед ремонтом	1	25 000	25 000
Стенд для перевірки форсунок	Діагностика і ремонт паливних систем тракторів і комбайнів	1	70 000	70 000
Прес гідравлічний (20 т)	Випресовування/запресовування підшипників, втулок	1	40 000	40 000

Продовження таблиці 6.4

Електрогенератор (10 кВт)	Автономне живлення обладнання у разі перебоїв з електрикою	1	60 000	60 000
<b>Загальна вартість обладнання</b>				<b>735000</b>
<b>Транспортні витрати, витрати на установку і витрати на наладку обладнання, 10%</b>				73500
<b>Всього</b>				<b>808500</b>
<b>Амортизаційні відрахування при нормі 25%</b>				202125

Будівля, що слугує ремонтною майстернею, оцінена в 3,96 мільйона гривень. Щорічна амортизація за ставкою 2% становить 79200 гривень. Заробітна плата 3 працівників, чисельність яких зазначена в таблиці 3.6, розрахована в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Оцінка витрат на оплату праці персоналу.

№ п/п	Вид оплати праці	Сума на 1 робітника, грн/місяць	Сума на 3 робітника, грн/місяць	Всього за рік, грн
1.	Основна оплата праці (ООП)	15000	45000	540000
2.	Додаткова оплата праці 10 % від ООП	1500	4500	54000
3.	Нарахування на фонд заробітної плати, 18%	3630	10890	130680
4	Всього			724680

Додаткові витрати складають 3% від загальної виробничої собівартості. Витрати на надання послуг розподіляються залежно від обсягу їх реалізації, що відображено в таблиці 6.1. Річна собівартість послуг підрахована в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 – Річна собівартість послуг.

Стаття витрат	Витрати по видам послуг, грн					Всього витрат, грн
	ТО-1	ТО-2	ТО-3	ПР	КР	
1. Електроенергія	449	824	603	6198	7370	15444
2. Заробітна плата	21064	38671	28296	290815	345834	724680
3. Амортизація обладнання	5875	10786	7892	81113	96459	202125
4. Амортизація будівель	2302	4226	3092	31783	37796	79200

Продовження таблиці 6.6

5. Комунальні послуги	1266	2324	1701	17481	20788	43560
Виробнича собівартість	30957	56831	41584	427390	508247	1065009
6. Інші позавиробничі витрати	929	1705	1248	12822	15247	31950
Річна собівартість	31886	58536	42831	440211	523495	1096959

Детальний розрахунок собівартості кожної послуги представлено в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7 – Собівартість окремих видів послуг.

<b>Вид послуги</b>	<b>Кількість послуг за рік, шт</b>	<b>Річна собівартість послуг, грн</b>	<b>собівартість однієї послуги, грн</b>
ТО-1	116	31886	275
ТО-2	29	58536	2018
ТО-3	3	42831	14277
ПР	13	440211	33862
КР	7	523495	74785

Ціни на послуги формуються за формулою:

ціна = виробнича собівартість + плановий прибуток + ПДВ.

Загальна річна вартість послуг ремонтного підрозділу підсумована в таблиці 6.8.

Таблиця 6.8 – Сумарна річна вартість послуг.

<b>Вид послуги</b>	<b>собівартість однієї послуги, грн</b>	<b>Рентабельність 40%, грн</b>	<b>ПДВ, 20%, грн</b>	<b>Ціна однієї послуги, грн</b>	<b>Річна ціна послуг, грн</b>
ТО-1	275	110	77	462	53568
ТО-2	2018	807	565	3391	98340
ТО-3	14277	5711	3998	23985	71956
ПР	33862	13545	9481	56889	739554
КР	74785	29914	20940	125639	879472
<b>Всього</b>					<b>1842891</b>

Прогноз фінансових результатів діяльності ремонтної майстерні відображено в таблиці 6.9.

Таблиця 6.9 – Фінансовий план ремонтної майстерні підприємства

№	Показники	1 місяць, грн	2 місяць, грн	3 місяць, грн	II квартал, грн	II півріччя, грн	Сума за рік, грн
1.	<b>Доходи.</b> Виторг від надання усіх видів послуг	153574	153574	153574	460723	921446	<b>1842891</b>
2.	<b>Витрати.</b> Витрати по наданню послуг	91413	91413	91413	274240	548480	<b>1096959</b>
	2.1. Електроенергія	1287	1287	1287	3861	7722	<b>15444</b>
	2.2. Заробітна плата	60390	60390	60390	181170	362340	<b>724680</b>
	2.3. Амортизація обладнання	16844	16844	16844	50531	101063	<b>202125</b>
	2.4. Амортизація будівель	6600	6600	6600	19800	39600	<b>79200</b>
	2.5. Комунальні послуги	3630	3630	3630	10890	21780	<b>43560</b>
	2.6. Інші позавиробничі	88751	88751	88751	266252	532505	<b>1065009</b>
3.	ПДВ	30715	30715	30715	92145	184289	<b>368578</b>
4.	<b>Прибуток</b>	62161	62161	62161	186483	372966	<b>745932</b>
	Податок із прибутку, 18%	11189	11189	11189	33567	67134	<b>134268</b>
	Чистий прибуток	20257	20257	20257	60772	121543	<b>243086</b>

Для визначення строку окупності проекту враховано, що на старті використано існуючу будівлю, а інвестиції спрямовано на придбання обладнання. Термін окупності розрахований як  $808500 / 243086 = 3,3$  роки. Цей період можна зменшити, шляхом збільшення кількості сільськогосподарських машин, яким будуть надаватися послуги з ремонту і технічному обслуговуванню.

## 7. Висновки і пропозиції

За підсумками виконаної роботи сформульовано такі висновки та рекомендації. Висновки:

Аналіз діяльності ФГ «Сугак В.В.», розташованого в Охтирському районі Сумської області, виявив, що основним фокусом підприємства є рослинництво, зокрема вирощування зернових і технічних культур. Технічний парк господарства включає 7 одиниць машин і тракторів.

Розроблено схеми технологічних процесів для технічного обслуговування та ремонту обладнання підприємства, проведено оцінку кількості необхідних ТО і ремонтів для кожної одиниці техніки, а також розраховано потребу в трудових ресурсах і персоналі для їх реалізації.

Спроектовано пристрій для зняття гільз циліндрів двигуна вантажного автомобіля ГАЗ 53 з оцінкою міцності його конструкції, створено його складальне креслення і специфікацію деталей.

Сформовано комплекс заходів для гарантування безпеки праці на ремонтному майданчику.

Економічна оцінка проекту включала аналіз ремонтної інфраструктури підприємства. Розрахунки показали, що річний дохід складе 185 млн грн, витрати – 1,09 млн грн, а період окупності нового обладнання становитиме 3,3 роки.

Рекомендації: З огляду на економічну виправданість, пропонується придбати сучасний комплект технологічного обладнання для оновлення ремонтної бази машинного парку господарства.

## Список використаних джерел

1. Войтюк Д. Г. Експериментальні дослідження втрат зерна при роботі зернозбиральних комбайнів / Д. Г. Войтюк, С. В. Смолінський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – 2018. – Вип. 144. – Ч. 3 – С. 331– 348.
2. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 2021. – 448 с.
3. Dr. Beatriz Bernardo, Prof. Yuan Huang, Zolotariov Petru, Victor Akoa Reshaping Agriculture for the 21st Century. America Journal of Agriculture Vol 5 No 2 (2023). - 56p.
4. Jack Atkinson Agricultural Machinery and Technologies.- Larsen and Keller Education, 2020.- 456p.
5. V. Adamchuk, V. Bulgakov, Hr. Beloiev, M. Korenko. Mineral fertilisation theory and working tools of fertiliser spreading machines. Sofia : Prof. Marin Drinov Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2017. 165 p.
6. Technological equipment predpriyatiy otryasli (grain processing enterprises): a textbook / L.A.Glebov, A.B. Demsky, VF Vedenev and others - М .: DeLi print, 2016. 816.
7. Technological equipment of flour and cereal enterprises: a textbook / О.І.Гапонюк, Л.С. Soldatenko, LG Grosul et al. - Kherson: Oldi-plus, 2018. 752.
8. Saban Kumar K.C. Corn Seeding Robot. NCE Journal of Engineering, Volume 1, Issue 1, 2019.
9. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. - Львів: НВФ Українські технології, 2018. - 800 с.
10. Довідник з вирощування зернових та зернобобових культур / В.В. Лихочвор, М.І. Бомба, С.В. Дубковецький, Д.М. Оїшчук. - Львів: Українські технології, 2018 - 408с.

11. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В.Ю. Ільченко, В.П. Карасьов, А.С. Лімонт та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка. – К.: Урожай, 2013. 224с.
12. Типові норми виробітку і витрачання палива на механізовані польові роботи. / Держагропром УРСР. – К.: Урожай, 2011. – 472 с.
13. Довідник з експлуатації машино-тракторного парку / В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімонт та ін. – К.: Урожай, 1987. – 368 с.
14. Господаренко Г.М., Єщенко В.О. Система технологій в рослинництві. – Умань, 2018.
15. Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. Машиновикористання та екологія довкілля. – Київ : Грамота, 2017. – 360 с.
16. Ільченко В.Ю. та ін. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. – Київ : Урожай, 2013.
17. Експлуатація машин і обладнання : навч. посіб. / М.А. Ружицький, В.І. Рябець, В.М. Кіяшко та ін. – Київ : Аграрна освіта, 2016
18. Квашук О.В. Сучасні інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур. – Кам'янець-Подільський : Абетка, 2018.
19. Левицька Ю. О. та ін. Основи агрономії. – Київ : Аграрна освіта, 2018.
20. Діденко М. К. Експлуатація машинно-тракторного парку. – Київ : Вища школа, 2013.
21. Мельник А.В. Агробіологічні особливості вирощування соняшнику та ріпаку ярового в умовах Північно-Східного Лісостепу України. Аналітичний огляд та результати дослідження : монографія. – Суми : Унів. кн., 2017. – 228 с.
22. Типові норми продуктивності і витрати палива на передпосівному обробітку. – Київ : НДІ Украгропромпродуктивність, 2015.
23. Типові норми продуктивності і витрати палива на сівбі, садінні і догляді за посівами. – Київ : НДІ Украгропромпродуктивність, 2015.
24. Типові норми продуктивності і витрати палива на збиранні сільськогосподарських культур. – Київ : НДІ Украгропромпродуктивність, 2015.

25. Типові норми продуктивності і витрати палива на транспортних роботах. – Київ : НДІ Укראгропромпродуктивність, 2015.
26. Пастухов В. І Довідник з машиновикористання в землеробстві : навч. посіб. – Харків : Веста, 2021. – 344 с.
27. Саблук П. Т. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур. – ННЦ Інститут аграрної економіки, 2015.
28. Фортуна В.І. та ін. Технологія механізованих сільськогосподарських робіт. – Київ : Вища школа, 2015.

## ДОДАТКИ