

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 дільниці по ремонту ведучих мостів автотракторної техніки в умовах НПЦ СНАУ»

Виконав:

(підпис)

Сергій КАСАЄВ

(Прізвище, ініціали)

Група:

РМХ 2201ст.

(Науковий) керівник:

(підпис)

Євген КОНОПЛЯНЧЕНКО

(Прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет **Інженерно-технологічний**

Кафедра **агроінжинірингу**

Ступінь вищої освіти **«Бакалавр»**

Спеціальність **208 «Агроінженерія»**

ЗАТВЕРДЖУЮ:

завідувач кафедри

Михайло ШУЛЯК

“ _____ ” _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

Сергію КАСАЄВУ

(ім'я, прізвище)

1. Тема проекту (роботи) Організація ділянки по ремонту ведучих мостів автотракторної техніки в умовах НППЦ СНАУ

2. Керівник проекту (роботи) Коноплянченко Є.В., к.т.н., доц.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ _____ ” _____ року № _____

3. Строк подання студентом проекту (роботи) 25.05.2025р.

4. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

Базове господарство: НППЦ СНАУ

Об'єкт дослідження: ведучі мости колісних тракторів

5. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

1. Аналіз конструктивних особливостей та несправностей ведучих мостів сучасних колісних тракторів

2. Організація ділянки з ремонту ведучих мостів автотракторної техніки

3. Технологія ТО і ремонту ведучих мостів автотракторної техніки

4. Конструкторська частина

5. Охорона праці

6. Техніко-економічне обґрунтування рішень

6. Перелік графічного матеріалу

1. План ділянки

2. Схема роботи стенду

3. Складальне креслення

4. Складальне креслення складальних одиниць стенду

5. Деталювання

6. Техніко-економічні показники

7. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Нормоконтроль			
Економічне обґрунтування			

Дата отримання завдання ”04” вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Обрання теми	до 01.10.2024	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 01.12.2024	
3.	Складання плану роботи	до 01.01.2025	
4.	Написання вступу	до 23.01.2025	
5.	Написання другого розділу	до 15.02.2025	
6.	Написання третього розділу	до 12.03.2025	
7.	Написання першого розділу	до 15.04.2025	
8.	Підготовка розділів «Охорона праці» та «Економічне обґрунтування»	до 01.05.2025	
9.	Написання висновків	до 07.05.2025	
10.	Подання роботи на перевірку унікальності	до 10.05.2025	
11.	Подання на рецензування	до 24.05.2025	
12.	Подання до попереднього захисту	до 25.05.2025	

Керівник роботи

_____ Євген КОНОПЛЯНЧЕНКО
(підпис) (ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Здобувач

_____ Сергій КАСАЄВ
(підпис) (ім'я ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

Касаєв Сергій Олександрович. «Організація дільниці по ремонту ведучих мостів автотракторної техніки в умовах НПЦ СНАУ».

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня бакалавра за освітньою програмою «Агроінженерія», спеціальність 208 «Агроінженерія».

Сумський національний аграрний університет, Суми, 2025.

У роботі досліджено організацію дільниці з ремонту ведучих мостів автотракторної техніки на базі Навчально-практичного центру СНАУ. Проведено аналіз конструктивних особливостей та типових відмов ведучих мостів сучасних колісних тракторів (John Deere, Case IH, New Holland, Fendt), виявлено основні причини зношування підшипників, протікання ущільнень та зносу шестерень. Обґрунтовано технологічну схему дільниці (зони прийому, розбирання, мийки, дефектації, ремонту і збірно-випробувальна) та розроблено виробничу структуру з оптимальною кількістю персоналу, що забезпечує своєчасне обслуговування парку техніки. Описано методику технічного обслуговування та ремонту ведучих мостів з урахуванням діагностики стану мастила, ущільнень, зазорів у зубчатих передачах і підшипниках, а також регулювання зачеплення головної пари за допомогою індикаторних пристроїв. Розроблено пристосування для розборки та складання елементів ведучих мостів, виконано розрахунок на міцність його основних вузлів, що гарантує безпечне та оперативне виконання ремонтних операцій. Розроблено заходи з охорони праці. Розраховано вартість виготовлення пристосування й оснащення дільниці, обґрунтовано річний економічний ефект та окупність інвестицій протягом 5 місяців експлуатації.

Ключові слова: дільниця ремонту ведучих мостів, автотракторна техніка, технологія ТО і ремонту, конструкторське пристосування, економічна ефективність.

ABSTRACT

Kasayev Sergiy Oleksandrovych. "Organization of a repair section for drive axles of agricultural and tractor equipment under the conditions at the Training and Practical Center of SNAU".

Qualification work for a bachelor's degree in the educational program "Agricultural Engineering", specialty 208 "Agricultural Engineering".

Sumy National Agrarian University, Sumy, 2025.

The work examines the organization of a site for the repair of drive axles of auto-tractor equipment on the basis of the SNAU Training and Practical Center. An analysis of the design features and typical failures of drive axles of modern wheeled tractors (John Deere, Case IH, New Holland, Fendt) was conducted, the main causes of bearing wear, seal leakage and gear wear were identified. The technological scheme of the site (reception, disassembly, washing, defect detection, repair and assembly-testing zones) was substantiated and a production structure with an optimal number of personnel was developed, ensuring timely maintenance of the fleet of equipment. The methodology for maintenance and repair of drive axles is described, taking into account diagnostics of the condition of the lubricant, seals, gaps in gears and bearings, as well as adjustment of the main pair engagement using indicator devices. A device for disassembling and assembling drive axle elements has been developed, a calculation of the strength of its main components has been performed, which guarantees safe and prompt performance of repair operations. Occupational safety measures have been developed. The cost of manufacturing the device and equipping the site has been calculated, the annual economic effect and return on investment during 5 months of operation have been substantiated.

Keywords: drive axle repair site, autotractor equipment, maintenance and repair technology, design device, economic efficiency.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА НЕСПРАВНОСТЕЙ ВЕДУЧИХ МОСТІВ СУЧАСНИХ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ	7
1.1 Загальна інформація про ведучі мости колісних тракторів	7
1.2 Основні функції ведучих мостів	8
1.3 Ведучі мости тракторів John Deere: конструкція та відмови	9
1.4 Ведучі мости тракторів Case IH: конструкція та відмови	11
1.5 Ведучі мости тракторів New Holland: конструкція та відмови	13
1.6 Ведучі мости тракторів Fendt: конструкція та відмови	14
2 ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	16
2.1 Напрямки організації робіт з технології ТО агротехніки	16
2.2. Організація, планування та облік ТО МТП	18
2.3 Організація дільниці з ремонту ведучих мостів автотракторної техніки	23
2.4 Обґрунтування виробничої структури та кількості персоналу служби технічного обслуговування	26
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	29
3.1 Особливості ремонту ходової частини колісних тракторів іноземного виробництва	29
3.2 Аналіз причин несправностей і технологія ТО і ремонту ведучих мостів автотракторної техніки	31
4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	38
4.1 Конструктивні особливості пристосування для розборки елементів конструкції ведучих мостів	40
4.2 Розрахунок міцність елементів конструкції пристосування	40
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	41

5.1 Аналіз шкідливих та небезпечних чинників на ділянці з ремонту ведучих мостів автотракторної техніки та заходи запобігання їм	41
5.2 Розробка заходів з охорони праці	42
6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	43
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	46
ДОДАТКИ	49

ВСТУП

Сучасне сільське господарство України стоїть перед численними викликами, серед яких особливої ваги набувають питання підвищення ефективності виробництва, зменшення витрат та адаптації до змін клімату. У цьому контексті особливо актуальним стає використання автотракторної техніки відомих світових брендів, яка здатна забезпечити високий рівень продуктивності, надійності та економічності [1-4].

Одним з головних аргументів на користь впровадження техніки провідних світових виробників є її технічна досконалість. Компанії, такі як CLAAS, John Deere, Case IH, та інші, мають десятиліття досвіду в розробці машин, що відповідають найвищим стандартам. Їхня техніка відзначається високим ступенем автоматизації, наявністю точного землеробства (precision farming), GPS-навігації, телеметрії, а також інтелектуальними системами управління.

Особливо важливою є економічна ефективність. Хоча первісна вартість техніки таких брендів є вищою, проте її експлуатаційні витрати часто нижчі через менше споживання пального, довший ресурс роботи, меншу кількість простоїв завдяки надійності. Це дозволяє аграріям у довгостроковій перспективі досягати вищої рентабельності.

Також варто враховувати і аспект екологічної безпеки. Техніка провідних брендів відповідає найсучаснішим екологічним нормам, зменшуючи шкідливі викиди та підвищуючи ефективність використання ресурсів. Це має вагомe значення в умовах необхідності гармонізації українського агросектору із європейськими стандартами.

Варто відзначити й роль офіційних дилерів і сервісних центрів, які забезпечують належне сервісне обслуговування логістику оригінальних деталей та запчастин. Це мінімізує ризики поломок у критичні періоди, такі як посівна чи жнива, й сприяє стабільності агровиробництва.

Таким чином, використання автотракторної техніки відомих світових брендів є надзвичайно актуальним для аграрного сектору України. Воно сприяє впровадженню інновацій, підвищенню конкурентоспроможності та екологічності аграрного виробництва, що є ключовими чинниками сталого розвитку галузі.

Окремої уваги заслуговує питання ТОiP сучасної автотракторної техніки. Наявність розгалуженої мережі авторизованих сервісних центрів і офіційних дилерів є ключовим фактором надійної експлуатації техніки. Провідні бренди забезпечують швидкий доступ до оригінальних запасних частин, кваліфіковане сервісне обслуговування, а також навчання персоналу. Це дозволяє мінімізувати простой машин у разі поломок, здійснювати планове ТО, що вкрай важливо під час інтенсивних польових робіт.

Дипломний проект, присвячений питанням організації процесу ремонту ведучих мостів автотракторної техніки в умовах МПЦ СНАУ є актуальним, так як забезпечує працездатність складної агротехніки.

1 АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА НЕСПРАВНОСТЕЙ ВЕДУЧИХ МОСТІВ СУЧАСНИХ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ

1.1 Загальна інформація про ведучі мости колісних тракторів



Рисунок 1.1 – Передній ведучий міст трактора TLS MFWD
John Deere, 6230 [5]

Ведучий міст — це один з ключових вузлів трансмісії трактора, що забезпечує передавання обертального моменту від трансмісії до коліс. Його завдання — забезпечити тягове зусилля, зменшити швидкість обертання валів, а також компенсувати різницю в обертах коліс під час руху.

Типи та конфігурації:

- задній привід — класичне рішення для легких і середніх тракторів.

- повний привід (4WD або MFWD) — підключає передній міст для кращої прохідності та стабільності.
- мости з незалежною підвіскою — забезпечують плавніший хід і кращий контакт з поверхнею.

1.2 Основні функції ведучих мостів

- Передача крутного моменту на провідні колеса.
- Зміна напрямку обертання (поперечна/поздовжня вісь).
- Зниження швидкості обертання за допомогою редуктора.
- Розподіл крутного моменту між колесами (через диференціал).
- Амортизація ударних навантажень.
- Рульове керування (у випадку переднього моста).

2. Основні складові ведучого моста

- Картер моста – корпус зі сталі або чавуну.
- Диференціал – розподіляє момент між колесами.
- Півосі – з'єднують диференціал з колесами.
- Головна передача – редуктор для зменшення обертів.
- Колісні редуктори – додаткове зниження обертів, особливо на потужних тракторах.
- Система підвіски – ресорна, гідропневматична або незалежна.
- Привод MFWD – механізм переднього ведучого моста.
- Гальмівна система – дискові гальма, інтегровані у вузол.

3. Конструктивні особливості

- Незалежна підвіска переднього моста.
- Автоматичне або ручне блокування диференціала.
- Герметичні вузли для захисту від забруднень.
- Централізована система змащування.
- Висока ремонтпридатність у польових умовах.

4. Загальні вимоги до ведучих мостів

- Висока міцність та довговічність.
- Надійне ущільнення та змащування.

- Робота у важких умовах (бруд, пил, волога).
- Легкість обслуговування.

1.3 Ведучі мости тракторів John Deere: конструкція та відмови

Ведучі мости колісних тракторів John Deere (див рис.1.1) мають низку конструктивних особливостей, які забезпечують високу надійність, ефективність та довговічність у складних умовах експлуатації. Ось ключові технічні рішення, що застосовуються в передніх і задніх мостах:

Загальні конструктивні особливості ведучих мостів

Внутрішній планетарний редуктор: Розташування планетарного редуктора всередині моста (inboard) дозволяє використовувати шини більшого розміру та забезпечує гнучкість у налаштуванні колії. Така конструкція також зменшує теплопередачу до шин, що підвищує їхню довговічність.

Єдина система мастила та охолодження: Мастило циркулює через всі компоненти моста — редуктор, диференціал та гальма — що забезпечує ефективне охолодження та зменшує знос.

Спирально-конічна передача: Використання спірально-конічних шестерень забезпечує плавну та безшумну передачу крутного моменту, а також дозволяє двосторонню роботу моста.

Вологі дискові гальма всередині моста: Такі гальма розташовані всередині моста, що захищає їх від забруднень і забезпечує іскробезпечну роботу в потенційно небезпечних середовищах. Вони також мають довший термін служби порівняно з сухими гальмами.

Передні ведучі мости (MFWD)

John Deere пропонує механічні передні ведучі мости (MFWD) з різними характеристиками:

Серія 1150 MFWD: Оснащена двоциліндровою системою кермового управління, що покращує маневреність та підходить для робіт з важкими навантаженнями на передню вісь.

Серія 1300 MFWD з підвіскою TLS™ Plus: Ця система забезпечує самовирівнювання передньої осі, покращує зчеплення з ґрунтом та дозволяє

збільшити швидкість роботи в полі. Вона також оснащена гідравлічним блокуванням диференціала та вологими дисковими гальмами для підвищеної тягової сили та безпеки.

Модульна конструкція та індивідуальне налаштування

John Deere використовує модульний підхід у проектуванні мостів, що дозволяє адаптувати їх до специфічних потреб користувача:

Модульна конструкція: Мости складаються з 12 модулів різного розміру, вантажопідйомності та передаточних чисел, що дозволяє створювати конфігурації, оптимальні для конкретних умов експлуатації.

Матеріали корпусу моста: Використовуються сірий або ковкий чавун, що забезпечує високу міцність та довговічність конструкції.

Додаткові технічні рішення

Підвіска Triple Link Suspension (TLS™): Ця система забезпечує покращене зчеплення з ґрунтом, зменшує коливання та підвищує комфорт оператора під час роботи на нерівній місцевості.

Гідравлічне блокування диференціала: Забезпечує рівномірний розподіл крутного моменту між колесами, що покращує прохідність трактора в складних умовах.

Незважаючи на високу якість виготовлення, ведучі мости тракторів John Deere можуть зазнавати типових експлуатаційних проблем. Нижче подано аналіз поширених несправностей, що базується на відгуках користувачів та сервісних звітах [6].

Модель 3032E

Часте явище — протікання ущільнень півосей через погану герметизацію, особливо після миття або у вологих умовах.

Недостатня опора шпинделя

Моделі 4110, 4115, 2320, 2520

Недостатня конструктивна підтримка шпинделя веде до зносу ущільнень і руйнування корпусу моста.

Модель 2032R

Болти кріплення переднього моста можуть відкручуватись, спричиняючи зміщення кардана та пошкодження.

Знос шестерень у передньому диференціалі

Модель 2305

Зубці шестерень зношуються через низький рівень мастила або надмірне навантаження.

Проблеми з гідравлікою та рульовим керуванням

Модель 1026R

Можливі витіки SCV, самовільне опускання навантажувача, внутрішні витіки в гальмах.

Проблеми з MFWD (механічним переднім приводом)

1.4 Ведучі мости тракторів Case IH: конструкція та відмови

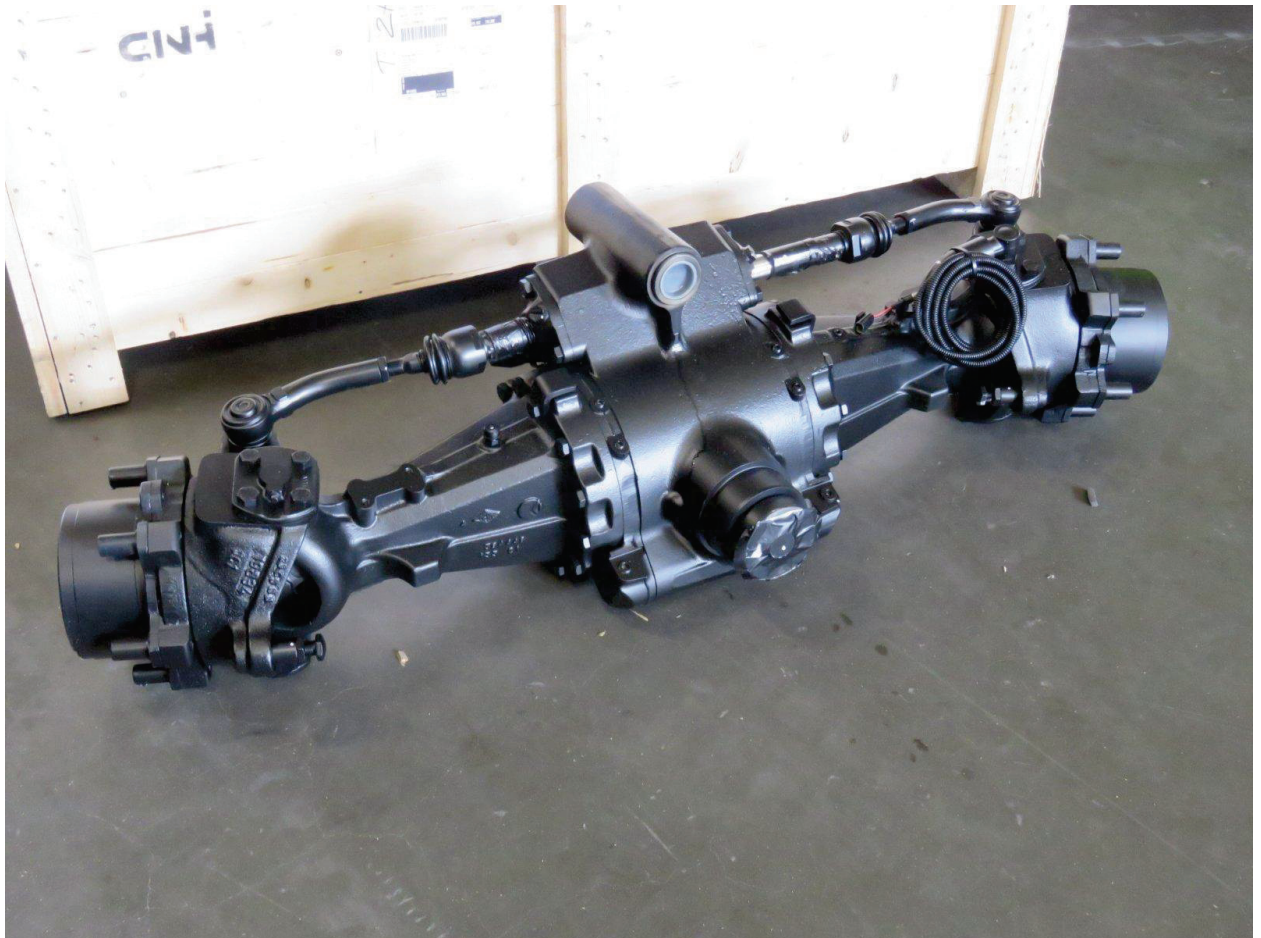


Рисунок 1.2 – Передній ведучий міст трактора Case IH Farmall N [8]

Конструктивні особливості ведучих мостів Case IH

Ведучі мости тракторів Case IH розроблені з урахуванням потужності, тягового зусилля та надійності. Основні конструктивні особливості:

- Планетарний редуктор у маточинах забезпечує кращий розподіл навантаження та довговічність.
- Мости з незалежною підвіскою (наприклад, серія CVXDrive AFS Connect) забезпечують покращене зчеплення з поверхнею.
- Автоматичне включення/виключення переднього моста (MFWD) при досягненні певної швидкості.
- Високий кліренс і жорстка вісь з посиленням корпусом, зокрема в моделях для важких умов (Steiger, Puma).
- Посилені внутрішні диференціали з обмеженим проковзуванням або повним блокуванням.

Типові відмови та поломки

Хоча ведучі мости Case IH загалом вважаються надійними, в реальних умовах експлуатації користувачі повідомляють про наступні проблеми:

- Протікання ущільнень, окрема у моделях Maxxum, часто після 2000 мотогодин експлуатації.
- Зношення підшипників півосей. Виникає при інтенсивному навантаженні на привідні колеса у моделях Farmall.
- Вібрації переднього моста. Причина — розбалансування кардана або знос хрестовин.
- Проблеми з системою MFWD. Відмова соленоїдів або гідравлічного керування у моделях Puma.
- Розтріскування корпусу моста. Фіксувалося у важких умовах на тракторах Steiger за недостатньої змазки.

1.5 Ведучі мости тракторів New Holland: конструкція та відмови



Рисунок 1.3 – Передній ведучий міст трактора New Holland T8040 [9].

Конструктивні особливості ведучих мостів New Holland

Трактори New Holland мають ведучі мости, розраховані на високу продуктивність і зниження втрат потужності. Серед основних особливостей [10]:

- Система Terraglide™ з незалежною передньою підвіскою покращує зчеплення і комфорт оператора.
- Планетарні редуктори в маточинах для зниження навантаження на головну передачу.
- Опція автоматичного вмикання MFWD (переднього приводу) з електронним керуванням.
- Мости Heavy-Duty з підвищеним ресурсом для моделей серії T7/T8.
- Диференціали з гідравлічним блокуванням для підвищення прохідності.

Типові відмови та поломки

У користувачів виникали такі характерні проблеми з ведучими мостами тракторів New Holland:

- Підтікання масла з півосей. Зазвичай трапляється після 2500-3000 мотогодин (серія T5, T6).
- Зношення шліців півосей. Через недостатнє змащення або високі навантаження (серія T7).
- Вібрація передньої осі. Викликана зносом шарнірів або карданного валу.
- Вихід з ладу MFWD-соленоїдів. Типово для старших моделей серії TS/TM.
- Поломка диференціалу. У деяких випадках через надмірне буксування без увімкненої блокування.

1.6 Ведучі мости тракторів Fendt: конструкція та відмови



Рисунок 1.4 – Передній ведучий міст трактора Fendt 200 [11].

Конструктивні особливості ведучих мостів Fendt

Трактори Fendt відомі своєю інноваційністю та високотехнологічними рішеннями у трансмісії та ведучих мостах [12]. Основні конструктивні елементи:

- Передня підвіска з активним керуванням Fendt Suspension System (в серіях 700/900 Vario).
- Передній ведучий міст з незалежною гідروпневматичною підвіскою та автоматичним регулюванням тиску.
- Високоміцні корпуси з литої сталі з інтегрованим диференціалом і планетарними редукторами.
- Електронне управління приводом переднього моста (Fendt VarioDrive).
- Застосування датчиків навантаження для оптимізації тяги в умовах змінного навантаження.

Типові відмови та поломки

Попри високу якість, деякі проблеми все ж фіксуються у польових умовах [12]:

- Збої електроніки керування мостом. Особливо у старших моделей із системою VarioDrive.
- Знос манжет півосей. Виникає за високих навантажень і тривалих циклів роботи.
- Поломки передньої підвіски. Можливі у разі інтенсивної роботи з фронтальними навісками.
- Несправність гідроциліндрів підвіски. Може виникати при перепадах температур або неякісному мастилі.
- Вібрації від карданного приводу. Через дисбаланс або зношення шарнірів.

2 ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Напрямки організації робіт з технології ТО агротехніки

На даному етапі розвитку АПК України надзвичайно важливим є забезпечення ефективного функціонування машинно-тракторного парку. Центральним елементом в цьому є технічне обслуговування (ТО) сільськогосподарської техніки, яке визначає рівень її надійності, довговічності та продуктивності.

З розвитком цифрових технологій та концепції «розумного» сільського господарства відбувається трансформація підходів до ТО. Сучасною тенденцією є застосування діагностики в режимі реального часу. Такі системи дозволяють завчасно виявляти несправності та попереджати аварії, що зменшує витрати на капітальний ремонт та простої техніки [13].

Іншим важливим вектором розвитку є автоматизація процесів обслуговування. Використання роботизованих технічних засобів для змазування, заміни фільтрів, перевірки вузлів та агрегатів значно підвищує оперативність і якість проведення робіт [14].

Не менш актуальним є розвиток сервісної інфраструктури з використанням мобільних сервісних підрозділів, які дозволяють виконувати ТО безпосередньо в польових умовах, що особливо важливо під час сезону польових робіт [15].

Також перспективним є перехід до обслуговування за технічним станом, а не за регламентом часу чи напрацювання. Завдяки сенсорним системам та аналізу даних з машин можна здійснювати персоналізований підхід до кожної одиниці техніки [16].

Сучасні цифрові платформи, що є комплексним застосуванням супутникового моніторингу, агрономічних систем та сільськогосподарських машин, дозволяють здійснювати комплексне управління технічним станом машин та планування ТО [17].

Отже, організація й технологія технічного обслуговування машин в

аграрному секторі набуває нового значення у світлі діджиталізації технологій. Комплексне застосування автоматизованих систем, аналітики та мобільного сервісу є ключем до підвищення ефективності, надійності та економічної доцільності використання техніки в сільському господарстві.

Сучасні агропідприємства незалежно від форми власності укомплектовані великою кількістю агротехніки, що відрізняється за типом, призначенням і марками. Зрозуміло, що ефективне використання такого різноманітного машинного парку можливе лише за умови дотримання єдиних технічних стандартів і нормативів, які забезпечують постійну справність та працездатність машин.

Рівень ефективності експлуатації техніки в колективних, приватних і фермерських господарствах значною мірою залежить від організації технічного обслуговування, зокрема його своєчасності та якості. Якісне щозмінне та періодичне обслуговування є запорукою надійної роботи машин і зниження витрат на ремонти.

Щоб забезпечити належний технічний стан машинно-тракторного парку, необхідно регулярно виконувати цілий комплекс заходів: контрольні, мийні, регульовальні, а також розбірно-складальні операції, з урахуванням сезонності та технічного стану техніки.

Практика показала, що виконання всього комплексу робіт з технічного обслуговування виключно силами трактористів є економічно неефективним. На ці роботи витрачається близько 25–30 % їх робочого часу, що призводить до зниження продуктивності агрегатів, особливо в періоди пікового навантаження. Крім того, якість технічного обслуговування, виконаного без належної підготовки, помітно поступається обслуговуванню, проведеному кваліфікованими спеціалістами.

Раціональним підходом є впровадження принципу спеціалізації та розподілу праці при організації технічного обслуговування. Це передбачає створення спеціалізованих ланок з майстрів-наладчиків, які оснащені сучасними засобами діагностики. Така модель організації є особливо

ефективною для великих аграрних підприємств і кооперативів. У свою чергу, для менших фермерських господарств доцільною є організація міжгосподарських сервісних служб технічного обслуговування.

У межах навчально-практичного центру СНАУ найбільш результативною визнано модель технічного обслуговування з використанням спеціалізованих ланок майстрів-наладчиків, які працюють на пунктах технічного обслуговування тракторів (ПТОТ) із застосуванням сучасної діагностичної техніки.

На ПТОТ такі ланки здійснюють технічне обслуговування, виявлення й усунення несправностей на етапі машиновикористання, крім того проводять діагностування для визначення залишкового ресурсу машин або агрегатів. Інші групи фахівців протягом року працюють на машинному дворі, виконуючи збереження, технічне обслуговування та підготовку техніки до експлуатації після консервації.

Склад таких спеціалізованих ланок формується відповідно до обсягу та характеру робіт. Як правило, до їх складу входять майстри-наладчики, діагности, слюсарі та трактористи-машиністи.

Організаційною основою діяльності ПТОТ є план-графік проведення технічного обслуговування та ремонтів, а також облік напрацювання машин. Напрацювання може вимірюватись в умовних еталонних гектарах або у витраті пального в кілограмах чи центнерах.

Такий підхід до організації технічного обслуговування забезпечує суворе дотримання встановленої періодичності робіт і високу якість виконання, що сприяє зниженню витрат і підвищенню ефективності експлуатації техніки.

2.2. Організація, планування та облік ТО МТП

Сучасні аграрні підприємства, незалежно від форми власності, володіють значним арсеналом різних с-г машин які відрізняються за марками, типом машини та функціональним призначенням. Раціональна експлуатація

такої техніки неможлива без уніфікованої системи технічних норм, що дозволяє підтримувати машини в належному технічному стані.

Рівень ефективності використання машинно-тракторного парку значною мірою залежить від організації своєчасного і якісного щозмінного та періодичного технічного обслуговування. Для забезпечення справності техніки необхідно регулярно виконувати комплекс робіт: контрольні огляди, мийку, регулювання, розбирання та складання тощо.

Досвід великих енергонасичених господарств доводить, що виконання технічного обслуговування лише силами трактористів є неефективним — до 25% робочого часу витрачається на ТО, що знижує продуктивність у критичні агротехнічні періоди. Крім того, якість робіт, які виконують самі трактористи, поступається обслуговуванню, що здійснюють фахівці.

Оптимальним рішенням є впровадження спеціалізованих ланок з технічного обслуговування, укомплектованих майстрами-наладниками, діагностами і слюсарями. Це дає змогу застосовувати механізовані та діагностичні засоби, що особливо ефективно для великих господарств, а для дрібних – доцільною є міжфермерська кооперація.

Для умов НПЦ СНАУ найбільш ефективною залишається організація технічного обслуговування на пунктах технічного обслуговування техніки (ПТОТ) силами фахових бригад. Вони здійснюють ТО, діагностику, усунення несправностей і зберігання машин. Склад таких ланок визначається обсягом робіт, і зазвичай включає майстрів-наладників, діагностів, слюсарів і тракториста.

Основу організації ТО на ПТОТ має становити графік обслуговувань і ремонтів із урахуванням наробітку машин, який може обчислюватися у мотогодинах, умовних гектарах або витраченому паливі. Це надає можливість здійснювати обслуговування на належній якості та дотримуватися регламентованої періодичності робіт (ДСТУ 20793-95).

Організація планування та обліку робіт із технічного обслуговування тракторів і сільськогосподарської техніки має ключове значення для забезпечення їхньої працездатності та продовження терміну служби. Це дозволяє зменшити витрати й підвищити економічну ефективність

експлуатації техніки.

Планово-попереджувальна система технічного обслуговування, що історично застосовується в сільському господарстві, підтвердила свою ефективність і не потребує заміни, хоча й потребує адаптації до нових умов.

Незалежно від стану ремонтної інфраструктури, сучасне ТО включає: приймання, обкатку, очищення, щозмінне обслуговування, ТО-1, ТО-2, ТО-3, міжсезонні роботи, ремонти, зберігання та заправлення. Періодичність залежить від мотогодин, площі обробки або витрати пального.

Згідно з ДСТУ 20793-95, прийнято трирівневу систему ТО з двома поточними ремонтами і одним капітальним. У техніці, виготовленій після 1982 року, рекомендовано проводити перше ТО через 125 мотогодин. Однак на практиці через значний знос техніки та дефіцит запчастин часто застосовується обслуговування з періодичністю 60 мотогодин.

У НПЦ СНАУ діє система ТО на основі ДСТУ 20793-95. Обов'язковим компонентом є діагностика, яка дозволяє точніше планувати ремонти, попереджувати несправності, зменшувати простої і трудомісткість обслуговування.

У сучасних умовах експлуатації тракторів іноземного виробництва в аграрному секторі України важливою складовою ефективної роботи є відповідне до термінів ТО. Наведемо порівняльну характеристику періодичності та змісту ТО для тракторів марок John Deere, Case IH, New Holland та Fendt відповідно до даних офіційних сервісних джерел [18-21].

Рекомендації з ТО тракторної техніки іноземних виробників мають відмінності залежно від моделі, умов експлуатації та технічної інфраструктури господарства. Використання офіційних сервісних документів і періодичних перевірок дозволяє забезпечити тривалу й ефективну експлуатацію техніки.

Таблиця 2.1 - Технічне обслуговування тракторів іноземного виробництва

Марка	Інтервали ТО	Основні операції	Джерело
John Deere	Щотижнево, щомісячно, щоквартально, щорічно	Перевірка рівня масла, очищення повітряного фільтра, перевірка шин, заміна гідравлічного масла, тест електросистеми	[18]
Case IH	Кожні 600/750 годин або щорічно, кожні 1200/1500 годин	Заміна моторного і гідравлічного масла, фільтрів, огляд ВВП, заміна фільтра кабіни	[19]
New Holland	Залежно від моделі і умов експлуатації	Заміна масла, гідравліки, повітряних фільтрів, огляд системи охолодження	[20]
Fendt	Індивідуально за моделлю	Заміна фільтрів, моторного і гідравлічного масла, діагностика електросистеми, перевірка охолодження	[21]

Технічна діагностика дає змогу здійснювати ремонт тракторів за агрегатним методом. Якщо у механізаторів немає необхідного обладнання для безрозбірної оцінки технічного стану, трактори зазвичай направляють у ремонт повністю. У таких випадках часто відбувається передчасне розбирання окремих вузлів, що порушує нормальні умови приробітки, спричиняючи прискорене зношення поверхонь тертя.

Вибір схеми організації технічного обслуговування й діагностики

залежить від того як експлуатується техніка та в якому стані знаходиться система технічного забезпечення і сервісна служба. Можливі наступні комбінації пунктів обслуговування, ремонтних майстерень і діагностичних засобів:

Пункт технічного обслуговування зі стаціонарними контрольньо-діагностичними засобами. Усі роботи з обслуговування та діагностики виконуються на стаціонарному ПТО.

Пункт ТО + ремонтна майстерня. ТО-1 та ТО-2, а також усунення дрібних несправностей здійснюються на ПТО, а більш складне обслуговування (ТО-3) та діагностика — в ремонтній майстерні господарства.

Пересувна діагностична установка + ремонтна майстерня. Основні ТО виконуються на ПТО, а діагностичні роботи — за допомогою мобільного діагностичного комплексу, тоді як ремонт — у стаціонарній майстерні.

ПТО + агрегат технічного обслуговування + пересувна діагностика. ТО-1 і ТО-2 проводяться на пункті ТО, а ТО-3 і діагностування — за участі мобільного сервісного агрегату та діагностичної установки.

Агрегат ТО + ремонтна майстерня. В умовах експлуатації виконується лише базове обслуговування (ТО-1 і ТО-2), інші операції виконуються в майстерні.

У НПЦ СНАУ застосовується другий варіант організації: ТО-1 і ТО-2 виконуються безпосередньо на пункті технічного обслуговування, тоді як ТО-3 і діагностичні роботи — в ремонтній майстерні.

Грамотно організоване планування робіт із технічного обслуговування є ключовим фактором у підтриманні справного стану тракторів і забезпеченні їхньої постійної готовності до роботи.

Нині використовується планово-попереджувальна система обслуговування, яка включає: обкатування нової техніки, поточне та періодичне технічне обслуговування, технічні огляди, ремонт і заходи зі зберігання машин.

Планування ТО і ремонтів передбачає:

- розроблення річного графіка технічного обслуговування та ремонту для всього господарства або окремих виробничих підрозділів;
- щоденний контроль за дотриманням місячного графіка ТО й ремонтів на рівні кожної бригади.

Зведені дані про періодичність проведення ТОіР надані в таблиці 2.1.

Крім того, в обов'язковому порядку виконується сезонне технічне обслуговування, яке здійснюється двічі на рік — перед початком весняно-літнього та осінньо-зимового періодів експлуатації машин.

Для формування річного плану-графіка технічного обслуговування й ремонтів тракторів необхідно мати дані про помісячний розподіл обсягу роботи машинно-тракторного парку у відсотковому вираженні. Такий розподіл представлено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 — Структура розподілу обсягу роботи тракторного парку по місяцях року (у відсотках)

Перше півріччя					
01	02	03	04	05	06
3,2	9,4	10,45	24,37	41,15	50,08
Друге півріччя					
07	08	09	10	11	12
52,94	66,37	76,21	92,18	95,37	98

2.3 Організація дільниці з ремонту ведучих мостів автотракторної техніки

1 Схема розміщення дільниці (описова модель):

Вхідна зона → Зона розбирання → Зона мийки → Зона дефектації → Ремонтна зона → Зона збирання й тестування

1. Вхідна зона – прийом, облік, первинна діагностика;

2. Зона розбирання – слюсарні верстаки, спецінструмент;
3. Зона мийки – ванни, мийні установки, парогенератор;
4. Зона дефектації – вимірювальний інструмент, стенди;
5. Ремонтна зона – токарні, шліфувальні, зварювальні верстати;
6. Зона збирання – стенд обкатки, контроль якості.

Таблиця 2.3 - Технологічна карта ремонту ведучого моста

№	Операція	Обладнання/ Інструмент	Примітки
1	Приймання, облік	ПК, журнал, інспекційний інструмент	Зовнішній огляд
2	Розбирання	Набір ключів, знімачі	Візуальна перевірка зношень
3	Мийка	Ванна, мийна машина, парогенератор	Видалення масла, бруду
4	Дефектація	Штангенциркуль, мікрометр	Вимірювання зносу, тріщин
5	Відновлення/ремонт	Токарний верстат, зварка, прес	Заміна або відновлення
6	Збирання	Слюсарний інструмент	Відповідно до техдокументації
7	Випробування	Стенд випробувальний	Перевірка шуму, вібрацій, люфтів
8	Здача в експлуатацію	ПК, бланки	Запис у ремонтний паспорт

Норми часу на ремонт ведучого моста

Норми часу визначаються на основі типових технологічних карт та довідників з нормування праці.

Наведені нижче орієнтовні значення для ремонту одного ведучого моста (трактор/вантажівка).

Таблиця 2.4. – Орієнтовні нормативи на ремонт ведучого мосту

Операція	Час (нормо-години)	Примітки
Приймання, діагностика	0.5	Інспекція, облік, запис у журнал
Розбирання агрегату	1.0	Залежить від типу моста
Мийка деталей	0.5	Механізована/ручна мийка
Дефектація	1.0	З повним обстеженням
Ремонт/відновлення деталей	3.0	Середній рівень складності
Збирання	1.5	Установка з перевіркою зазору
Випробування	1.0	Стендові або динамічні
Оформлення та здача	0.5	Заповнення паспорта агрегату

Економічне обґрунтування організації дільниці

Економічне обґрунтування доцільності створення дільниці з ремонту ведучих мостів базується на аналізі витрат,

трудових ресурсів і вигод від внутрішнього ремонту. Основні чинники:

- Середня вартість ремонту одного моста в сторонній організації — 8000 грн.

- Власна вартість (матеріали + зарплата) — близько 4 500 грн.

- Місячний обсяг ремонту — 20 мостів.
- Економія на кожному ремонті — $3\,500 \text{ грн} \times 20 = 70\,000 \text{ грн/місяць}$.
- Окупність обладнання (~300 000 грн) — протягом 5 місяців.

Висновок: організація дільниці дозволяє знизити витрати, скоротити час простою техніки та забезпечити якість ремонту під власним контролем.

Технологічний розрахунок площ дільниці виконаний за стандартною методикою та наведений Додатку А.

2.4 Обґрунтування виробничої структури та кількості персоналу служби технічного обслуговування

Роботи з ТО і усунення експлуатаційних несправностей займають найбільшу частку в загальному обсязі експлуатаційних заходів щодо тракторів. Саме тому ефективна організація цих процесів є базовим елементом у структурі всієї системи обслуговування машинно-тракторного парку.

У навчально-практичному центрі СНАУ, як уже зазначалося, планується реалізація організаційної моделі на основі спеціалізації праці. Виконання операцій періодичного технічного обслуговування (ТО-1, ТО-2, ТО-3), а також ремонтних робіт з відновлення працездатного стану, належить до компетенції спеціалізованої ланки пункту технічного обслуговування та діагностики. Обслуговування нескладних сільськогосподарських машин, а також заходи зі зберігання техніки, виконуються бригадами, сформованими у складі тракторних підрозділів.

Для оптимізації планування обслуговування техніки, мінімізації простоїв машинно-тракторних агрегатів та підвищення ефективності використання контрольно-діагностичних засобів, періодичність діагностичних перевірок поєднується з відповідними етапами технічного обслуговування. Контрольно-діагностичні процедури виконуються одночасно з операціями ТО у визначеній послідовності.

На підготовчому етапі діагностування виконуються операції, що сприяють покращенню точності вимірювання технічного стану вузлів та

агрегатів. До них належать промивання вузлів і систем, підтягування з'єднань, регулювання механізмів, а також усунення дрібних несправностей, які можуть завадити точній діагностиці.

Під час технічного обслуговування діагностика вирішує такі завдання:

- встановлення необхідності направлення машини або її окремих агрегатів на капітальний ремонт;
- визначення потреби в поточному ремонті окремих вузлів і систем;
- оцінка ефективності функціонування основних механізмів і агрегатів;
- формування переліку робіт, що мають бути виконані під час наступного ТО (регулювання, змащення, перевірка кріплень тощо).

Для забезпечення раціонального розподілу ресурсів, зокрема контрольно-діагностичних засобів, а також оптимального завантаження обслуговуючого персоналу, необхідно визначити відсоток робіт на стаціонарному пункті ТО та ланками, відповідальними за ремонти і зберігання техніки [13].

Таблиця 2.5. – Зведена трудомісткість ТО МТП, люд.-год.

Найменування робіт	Трудомісткість робіт		
	Всього	СТОТ	Пересувні
ТО тракторів	2802,4	1969,9	832,5
Технічна діагностика	504	504	-
ПР тракторів	264	-	264
Всього	3570,4	2473,9	1096,5

Після розподілення об'єму робіт поміж спеціалізованим пунктом технічного обслуговування і діагностики (СТОТ) і пересувними засобами технічного обслуговування, визначаємо необхідну кількість робітників.

Число майстрів-наладчиків і майстрів-діагностів для СТОТ визначаємо за формулою:

$$P = 1,3 \cdot T / \Phi_{\partial},$$

де P – к-ть робітників, люд.;

T – трудомісткість технічного обслуговування з використанням засобів діагностування, люд.-год.;

Φ_{∂} – дійсний фонд часу одного робітника за розрахунковий період, год.;

1,4 – к-т, який враховує усунення несправностей при технічному обслуговуванні.

$$\Phi_{\partial} = D \cdot t \cdot K_{см} \cdot \chi_{вр}, \quad)$$

де D – к-ть робочих днів за 2025 рік ($D = 261$ день);

t – тривалість зміни ($t = 8$ год.);

$K_{см}$ – к-т змінності ($K_{см} = 0,95 \dots 1,2$);

$\chi_{вр}$ – к-т використання робочого часу зміни. Для робочих СТОВ, $\chi_{вр} = 0,9$.

$$\Phi_{\partial} = 261 \cdot 8 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 1785,2 \text{ год.}$$

$$P = 1,3 \cdot 2472 / 1785,2 = 1,8 \text{ робочих.}$$

Приймаємо $P = 2$ робітників

Аналогічно визначимо кількість робочих на пересувних засобах технічного обслуговування по формулі:

$$P = T_{аму} \cdot K_{пер} / \Phi_{пер},$$

де $T_{аму}$ – трудомісткість робіт, які пересувними засобами ТО, люд.-год.;

$K_{пер}$ – к-т, що враховує переїзди агрегату, приймаємо $K_{пер} = 1,8$;

$\Phi_{пер}$ – річний фонд робочого часу робочих пересувного засобу ТО:

$$\Phi_{пер} = D \cdot t \cdot K_{зм} \cdot \chi_{вр} \cdot \chi_{ек},$$

де $\chi_{вр}$ – к-т використання робочого часу, $\chi_{вр} = 0,8$;

$\chi_{ек}$ – к-т надійності засобів, $\chi_{ек} = 0,95$;

$$\Phi_{пер} = 261 \cdot 8 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 0,95 = 1508,5 \text{ год.}$$

$$P = 1096,5 \cdot 1,8 / 1508,5 = 1,304 \text{ люд.}$$

Приймаємо двох робітників, що будуть обслуговування машин у полі на пересувному агрегаті. В інші часи вони будуть працювати з іншими виробниками в стаціонарному пункті ТО.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Особливості ремонту ходової частини колісних тракторів іноземного виробництва

Ходова частина є однією з найважливіших систем колісного трактора, оскільки вона забезпечує передачу зусилля до опорної поверхні, стійкість, маневреність та комфорт під час руху. Особливості конструкції ходових систем у тракторах іноземного виробництва зумовлюють специфічний підхід до їх ремонту й обслуговування [22].

У тракторах таких марок, як John Deere, Fendt, New Holland або Case IH активно використовуються незалежні підвіски, гідропневматичні системи амортизації, передні ведучі мости з самоблокуванням та системи активного управління зчепленням з поверхнею. Ці технічні рішення забезпечують високий рівень експлуатаційного комфорту та підвищують ефективність роботи техніки в складних умовах, однак ускладнюють процеси ремонту [23].

Технічне обслуговування та діагностика ведучих мостів (також відомих як тягові мости) є важливою складовою ефективної експлуатації колісних тракторів іноземного виробництва. Ведучі мости передають крутний момент від трансмісії до коліс, забезпечуючи тягову силу, маневреність і прохідність техніки [22].

Сучасні іноземні трактори (John Deere, Fendt, New Holland, Case IH) оснащуються високотехнологічними ведучими мостами з електронно-керованими диференціалами, датчиками обертів, температури мастила, навантаження, а також системами автоматичного блокування [23].

У рамках технічного обслуговування основна увага приділяється перевірці рівня і якості мастила, герметичності ущільнень, зносу шестерень і підшипників, регулюванню зазорів у диференціалі та головній парі. Також важливо контролювати тиск у пневматичних системах, якщо такі передбачені конструкцією моста [24].

Діагностика ведучих мостів містить в собі як візуальні та звукові методи (прослуховування шумів, виявлення вібрацій), так і сучасні електронні засоби — використання діагностичних сканерів (Service Advisor, CNH EST, FendtONE), що дозволяють зчитувати коди помилок, переглядати історію несправностей і проводити тестові режими [26].

Нерідко до планового ТО включаються операції зі зняття кришок редукторів, перевірки контактної плями зубців у зачепленні, а також аналізу залишків мастила на наявність металевих частинок, що в свою чергу дозволяє здійснити моніторинг прихованих дефектів.

Тобто, обслуговування та діагностика ведучих мостів іноземних тракторів є складним, але необхідним процесом, що вимагає як знання технічних регламентів виробника, так і використання відповідного діагностичного обладнання. Проведення цих робіт в відповідний термін забезпечує надійну та довготривалу експлуатацію техніки.

Ремонт ходової частини передбачає перевірку та заміну шин, дисків, підшипників, осей, амортизаторів, елементів ресорної або пневматичної підвіски. В умовах сучасного сервісу все частіше застосовуються діагностичні стенди, 3D-системи вирівнювання та спеціалізовані підйомно-ремонтні установки [24].

Зокрема, при ремонті переднього моста необхідно враховувати не лише знос механічних з'єднань, але й стан електроніки: датчиків кута повороту, приводів блокування диференціала та системи адаптивного управління. Використання спеціалізованого програмного забезпечення, такого як JDLink або CNH AFS, дозволяє точніше ідентифікувати несправності та проводити калібрування після ремонту [25].

У порівнянні з вітчизняними тракторами, іноземні моделі потребують більших витрат часу та ресурсів для діагностики, а також наявності фірмових запасних частин, адаптованих інструментів та висококваліфікованого персоналу. Це підвищує вимоги до сервісної бази господарств та дилерських центрів.

Таким чином, ремонт ходової частини імпортованих колісних тракторів вимагає використання спеціального обладнання, дотримання регламентів виробника і кваліфікованого підходу до діагностики й усунення несправностей. Ефективне проведення таких робіт можливе лише за умов наявності належної технічної бази та відповідної підготовки обслуговуючого персоналу.

3.2 Аналіз причин несправностей і технологія ТО і ремонту ведучих мостів автотракторної техніки

Корпус трансмісії заднього моста трактора виготовляється із сірого чавуну методом лиття. До основних пошкоджень такого корпусу належать тріщини, переломи, зношування посадкових місць під підшипники або гнізда для встановлення стаканів, а також руйнування різьбових з'єднань.

Картери задніх мостів автомобілів зазвичай виготовляються зі сталі або ковкого чавуну. Серед поширених дефектів — деформація корпусу, порушення цілісності зварних швів, знос посадок для підшипників, пошкодження ущільнювальних кілець та різьбових елементів.

У разі незначного вигину картери виправляються на гідравлічному пресі. Якщо деформація перевищує допустимі норми — картер підлягає вибракуванню. Руйнування швів усуваються шляхом повторного зварювання електродом діаметром 5 мм при силі струму 210–240 А на зворотній полярності.

Зношені посадочні поверхні під внутрішні підшипники або ущільнення відновлюються методом наплавлення під флюсом або вібродуговим способом без охолодження. Посадки під зовнішні підшипники у чавунних корпусах ремонтуються шляхом встановлення втулок, а в сталевих — наплавленням.

Картери редукторів, як правило, виготовляють із ковкого чавуну. Під час розбирання заборонено роз'єднувати редуктор із кришками підшипників диференціала, оскільки ці деталі обробляються спільно. Серед основних

дефектів — тріщини, обломи на фланцях, знос або пошкодження посадочних місць під підшипники, руйнування різблення.

Невеликі тріщини та обломи, які не зачіпають кріплення підшипників, можуть бути усунені зварюванням. Якщо пошкодження суттєві — картер вибраковується.

Чашки корпусу диференціала, виготовлені зі сталі 45 або ковкого чавуну, при демонтажі не повинні розкомплектовуватись (права і ліва частина). Чашки з тріщинами або переломами також підлягають вибракуванню. Ум'ятини, задири та зношення поверхні під упорні шайби усуваються шляхом механічної обробки торця до ремонтного розміру. Збільшення зазору компенсується встановленням регулювальних шайб відповідного розміру.

Якщо зношені отвори під стяжні болти — свердляться нові між старими. Сферичну поверхню для опори шайб сателітів при дефектах розточують фасонним різцем, а отриманий збільшений розмір також компенсують ремонтними шайбами. У випадку зношення отворів під шипи хрестовини свердлять нові під кутом 45° до наявних.

Півосі виготовляють зі сталей марок 45РП, 40 або 38ХГС. Виявлені тріщини або обломи є підставою для їх вибракування. Погнуті півосі виправляються на пресі, після чого виконується обробка фланця.

Однією з ключових операцій під час збирання заднього моста є регулювання. Правильне регулювання зчеплення шестерен забезпечує оптимальне розташування зубчастих коліс відносно одне одного, нормальний бічний зазор та правильне навантаження на роликові підшипники.

Шестерні вважаються правильно встановленими, якщо вершини їхніх початкових конусів перетинаються в єдиній точці (О), а утворюючі цих конусів збігаються з геометричною віссю (ОС) (див рис.3.1).

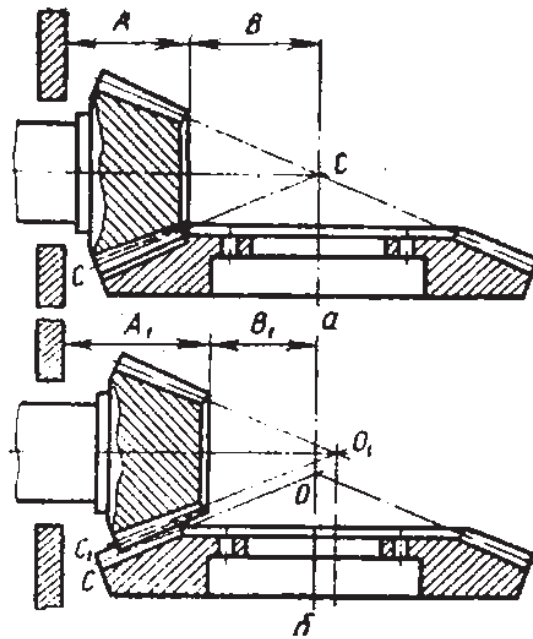


Рисунок 3.1 - Схема регулювання шестірень головної передачі:
 а — правильно; б — неправильно.

Калібр №2 (див. рис. 3.2), що використовується з метою позиціонування повинен щільно прилягати до торця шестірни.

Встановлення ведучої шестірни здійснюється за допомогою пристрою, який включає в себе важільний механізм (качалку 5) і годинниковий індикатор з наконечником (позиція 6). Встановлення здійснюється за допомогою шаблону 4 при попередньо встановленому розмірі 190 мм.

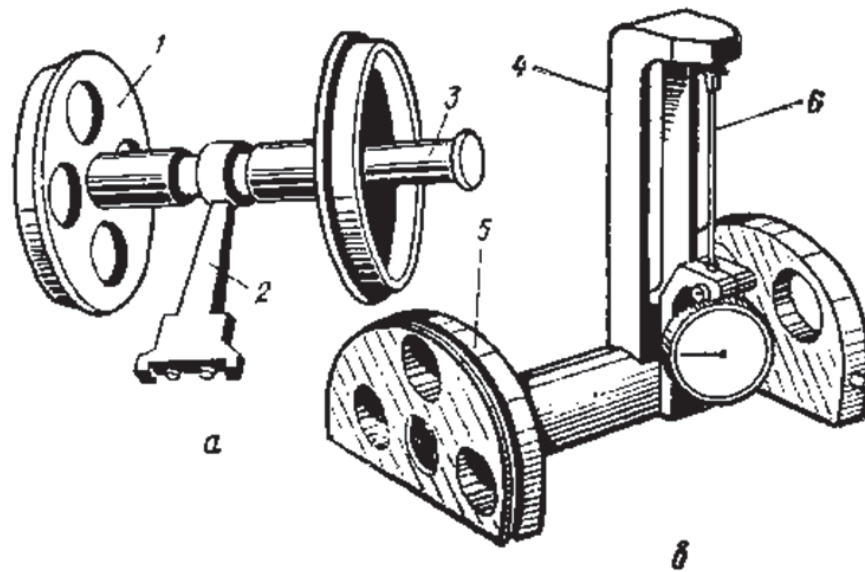


Рисунок 3.2 - Пристосування для встановлення вторинного валу (а) КП і ведучої шестірні ГП (б) заднього мосту:

1 – центральні диски; 2 - калібр; 3 - вал; 4 - шаблон; 5 - качалка; 6 – кінцевик індикатору.

Качалку встановлюють у посадочні місця підшипників корпусу, при цьому наконечник індикаторної голівки спирається на торець внутрішнього кільця підшипника ведучої шестірні. За показаннями шкали індикатора визначають правильність розташування шестірні відносно осі заднього моста.

Розглянемо приклад складання заднього моста вантажного автомобіля. Під час складання вузла підшипників валу ведучої конічної шестірні виконується регулювання попереднього натягу конічних підшипників. Для цього корпус 5 (рис. 3.3) фіксують у лещатах 7, після чого вал ведучої шестірні проворачують щонайменше п'ять разів у одному напрямку для стабілізації посадки.

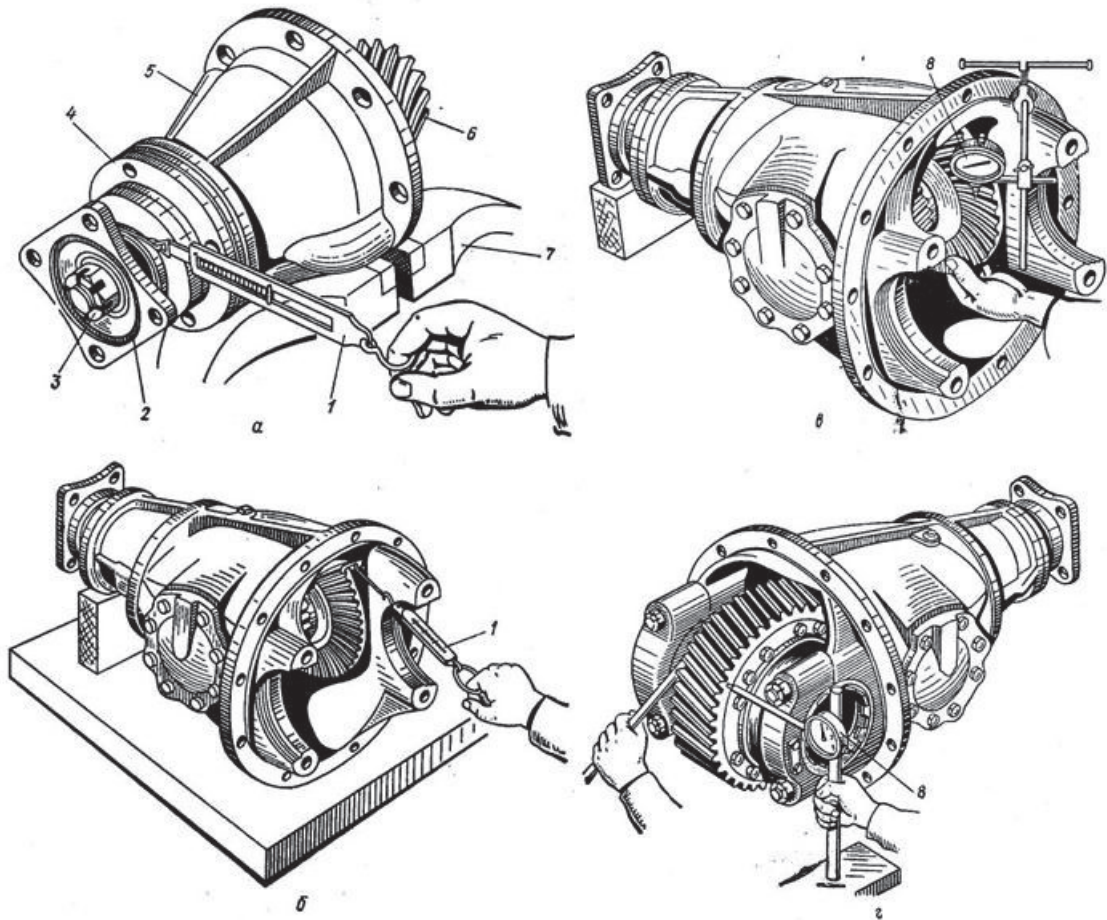


Рисунок 3.3 - Перевірка регулювання підшипників і зачеплення головної передачі заднього моста вантажного автомобіля.

Далі, за допомогою динамометра (позиція 1), вимірюють крутний момент, необхідний для провертання вала в підшипниках. Його величина повинна знаходитися в межах 1,0–3,5 Н·м, що відповідає зусиллю на динамометрі від 17 до 58 Н. Якщо вал обертається з надмірним зусиллям або осьовий зазор перевищує допустимі значення (0,05–0,1 мм), виконують повторне регулювання підшипників, замінюючи дві регулювальні шайби на інші з відповідною товщиною.

Заводським комплектом передбачено вісім типорозмірів регулювальних шайб товщиною від 2,0 до 2,6 мм.

Крутний момент обертання вала ведучої циліндричної шестірні також має складати 1,1–3,45 Н·м і контролюється динамометром, який фіксується на

ведену конічну шестірню. У разі необхідності регулювання здійснюється шляхом зміни кількості прокладок, що встановлюються під кришками підшипників. Завод випускає п'ять типів прокладок товщиною від 0,06 до 1,1 мм. Обов'язковою умовою є наявність щонайменше однієї прокладки під кожним гніздом, додаткові встановлюються залежно від потреби.

Після встановлення вузла ведучої конічної шестірні на картер редуктора проводять регулювання зачеплення шестерень головної передачі. Бічний зазор у зачепленні визначають за допомогою індикаторної голівки (позиція 8), а правильність положення перевіряють за формою контактної плями, як показано на рис. 3.4.

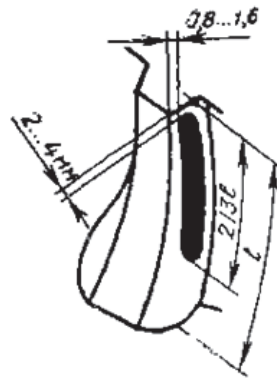


Рисунок 3.4 - Правильне розташування плями контакту на зубі шестірні

Для перевірки правильності зачеплення шестерень головної передачі на декілька зубів веденої конічної шестірні наносять тонкий шар олійної фарби. Після цього, злегка пригальмовуючи ведучу шестірню вручну, обертають її в обидва боки. За характером і формою контактної плями, яка утворюється на пофарбованій поверхні, оцінюють правильність зачеплення. Бічний зазор у парі головної передачі має складати 0,25–0,45 мм, а контактна пляма повинна відповідати зображенню на рисунку 3.4.

Коригування положення шестерень здійснюється переміщенням веденої або ведучої шестірні. Ведучу шестерню зміщують, змінюючи товщину прокладок, розміщених між фланцем корпусу підшипників її вала та картером редуктора. Ведена шестерня регулюється шляхом перестановки прокладок із-

під однієї кришки редуктора під іншу. При цьому сумарна товщина прокладок має залишатися сталою, щоб не порушити попереднє регулювання підшипників проміжного вала.

Під час збирання диференціала внутрішні кільця роликів підшипників напресовуються на праву та ліву чашки за допомогою гідравлічного преса. Зазор між торцем півосьових шестерень і внутрішньою поверхнею чашки регулюється шляхом встановлення опорних шайб різної товщини. Для вантажного автомобіля цей зазор має бути в межах 0,45–0,8 мм і контролюється за допомогою щупа через одне з чотирьох оглядових отворів у чашці диференціала.

Осьовий зазор сателітів на шейках хрестовини також регулюється встановленням шайб певної товщини.

Складання диференціала виконується таким чином, щоб зубці веденої циліндричної шестірні були симетрично розміщені відносно ведучої. Осьовий зазор у підшипниках диференціала регулюється гайками. Відсутність зазору перевіряється індикаторною голівкою, встановленою на зубець веденої циліндричної шестерні (рис. 3.1, в). Вона також використовується для контролю бічного зазору між зубцями шестерень. Для нових зубчастих пар зазор має бути в межах 0,15–0,75 мм, а для таких, що були у вжитку — від 0,2 до 1,5 мм.

Після завершення складання задній міст проходить обкатку та стендові випробування. Температура нагріву підшипників не повинна перевищувати 60–80 °С. У разі появи підвищеного або нерівномірного шуму перевіряють правильність налаштування зачеплення шестерень і, за необхідності, здійснюють додаткове регулювання.

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

Питання необхідності застосування пристосувань для розбирання ведучих мостів колісних тракторів (особливо імпортої складної техніки) є актуальним у зв'язку з ускладненням конструкцій сучасної сільськогосподарської техніки та вимогами до безпеки, точності та швидкості ремонту. Нижче наведено основні аспекти, що обґрунтовують доцільність застосування таких пристосувань:

Ведучі мости мають велику масу і складну конструкцію. Їх розбирання вручну без відповідних пристосувань створює ризик травматизму. Пристосування дозволяють надійно фіксувати елементи, зменшуючи ризик раптового зміщення або падіння частин. Складні вузли (редуктори, диференціали, підшипники тощо) можуть бути пошкоджені при демонтажі без спеціальних знімачів чи фіксаторів. Використання правильно підібраних пристосувань гарантує дбайливе розбирання без деформацій корпусу або внутрішніх механізмів. Спеціальні стенди, домкрати, фіксатори та знімачі дозволяють значно пришвидшити ремонтні операції. Мінімізується необхідність у трудомістких ручних операціях.

Крім того ведучі мости імпортних тракторів мають специфічну компоновку та можуть вимагати нестандартних інструментів або адаптерів. Універсальні або спеціалізовані пристосування дозволяють виконувати ремонт без пошкодження оригінальних вузлів.

Запобігання пошкодження деталей під час розбирання знижує потребу в їх заміні. Менший час простою техніки в ремонті зменшує втрати в період польових робіт.

Застосування спеціальних пристосувань для розбирання ведучих мостів імпортних колісних тракторів є необхідною умовою:

- для забезпечення якісного ремонту.
- для підвищення безпеки персоналу.
- для скорочення витрат часу та ресурсів.

У більшості випадків використовуються імпровізовані засоби — гаражні домкрати, різноманітні важелі, підставки, клини, троси та ланцюги. Застосування таких засобів не лише ускладнює виконання ремонтних робіт, а й створює серйозну загрозу травматизму для персоналу.

У зв'язку з цим, сучасні ремонтні майстерні повинні бути обладнані не тільки універсальними, але й індивідуально розробленими пристосуваннями, відповідно до типів техніки, що обслуговується, тому в дипломному проєкті в якості конструкторської розробки було здійснено проєктування мобільного пристосування для розбирання ведучих мостів автотракторної техніки.

В графічній частині проєкту наведено конструкцію оригінального стенду, яка відрізняється від аналогів простотою виготовлення та адаптується під різні типорозміри деталей, що розбираються. Конструкція є візком з гвинтовим приводом розсувних елементів. На рамі 1 змонтовані колісні блоки 5, які за допомогою підшипників 3 мають змогу обертатися на 360 градусів. За допомогою розсувних елементів 12 та 14 монтажна плита 20 підіймається на необхідну висоту, яка регулюється за допомогою повороту ручки 6 та обертання гвинтового блоку 8. Конструкція монтажної плити 20 передбачає наявність поворотного демонтажного блоку зі змінними фланцями під різні приєднувальні типорозміри, а також опорного блоку для підтримки редуктора після від'єднання. Завдяки своїй мобільності стенд може бути переміщений безпосередньо під редуктор ведучого мосту. З допомогою гвинтового приводу налаштований на необхідну висоту. Закріплення редуктора відбувається по штатних місцях приєднання карданної передачі. Опорний блок підлаштовується під корпус редуктора. Коли редуктор від'єднують від ведучого мосту, за допомогою цього стенду його переміщують в ремонтну зону. Графічна частина проєкту містить складальне креслення стенду, складальне креслення плити монтажної, та робочі креслення оригінальних деталей.

4.1 Конструктивні особливості пристосування для розборки елементів конструкції ведучих мостів

Конструкція обладнання базується на зварній рамі, до якої кріпляться основні вузли для переміщення, фіксації та регулювання положення вантажу. На рамі встановлено вилки з колесами, які через зірочки та втулково-роликівий ланцюг утворюють привідну систему. Управління передачею здійснюється за допомогою видовжувача з важелем, що фіксується контргвинтом.

Для вертикального регулювання вантажу застосовано систему серг і планок, з'єднаних траверсами. Центральним елементом механізму є силовий гвинт, який передає зусилля через муфту і втулку, закріплені на двох траверсах.

На верхньому ярусі конструкції розміщена монтажна плита з різьбовими опорами та тримачем. Вона забезпечує базову опору для встановлення агрегатів. У центральному пазу плити встановлено корпус обертача з віссю, що обертається на бронзових втулках. Обертання фіксується за допомогою шпильки та гайки, а додаткову стабільність забезпечує розрізна колодка зі стопорними затискачами.

Така конструкція дозволяє здійснювати фіксацію та обертання важких вузлів таких як редуктор у вертикальній і горизонтальній площинах під час ремонту.

4.2 Розрахунок міцність елементів конструкції пристосування

Перевірочний розрахунок деталей розробленої конструкції виконаний згідно стандартної методики, містить в собі перевірку елементів на зріз, на згин та перевірку різьбового з'єднання. Результати які наведено в Додатку Б, підтверджують працездатність створеної конструкції обґрунтовують прийняті інженерні рішення.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз шкідливих та небезпечних чинників на ділянці з ремонту ведучих мостів автотракторної техніки та заходи запобігання їм

Ремонт ведучих мостів автотракторної техніки передбачає виконання значного обсягу слюсарно-механічних, зварювальних, діагностичних та монтажно-демонтажних робіт, які супроводжуються впливом ряду шкідливих та небезпечних чинників. Дотримання вимог ОП та застосування ЗІЗ є ключовими умовами зниження ризиків виробничого травматизму та професійних захворювань [27].

До основних шкідливих факторів на ділянці ремонту ведучих мостів належать: рівень шуму (вище 85 дБ), вібрація від ручного інструменту, забруднення повітря аерозолями мастил, пилом та вихлопними газами, а також недостатня освітленість робочого середовища. До факторів що ведуть до небезпеки належать:

- падіння важких деталей,
- ураження електричним струмом,
- травмування при використанні гідравлічних домкратів, підйомників і зварювального обладнання [28].

Для мінімізації дії шкідливих факторів необхідно встановлювати ефективну вентиляційну систему, здійснювати дотримання норм мікроклімату, регулярно прибирання виробничих приміщень та обмеження рівня шуму через використання шумопоглинаючих матеріалів і захисних навушників [29].

У рамках профілактики виробничого травматизму слід дотримуватись технічних вимог до зберігання та транспортування важких вузлів, використовувати вантажопідйомне обладнання з справними запобіжними пристроями, крім того необхідно здійснювати забезпечення робітників ЗІЗ такими як: спецодяг, взуття, рукавиці, захисні окуляри, екрани від зварювання [30].

Також велике значення має проведення інструктажів та систематичний контроль виконання вимог безпеки праці. Оцінка негативних впливів та виробничих ризиків, аналіз потенційно небезпечних ситуацій дозволяють запобігти більшості нещасних випадків [31].

Отже, ефективна система управління охороною праці на ділянці з ремонту ведучих мостів є невід'ємною частиною забезпечення безпечних умов праці, що в свою чергу приводить до зниження рівня професійних ризиків і формування стійкого виробничого середовища.

5.2 Розробка заходів з охорони праці

Загальні вимоги:

- Робітники повинні пройти інструктаж та медичний огляд.
- Заборонено допускати до роботи працівників в стані алкогольного/наркотичного сп'яніння.

- Використання спецодягу: халат, рукавиці, захисне взуття.

Під час виконання роботи:

- Забороняється залишати ввімкнені верстати без нагляду.
- Необхідно перевіряти справність інструменту на початку роботи.
- Під час робіт з мийними засобами — використовувати захисні окуляри та респіратор.

- Всі верстати повинні мати захисні кожухи.

- Забороняється використовувати несправне обладнання.

У разі аварій:

- Зупинити роботу, повідомити керівника.
- Вимкнути живлення.
- Надати першу допомогу (при потребі).

6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розглянемо економічну доцільність виготовлення пристосування для ремонту ведучих мостів автотракторної техніки.

В умовах сучасного сільськогосподарського виробництва технічне обслуговування та ремонт автотракторної техніки, зокрема її ведучих мостів, потребує не лише високої кваліфікації персоналу, але й наявності ефективного інструменту та обладнання. Виготовлення спеціалізованого пристосування для ремонту ведучих мостів скоротити час виконання ремонтних операцій та знизити експлуатаційні витрати підприємства [32].

Традиційні методи демонтажу та регулювання вузлів ведучих мостів потребують значних фізичних зусиль і часто супроводжуються підвищеним ризиком пошкодження деталей, що в подальшому може призвести до додаткових витрат на відновлення. Впровадження у виробничий процес універсального пристосування для центрування, підтримки, монтажу або демонтажу елементів мостів дозволяє мінімізувати такі ризики і підвищити якість ремонту [33].

З економічної точки зору доцільність виготовлення такого пристрою полягає у скороченні простоїв техніки та зменшенні обсягів позапланових ремонтів. Наприклад, зниження тривалості одного ремонту на 30–40% при серійному обслуговуванні дає змогу економити десятки людино-годин щомісяця. Крім того, наявність пристосування дозволяє відмовитися від залучення зовнішніх спеціалізованих майстерень, що додатково скорочує витрати [34].

Окупність витрат на виготовлення пристрою для ремонту ведучих мостів забезпечується за 1–2 сезони експлуатації в умовах середнього сільськогосподарського господарства, при активному використанні тракторного парку. Собівартість виготовлення пристосування зазвичай нижча, ніж вартість оригінального імпортного аналога, і може бути реалізована в умовах майстерень технічного обслуговування господарства [35].

З урахуванням вищенаведеного, можна стверджувати, що виготовлення пристосування для ремонту ведучих мостів є економічно обґрунтованим кроком, який дозволяє підвищити ефективність ремонтного процесу, знизити витрати, забезпечити безпеку праці персоналу та подовжити ресурс використання техніки.

Економічний розрахунок наведено в Додатку В. Узагальнена інформація зведена в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Зведена інформація по економічній доцільності впровадження пристрою

Показники	Термін експлуатації					
	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Програма (річна), шт.	138	131	125	119	113	107
Питома економія на одному ремонті, грн.	395,6	362,0	328,7	291,7	274,1	246,6
К-т приведення до розрахункового року	1,0	0,908	0,8125	0,7482	0,6793	0,689
Вартісна оцінка, грн.	365	428	410	352	307	271
вартісна оцінка витрат, грн.	62380	4210	4683	4040	3821	3425
Економічний ефект, грн.	48872	46950	40526	35937	30541	26086

Отримані розрахунки підтверджують економічну доцільність прийнятих в дипломному проекті рішень.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Ведучі мости сучасних колісних тракторів іноземного виробництва мають складну конструкцію з електронним керуванням, планетарними редукторами, незалежною підвіскою та гідравлічними або електромеханічними блокуваннями диференціалів. Їх ефективність і надійність підтверджується практикою, однак вони потребують спеціального підходу до технічного обслуговування та ремонту.

2. Найчастіші несправності ведучих мостів включають зношення підшипників, протікання ущільнень, знос шестерень, проблеми з гідравлікою MFWD та механічні пошкодження. Вчасна діагностика та застосування сервісних регламентів виробників дозволяє значно зменшити кількість поломок.

3. Технічне обслуговування (ТО) і діагностика ведучих мостів повинні проводитись за станом техніки з використанням спеціалізованого обладнання, сканерів, індикаторів, діагностичних стендів. Такий підхід забезпечує підвищення ресурсу вузлів, зменшення простоїв та покращення технічної готовності машинно-тракторного парку.

4. Організація спеціалізованої дільниці з ремонту ведучих мостів у рамках господарства (на прикладі НПЦ СНАУ) дозволяє виконувати повний цикл робіт – від діагностики до збирання – в межах одного приміщення, оптимізуючи використання площі і трудових ресурсів.

5. Виготовлення власного стенда та пристосувань для обслуговування ведучих мостів є економічно доцільним. Розрахунки свідчать про окупність інвестицій у межах 5 місяців та річний економічний ефект у 229 тисяч гривень. Це дозволяє зменшити залежність від зовнішніх майстерень і підвищити ремонтну автономність підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державна служба статистики України. Офіційний сайт: <https://www.ukrstat.gov.ua>
2. "Сучасна техніка в аграрному виробництві" / Під ред. І. Мельника. — К.: Аграрна наука, 2021.
3. AgroPortal.ua — Аналітика сільськогосподарського ринку. <https://agroportal.ua>
4. Офіційні сайти виробників техніки: <https://www.deere.com> , <https://www.fendt.com> , <https://www.claas-group.com>
5. Система переднього моста: <https://www.deere.com/en/technology-products/ils-suspension/>
6. https://www.reddit.com/r/johndeere/comments/1i58o4a/jd_3032e_front_axle_leaking/
7. Farmchat Case IH форум – <https://www.farmchat.com/forums/case-ih.9/>
8. <https://www.kleinanzeigen.de/s-anzeige/vorderachse-new-holland-t4n-case-ih-farmall-n-gefedert-/2820048928-276-1125>
9. <https://agronetto.com.ua/>
10. <https://www.tractorforum.com/forums/new-holland.52/>
11. <https://www.fendt.com/int/agricultural-machinery/tractors/voderachsfederung>
12. <https://www.tractorbynet.com/forums/fendt-tractors.264/>
13. Губенко В. В. Технічне обслуговування машин: підручник. — Київ: Аграрна освіта, 2020.
14. Лапін В. І. Інноваційні технології в агроінженерії. — Харків: ХНАУ, 2021.
15. Буряк І. М. Організація сервісного обслуговування сільськогосподарської техніки. — Вінниця: Нова книга, 2019.
16. Руденко С. О. Діагностика технічного стану машин. — Львів: Видавництво ЛНУ, 2022.

17. Digital farming: технології майбутнього / За ред. Дж. Міллера. — Лондон: AgroTech Press, 2021.
18. <https://checklistoo.com/john-deere-tractor-maintenance-checklist-schedule/>
19. <https://redefine.caseih.com/en-gb/pre-season-2022/tractor>
20. <https://www.mycnhstore.com/us/en/newhollandag/category/tractor-kits/maintenance-kits/cn/smk0395>
21. <https://www.epcatalogs.com/fendt-tractor-512-513-514-516-vario-power-maintenance-operators-manual-pdf/>
22. Губенко В. В. Експлуатація сільськогосподарської техніки. — Київ: Аграрна освіта, 2020.
23. John Deere 6R Series Technical Manual. — John Deere Publishing, 2021.
24. CNH Service Training Guide: New Holland Tractors. — CNH Industrial, 2021.
25. AFS Connect – Advanced Farming Systems / Case IH. – <https://www.caseih.com>
26. Fendt Service and Maintenance Overview. – AGCO Corporation, 2022.
27. ДСТУ ISO 45001:2019 Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці.
28. Методичні рекомендації з охорони праці у слюсарних майстернях. — МОН України, 2020.
29. Санітарні норми і правила ДСанПіН 3.3.6.042-99 — Виробничий шум, вібрація.
30. Правила безпечної експлуатації вантажопідіймальних механізмів. — Мінекономрозвитку, 2019.
31. Гриневич В. М. Основи охорони праці: навч. посібник. — Харків: ХНАДУ, 2021.
32. Кравчук О.І. Технічне обслуговування машин: організація і економіка. — Київ: Вища школа, 2020.
33. Методичні рекомендації щодо модернізації ремонтних засобів. — Мінагрополітики України, 2021.

34. Гусев С.В. Економіка аграрного виробництва. — Харків: УААН, 2019.
35. Рекомендації щодо енергоефективності ремонтних ділянок. — Інститут механізації сільського господарства, 2022.

ДОДАТКИ