

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

01.12 – МКР. 2398 –Є” 2023.12.29.019 ПЗ

КУХАРЕНКО ЄВГЕНІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ

2024 р.

Перелік графічного матеріалу (за потреби) 1. Тема МР, предмет, об'єкт і методи дослідження. 2. Мета і задачі досліджень 3. Аналіз трелювальної техніки. 4. Структурна схема надійності трелювальних тракторів. 5. Система забезпечення надійності трелювальних тракторів. 6. Система забезпечення надійності МЕЗ по елементним резервуванням. 7. Обґрунтування граничних і допустимих при ремонті деталей лебідок. 8. Дослідження ремонтного фонду деталей лебідок. 9. Охорона праці. 10. Результати техніко-економічного аналізу. 11. Висновки

Дата видачі завдання «19» вересня 2023 р.

Керівник магістерської роботи _____ Харьковський І.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ Кухаренко Є.А.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	Ошибка! Закладка не определена.
ВСТУП.....	7
1 ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ПРОЕКТУВАННЯ.....	9
1.1 Загальна характеристика господарства і його виробничої діяльності	9
1.2 Аналіз використання машинно-тракторного парку	10
1.3 Аналіз технологічного процесу трелювання деревини	12
1.4 Аналіз конструкцій трелювальних машин	15
1.5 Трелювальний трактор як об'єкт ремонту.....	17
1.6 Висновок до першого розділу	20
2 ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДЕТАЛЕЙ ТРЕЛЮВАЛЬНИХ МАШИН.....	22
2.1 Аналіз розподілу відмов деталей трелювальних машин в залежності від основних видів пошкоджень	22
2.2 Системний аналіз надійності трелювального трактора ТДТ-55А	29
2.3 Обґрунтування оборотного фонду агрегатів для підтримання працездатності трелювальних тракторів.....	37
2.4 Аналіз технічного стану деталей основні дефекти	40
2.5 Обґрунтування граничних та допустимих при ремонті розмірів.....	44
2.6 Аналіз та дослідження технічного стану ремонтного фонду	45
2.7 Висновки до розділу 2	51
3 ТЕХНОЛОГІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ТРЕЛЮВАЛЬНИХ ТРАКТОРІВ	52
3.1 Стан організації технічного обслуговування та ремонту трелювальних тракторів	52
3.2 Технологічна схема ремонту трелювального трактора.....	54
3.2.1 Розбирання і відновлення штовхача з навіскою трелювального трактора	54
3.2.2 Ремонт і технічне обслуговування навантажувального пристосування трелювального трактора	57
3.2.3 Дефекти і відновлення лебідки трелювального трактора.....	59
3.2.4 Дефекти і відновлення ходової системи трелювального трактора	65
3.3 Обґрунтування організаційного режиму роботи дільниці.....	71
3.4 Принципи раціональної організації виробничого процесу ремонту навантажувачі	73
3.5 Розрахунок потрібної явочної кількості робітників	74
3.6 Визначення основних параметрів організаційного режиму ремонту навантажувачів.....	75
3.6.1 Визначення такту ремонту	75
3.6.2 Визначення тривалості технологічного циклу ремонту навантажувачів	77
3.6.3 Визначення фронту ремонту дільниці по ремонту лісгосподарської техніки	78
3.7 Розробка відомості обладнання і оргоснастки дільниці.....	79

3.8	Визначення площі ділянки.....	80
3.9	Розроблення плану розміщення технологічного обладнання і оргоснастки ділянки.....	82
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ДІЛЯНИЦІ ПО РЕМОНТУ ЛІСОЗАГОТІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ	83
4.1	Розробка заходів з метою покращення вимог техніки безпеки та охорони праці	83
4.2	Техніка безпеки під час роботи трелювальних тракторів	83
4.3	Загальні вимоги безпеки до робочого місця інструменту та обладнання	84
5	ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ДІЛЯНИЦІ ПО РЕМОНТУ ЛІСОЗАГОТІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ	86
5.1	Визначення річної програми	86
5.2	Вартість основних фондів	88
5.3	Собівартість ремонту навісного обладнання навантажувача.....	90
5.4	Прибуток підприємства.....	91
5.5	Загальна площа ділянки.....	92
5.6	Кількість працюючих	92
5.7	Визначення питомих показників.....	93
5.8	Термін окупності капіталовкладень	95
	ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	97
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	98

ВСТУП

Технічне обслуговування та ремонт трелювальної техніки є важливим аспектом функціонування лісозаготівельної галузі. Від надійності цієї техніки залежить ефективність виконання лісозаготівельних робіт, продуктивність підприємства та економічні показники. В умовах сучасних вимог до техніки та технологій лісозаготівлі, забезпечення високого рівня надійності та технічного стану трелювальних машин є необхідністю для досягнення конкурентоспроможності підприємств. Невчасний або неякісний ремонт може призвести до значних фінансових втрат, простоїв, а також до підвищених витрат на утримання та експлуатацію техніки. У цьому контексті стає актуальним дослідження методів оцінки технічного стану трелювальних машин та їхнього впливу на забезпечення надійності роботи лісозаготівельних підприємств.

Актуальність теми полягає в тому, що ефективність лісозаготівельних підприємств залежить від технічного стану трелювальної техніки, яка використовується для транспортування деревини. Трелювальні трактори є незамінними у виконанні цих завдань, і їхні поломки або виходи з ладу можуть спричинити значні затримки у виробничих процесах, підвищити вартість операцій і призвести до додаткових витрат на ремонт і технічне обслуговування. У сучасних умовах ринок лісозаготівельної техніки вимагає високої надійності, економічності та продуктивності. Тому дослідження питань оцінки технічного стану та забезпечення надійності трелювальних машин набуває особливої значущості.

Метою дослідження є розробка та обґрунтування ефективних методів оцінки технічного стану трелювальних машин і їхнього впливу на підвищення надійності їхньої роботи в лісозаготівельній галузі. Це включає аналіз технічних параметрів машин, вивчення причин їхніх відмов та розробку рекомендацій щодо оптимізації процесу ремонту і технічного обслуговування.

Об'єктом дослідження є трелювальні трактори, які використовуються для транспортування деревини в лісозаготівельній галузі. Техніка цього типу має складну конструкцію та функціонує в складних умовах експлуатації, що вима-

гає регулярного технічного обслуговування для забезпечення безперервної роботи.

Предметом дослідження є процеси оцінки технічного стану трелювальних машин і методи забезпечення їхньої надійності. Особлива увага приділяється аналізу відмов машин, оцінці стану деталей та вузлів, а також обґрунтуванню заходів щодо покращення їхньої надійності.

Завдання дослідження

Завданням дослідження є проведення аналізу технічного стану трелювальних машин, вивчення причин відмов і розробка рекомендацій щодо підвищення надійності техніки. Також дослідження передбачає вивчення сучасних підходів до ремонту трелювальних тракторів, оцінку їхньої ефективності та визначення шляхів оптимізації обслуговування машин.

Методи дослідження включають системний аналіз технічного стану трелювальних тракторів, вивчення статистичних даних щодо відмов машин, проведення технічних оглядів і аналізу технічної документації. Використовуються також методи порівняльного аналізу, моделювання та експериментальної перевірки технічного стану деталей і вузлів техніки.

Практична значимість роботи полягає в тому, що розроблені методики оцінки технічного стану трелювальних машин та рекомендації щодо підвищення їхньої надійності можуть бути впроваджені на підприємствах лісозаготівельної галузі. Це дозволить покращити ефективність виробничих процесів, зменшити витрати на ремонт і обслуговування техніки, а також знизити частоту відмов машин.

Теоретична значимість роботи полягає в розвитку методів оцінки технічного стану та надійності трелювальної техніки. Дослідження доповнює наукову базу з питань діагностики технічного стану машин і сприяє подальшому розвитку теорії надійності лісозаготівельної техніки, зокрема трелювальних тракторів, що дозволить удосконалювати підходи до їхнього обслуговування та ремонту.

1 ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Загальна характеристика господарства і його виробничої діяльності

Державне підприємство «Ліси України» є найбільшим лісокористувачем в Україні і одним з найбільших у Європі. Підприємство керує понад 6,6 мільйонами гектарів земель державного лісового фонду, що складається з лісових угідь, призначених для охорони, відтворення та раціонального використання лісових ресурсів. Це підприємство входить до складу Державного агентства лісових ресурсів України, але не фінансується з державного бюджету, здійснюючи свою діяльність на основі власних доходів.

Головним завданням господарства є ведення лісового господарства, яке включає охорону, відновлення та раціональне використання лісів. Підприємство також займається веденням мисливського господарства, забезпеченням охорони та раціонального використання державного мисливського фонду на територіях, що перебувають у його управлінні.

Господарство організоване через центральний апарат та 10 регіональних офісів, до складу яких входить 148 філій, що забезпечують безпосереднє управління понад 1 400 лісництв. Це дозволяє підприємству ефективно контролювати і управляти лісовими ресурсами по всій країні, забезпечуючи відновлення та захист лісів, а також впровадження сучасних методів лісокористування. Основними напрямками діяльності ДП «Ліси України» є раціональне використання лісових ресурсів, підтримка екологічного балансу, забезпечення лісовідновлення, а також розвиток мисливського господарства. ДП «Ліси України» забезпечує багатофункціональне управління лісовими ресурсами, що охоплює як охорону та збереження лісів, так і їхнє раціональне використання.

Господарство приділяє значну увагу захисту лісів від незаконних рубок, пожеж та інших шкідливих факторів. Для цього використовується сучасна сис-

тема моніторингу, яка дозволяє оперативно виявляти порушення і здійснювати відповідні заходи з охорони. Важливим аспектом діяльності є участь у національних та міжнародних програмах сертифікації лісів, таких як FSC (Forest Stewardship Council), що підтверджує дотримання високих стандартів екологічної відповідальності у процесі лісокористування.

Усі ці аспекти діяльності сприяють сталому розвитку лісового господарства України та забезпечують належний рівень екологічної безпеки та економічної ефективності лісокористування.

1.2 Аналіз використання машинно-тракторного парку

Трелювальна техніка потребує регулярного технічного обслуговування та ремонту, особливо зважаючи на важкі умови експлуатації. Сучасні методи ремонту спрямовані на забезпечення надійності та підвищення продуктивності, а також зменшення часу простою та зниження витрат на обслуговування. Капітальний ремонт здійснюється при значному зносі компонентів і включає повне розбирання машини, заміну зношених деталей, а також відновлення систем гідравліки, двигуна та інших критичних елементів. Під час капітального ремонту особлива увага приділяється перевірці несучих елементів конструкції та гідравлічних вузлів, які зазнають значних навантажень під час роботи.

Поточний ремонт включає оперативне усунення невеликих поломок і заміну дрібних зношених елементів. Він зазвичай проводиться в польових умовах або на місці робіт, де можна замінити фільтри, мастила, невеликі механічні частини та провести діагностику електронних систем, щоб запобігти серйознішим несправностям. Профілактичне обслуговування спрямоване на запобігання поломкам шляхом регулярних перевірок та налаштування систем. У цьому випадку проводиться огляд стану основних вузлів, перевірка рівня мастил, змащення рухомих частин, а також калібрування датчиків та регуляторів, що дозволяє уникнути раптових поломок і продовжити термін служби техніки.

Сучасний підхід до ремонту включає модульний ремонт, де дефектні модулі або блоки машини замінюються повністю на нові чи відновлені. Наприклад, якщо виходить з ладу гідравлічний насос, його повністю замінюють, що дозволяє скоротити час простою і забезпечити стабільну роботу систем машини.

Лебідка є ключовим елементом трелювальної техніки і відповідає за переміщення деревини до місця завантаження чи подальшого транспортування. Вона складається з барабана, на який намотується трос, привідного механізму, системи керування та гальмівного механізму. Основними характеристиками лебідки є її потужність, максимальне зусилля натягу троса, швидкість роботи та довжина троса. Лебідка повинна витримувати великі навантаження і бути надійною, оскільки працює в умовах підвищеного навантаження. Сучасні лебідки обладнані автоматичними системами безпеки, які запобігають перевантаженню троса і забезпечують стабільність роботи під час переміщення важких об'єктів.

Схема трелювального трактора дозволяє глибше зрозуміти будову машини та взаємодію її основних компонентів. Основні частини включають двигун, гідравлічну систему, лебідку, ходову частину, кабіну оператора та системи керування. Двигун є джерелом енергії для всіх систем машини, а гідравлічна система передає потужність до робочих вузлів, зокрема до лебідки. Лебідка розташована так, щоб забезпечувати оптимальне натягування троса під час переміщення деревини, а ходова частина складається з міцних коліс або гусениць, що дозволяють техніці працювати на нерівних поверхнях, таких як лісовий ґрунт. Кабіна оператора обладнана системами безпеки та контролю, що забезпечують ефективне керування машиною в умовах підвищеної небезпеки. На схемі трелювального трактора чітко показано розташування основних компонентів, що допомагає краще зрозуміти принципи роботи і процес експлуатації машини.

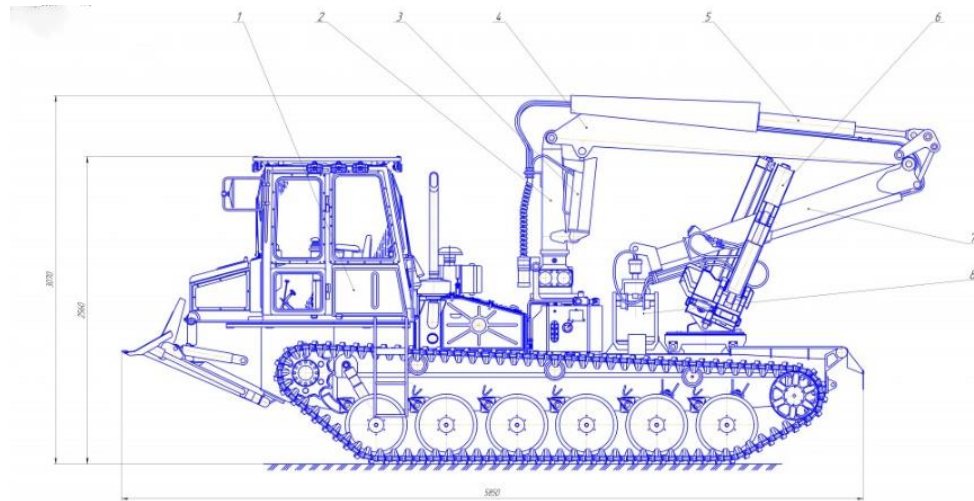


Рис.1.1. Схема трелювального трактора МЛ-107А

Аналіз використання машинно-тракторного парку є важливим елементом для ефективної організації виробничих процесів у лісозаготівельній галузі. Машинно-тракторний парк включає різноманітну техніку, яка використовується для виконання основних технологічних операцій, таких як трелювання деревини, транспортування, обробка лісоматеріалів, підготовка ділянок до заготівлі тощо. Від правильної організації та управління цим парком залежить не лише продуктивність підприємства, але й його економічні показники, оскільки витрати на утримання та експлуатацію техніки можуть складати значну частину бюджету.

У цілому, аналіз використання машинно-тракторного парку є комплексним завданням, яке включає технічний, економічний та організаційний аспекти. Оптимізація використання техніки дозволяє зменшити витрати підприємства, підвищити продуктивність і забезпечити безперервність виробничих процесів.

1.3 Аналіз технологічного процесу трелювання деревини

Аналіз технологічного процесу трелювання деревини є важливою частиною лісозаготівельної діяльності, оскільки цей процес забезпечує транспортування деревини з місця рубки до місця проміжного зберігання або подальшої обробки. Технологічний процес трелювання деревини охоплює кілька етапів і

вимагає використання спеціалізованої техніки, такої як трелювальні трактори або лебідки. Основна мета цього процесу — зменшення фізичних зусиль та підвищення ефективності транспортування деревини на початкових етапах лісозаготівлі. Процес трелювання починається з підготовки ділянки до заготівлі. Перед початком трелювання необхідно провести розмітку лісосіки, визначити напрямок руху трелювальних тракторів і прокласти необхідні трелювальні траси. Це важливий етап, оскільки неправильне планування може призвести до ускладнень під час переміщення деревини, зростання витрат на паливо, а також підвищення зносу техніки. Планування траси враховує рельєф місцевості, наявність перешкод, а також можливі варіанти коротших маршрутів для зменшення часу транспортування.

Технологічний процес трелювання включає два основні етапи: збір деревини на лісосіці та її транспортування. На першому етапі деревина збирається і групується для зручності навантаження на трелювальні трактори. У цьому випадку важливу роль відіграє лісозаготівельна техніка, яка повинна бути достатньо потужною для забезпечення ефективного навантаження деревини на трактор або трелювальне обладнання. Для трелювання використовуються різні методи, залежно від типу деревини, умов місцевості та доступної техніки. Найбільш поширеними методами є трелювання цілих стовбурів або їх частин (колод) волоком, а також використання лебідок для переміщення деревини на короткі відстані.

Другий етап процесу — це безпосереднє транспортування деревини. Трелювальні трактори пересувають деревину до спеціально відведених місць, де вона може бути подальшою обробленою або завантаженою на транспорт для перевезення. У ході цього етапу важливу роль відіграють технічні характеристики трелювальної техніки. Наприклад, трактори повинні мати високу прохідність, достатню потужність для перевезення важких вантажів і стабільність під час руху по нерівній місцевості. Також слід зазначити, що під час транспортування деревини необхідно дотримуватися вимог екологічної безпеки, щоб уни-

кнуту пошкодження лісових угідь і мінімізувати негативний вплив на екосистему.

Серед трелювальних тракторів, які отримали широку популярність у лісозаготівлі, варто відзначити такі моделі, як ТТ-4, ЛТ-154, МТЛБ-Т, Амкодор 2243, а також їх модифікації. Кожна з цих моделей має свої унікальні технічні характеристики, які відповідають певним умовам експлуатації. Наприклад, ТТ-4 вирізняється своєю потужністю, надійністю та здатністю працювати на пересіченій місцевості. Цей трактор обладнаний лебідкою для трелювання деревини та може ефективно працювати в умовах складного ландшафту.

ЛТ-154, у свою чергу, демонструє хорошу маневровість та економічність у споживанні пального. Він використовується для трелювання невеликих обсягів деревини, що робить його зручним для середніх і малих підприємств. Модель МТЛБ-Т є універсальною машиною, яка застосовується не лише у лісозаготівлі, а й у транспортуванні різних вантажів у складних дорожніх умовах.

Амкодор 2243 характеризується сучасними технічними рішеннями, які забезпечують комфорт роботи оператора, високу ефективність та мінімальні витрати на обслуговування. Завдяки своїй конструкції цей трактор може використовуватися як для трелювання, так і для виконання допоміжних завдань у лісозаготівельному процесі.

Таким чином, аналізуючи конструкції трелювальних тракторів, необхідно враховувати їх технічні особливості, сфери застосування та відповідність сучасним вимогам до ефективності і екологічності. Це дозволяє обґрунтовано підійти до вибору моделі, яка найкраще відповідає умовам експлуатації в конкретному господарстві, а також до вдосконалення конструкцій для підвищення продуктивності трелювання деревини.

Таблиця 1.1.

Марки трелювальних тракторів

Марка трактора	Основні характеристики	Сфера застосування
ТТ-4	Висока потужність, надійність, можливість роботи на пересіченій місцевості, обладнаний лебідкою	Лісозаготівля на складному ландшафті
ЛТ-154	Хороша маневровість, економіч-	Трелювання невеликих обся-

	ність у споживанні пального, підходить для середніх і малих підприємств	гів деревини
МТЛБ-Т	Універсальність, застосування у складних дорожніх умовах, можливість транспортування вантажів	Лісозаготівля, транспортування вантажів
Амкодор 2243	Сучасні технічні рішення, комфорт оператора, висока ефективність, мінімальні витрати на обслуговування	Трелювання деревини, допоміжні завдання

1.4 Аналіз конструкцій трелювальних машин

Аналіз конструкцій трелювальних машин показує, що вони призначені для виконання специфічних завдань у важких умовах лісозаготівлі. Трелювальні машини — це спеціалізована техніка, призначена для транспортування деревини з лісосік до місць зберігання або навантаження. Їх конструкція повинна бути достатньо міцною, аби витримувати великі навантаження і працювати в складних умовах рельєфу.

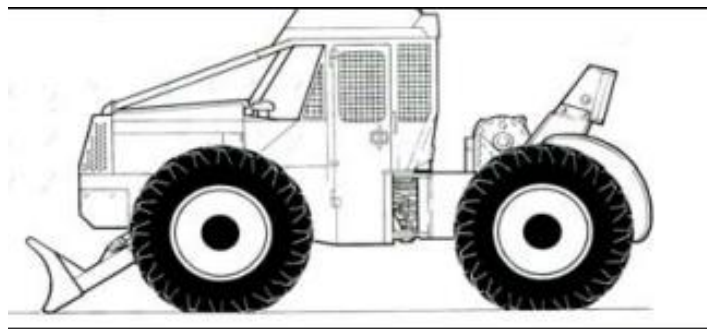


Рис.1.2. Колісний трелювальний трактор Timberjack 240С

Основним компонентом трелювальної машини є її ходова частина. Більшість сучасних трелювальних тракторів оснащені гусеничним або колісним шасі. Гусеничні моделі використовуються переважно в умовах важкодоступної місцевості, оскільки вони забезпечують більшу стійкість та прохідність на нерівному або болотистому ґрунті. Колісні трелювальні машини, зокрема з використанням широких шин, більш мобільні та мають вищу швидкість пересування, що дозволяє ефективно транспортувати деревину на великі відстані. Проте вони менш ефективні в умовах важкого рельєфу.

Одним з важливих елементів конструкції трелювальних машин є навісне обладнання для захоплення деревини. Це можуть бути різні типи гаків, захоплювачів або спеціалізованих трелювальних механізмів, які дозволяють фіксувати деревину для її транспортування. Конструкція цього обладнання має бути достатньо простою для зручного захоплення колод і водночас міцною, щоб витримувати великі механічні навантаження під час роботи.

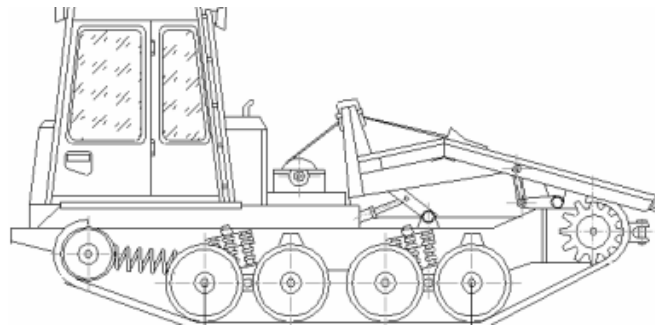


Рис.1.3. Гусеничний трелювальний трактор ТТ-4М

Система приводу і двигун трелювальних машин також відіграють ключову роль у їхній продуктивності. У більшості трелювальних тракторів використовуються дизельні двигуни великої потужності, що забезпечує достатній крутний момент для подолання важкопрохідних ділянок та транспортування великих обсягів деревини. Новітні моделі трелювальних машин оснащуються двигунами, які відповідають екологічним стандартам, мають знижені викиди шкідливих речовин та кращу економічність. Крім того, у сучасних трелювальних машинах використовується гідравлічна система для керування навісним обладнанням, що забезпечує плавність та точність робочих операцій.

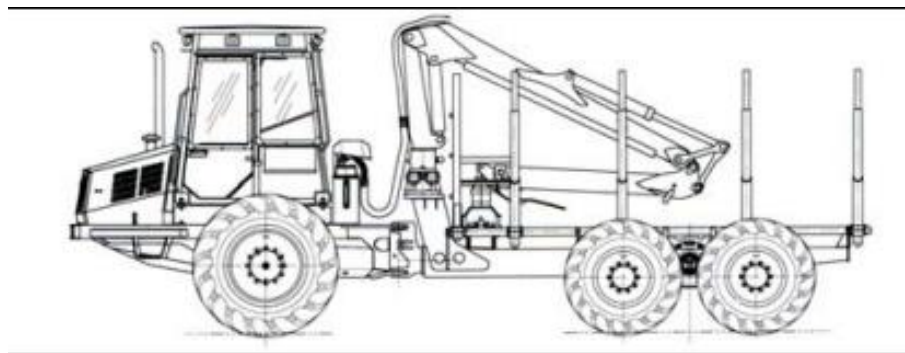


Рис.1.4. Колісний сортиментовоз Timberjack 1010

Також слід зазначити, що важливою частиною трелювальних машин є лебідки, які використовуються для підтягування деревини на відстані. Лебідки можуть мати різну потужність і вантажопідйомність, що визначається типом та масою деревини, яку транспортують. Їхня конструкція повинна бути міцною та стійкою до зношування, оскільки вони працюють під постійними навантаженнями.

Особливістю конструкції трелювальних машин є також наявність систем захисту від механічних пошкоджень і навантажень. Оскільки машини працюють у складних умовах (гірські або лісові ділянки, нерівна поверхня), вони часто зазнають значних механічних ударів і вібрацій. Тому в сучасних моделях трелювальних машин використовуються системи амортизації, захисту від перевантажень і стабілізації, що забезпечує довговічність і надійність техніки.

Загалом, конструкція трелювальних машин базується на необхідності забезпечення міцності, надійності та продуктивності у важких умовах роботи. Технічні вдосконалення, які включають покращені двигуни, гідравлічні системи та високоякісні матеріали для виготовлення деталей, дозволяють підвищити ефективність трелювальних машин та знизити їхні експлуатаційні витрати.

1.5 Трелювальний трактор як об'єкт ремонту

Трелювальний трактор є важливим елементом лісозаготівельної техніки, який використовується для транспортування зрубаних дерев з місця рубки до місця проміжного зберігання або навантаження на інші транспортні засоби. Цей тип техніки працює у важких умовах експлуатації, що вимагає постійного технічного обслуговування та ремонту для підтримки працездатності та ефективності. Як об'єкт ремонту, трелювальний трактор характеризується складною конструкцією, високими навантаженнями на основні вузли та деталями, що часто зазнають зношування через інтенсивну експлуатацію в умовах важкодоступних і нерівних лісових масивів.

Основними складовими трелювального трактора, які потребують регулярно-го технічного обслуговування та ремонту, є ходова частина, двигун, система керування, лебідка, навісне обладнання для захоплення деревини та гідравлічна система. Кожна з цих систем грає ключову роль у забезпеченні функціонування машини, і їхній технічний стан безпосередньо впливає на продуктивність трелювання. Ходова частина, яка включає колеса або гусениці, піддається інтенсивному зносу через постійну взаємодію з нерівними поверхнями, каменями, болотистими ділянками тощо. Це призводить до швидкого зношування гусениць або шин, а також до поломок підвісок і амортизаційних систем. Ремонт ходової частини часто включає заміну зношених деталей, регулювання підвісок і контроль за станом зчеплення з поверхнею.

Двигун трелювального трактора є ще однією важливою частиною техніки, що потребує регулярного огляду та ремонту. У зв'язку з постійними навантаженнями і роботою в несприятливих умовах (бруд, пил, волога), системи охолодження двигуна можуть зазнавати несправностей, що потребує регулярної перевірки. Також велике значення мають заміна фільтрів, мастила та перевірка паливної системи для підтримки стабільної роботи двигуна.



Рис.1.5. Скідер John Deere 648G-III

Лебідка трелювального трактора, яка використовується для підтягування деревини, піддається великим механічним навантаженням. Часто лебідки мають проблеми із зношуванням канатів, тросів та інших елементів, що відповідають

за транспортування вантажів. Їхній ремонт передбачає регулярну перевірку і заміну зношених тросів, роликів та системи натягу.

Гідравлічна система трактора, яка забезпечує роботу навісного обладнання та деяких інших систем, також є об'єктом ремонту через зношування ущільнень, клапанів та інших компонентів. Несправності в гідравлічній системі можуть призвести до зниження продуктивності машини і її здатності виконувати складні маневри при роботі в лісі.

Оскільки трелювальні трактори часто працюють в умовах, де доступ до ремонтних баз обмежений, важливою частиною процесу технічного обслуговування є своєчасна діагностика стану техніки і виявлення потенційних несправностей ще до їхнього виникнення. Це дозволяє уникати непередбачених поломок під час експлуатації і мінімізувати простой, що є критично важливим для підтримки рентабельності лісозаготівельних робіт.

Загалом, трелювальний трактор як об'єкт ремонту вимагає комплексного підходу до технічного обслуговування. Підтримка належного стану його основних систем забезпечує тривалу експлуатацію, мінімізацію витрат на ремонт та зниження ризику поломок під час роботи в складних умовах лісозаготівлі. Продовжуючи аналіз трелювального трактора як об'єкта ремонту, слід зазначити важливість дотримання графіків технічного обслуговування. Оскільки трелювальні трактори піддаються інтенсивним навантаженням у важких умовах експлуатації, регулярне технічне обслуговування стає критично необхідним для збереження їхньої працездатності. Це включає як планові огляди технічних вузлів, так і більш складні ремонтні роботи, пов'язані із заміною зношених деталей. Наприклад, система охолодження та мастила двигуна потребує регулярної перевірки і заміни робочих рідин для забезпечення стабільної роботи двигуна в умовах інтенсивних механічних навантажень.

Крім того, важливим аспектом є діагностика потенційних несправностей ще на початкових стадіях. Використання сучасних діагностичних систем дозволяє своєчасно виявляти приховані дефекти і пошкодження в механічних вузлах, які можуть згодом призвести до поломок. Застосування методів технічної діаг-

ностики, таких як віброаналіз або тепловізійна діагностика, дозволяє відстежувати зміни в роботі двигуна, ходової частини та інших систем трактора, що суттєво знижує ризик виникнення аварійних ситуацій.

Підтримка високого рівня надійності трелювального трактора також залежить від якості запасних частин і комплектуючих, що використовуються при ремонті. Використання оригінальних або сертифікованих запасних частин забезпечує довговічність ремонту і дозволяє зменшити ризик повторних поломок. Разом із тим, підбір якісних матеріалів для ремонту також впливає на стійкість техніки до зносу, особливо в умовах роботи на нерівному рельєфі або в екстремальних погодних умовах.

Особливої уваги потребують вузли і механізми, що піддаються найбільш інтенсивному зносу. Це стосується лебідок, що забезпечують підйом і транспортування деревини, а також ходової системи, яка працює в умовах підвищеної вібрації та нерівномірних навантажень. Заміна деталей таких вузлів вимагає не тільки технічних навичок, але й спеціального обладнання, яке дозволяє точно відновлювати робочі характеристики трелювальних машин.

Таким чином, трелювальний трактор є складним технічним об'єктом, що потребує комплексного підходу до обслуговування і ремонту. Підтримка високого рівня технічної надійності цих машин дозволяє забезпечити безперебійне виконання лісозаготівельних робіт, мінімізувати простой і забезпечити економічну ефективність підприємства.

1.6 Висновок до першого розділу

Висновок до першого розділу підсумовує результати аналізу господарства, машинно-тракторного парку, технологічних процесів трелювання деревини та конструкцій трелювальних машин. У процесі аналізу було виявлено, що ефективна робота підприємства значною мірою залежить від правильної організації та використання технічного парку, оскільки трелювальні трактори є важливою складовою лісозаготівельного процесу. Від технічного стану машин, їхньої на-

дійності та правильного обслуговування залежить не тільки продуктивність, але й економічна ефективність всієї діяльності підприємства.

Детальний аналіз технологічного процесу трелювання показав, що цей етап лісозаготівлі є одним із найбільш трудомістких і технічно складних, вимагаючи високого рівня координації робіт і постійного технічного нагляду за обладнанням. Важливу роль відіграє підтримка належного стану техніки, регулярне технічне обслуговування та заміна зношених деталей для забезпечення безперебійної роботи на різних етапах виробництва.

Загалом, перший розділ демонструє, що надійність техніки, її правильне технічне обслуговування та ефективна організація технологічних процесів є ключовими факторами для забезпечення стабільної роботи підприємства.

2 ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДЕТАЛЕЙ ТРЕЛЮВАЛЬНИХ МАШИН

2.1 Аналіз розподілу відмов деталей трелювальних машин в залежності від основних видів пошкоджень

Оцінка технічного стану деталей трелювальних машин дозволяє виявити основні види пошкоджень та визначити, які компоненти потребують заміни або ремонту для забезпечення ефективної роботи техніки.

Аналіз розподілу відмов деталей трелювальних машин є ключовим етапом у дослідженні надійності цих машин. Вивчення відмов дозволяє виявити залежність між частотою поломок та видами пошкоджень, а також встановити основні причини, що спричиняють знос чи вихід з ладу. При дослідженні розподілу відмов необхідно враховувати вплив різних факторів, таких як умови експлуатації, якість матеріалів, що використовуються для виготовлення деталей, та особливості конструкції. Кожен із цих факторів може впливати на довговічність окремих вузлів і механізмів.

Основними видами пошкоджень, які призводять до відмов деталей, є механічне зношення, корозія, втома матеріалу та деформації від перевантажень. Механічне зношення виникає внаслідок тривалого контакту рухомих частин, що призводить до поступового руйнування поверхонь деталей. Таке зношення характерне для компонентів, які знаходяться в постійному контакті, наприклад, для шестерень, підшипників та втулок. Корозія є результатом хімічних або електрохімічних процесів, що відбуваються при взаємодії металу з навколишнім середовищем, і найбільше впливає на частини, що піддаються контакту з вологою та іншими агресивними речовинами.

Втома матеріалу виникає внаслідок циклічних навантажень, що спричиняють поступове накопичення мікропошкоджень у структурі матеріалу. Це явище є особливо небезпечним, оскільки може призвести до раптових відмов без видимих ознак зношення. Такі пошкодження є характерними для деталей,

що працюють під постійними змінними навантаженнями, наприклад, валів, осей і з'єднувальних елементів. Деформації, спричинені перевантаженням, виникають тоді, коли деталі піддаються навантаженням, які перевищують допустимі межі. Це призводить до постійних або тимчасових змін геометрії деталей, що може значно знижувати ефективність роботи механізму та збільшувати знос інших елементів системи. Аналіз розподілу відмов дозволяє встановити, які види пошкоджень є найбільш поширеними для конкретних груп деталей. Це може бути корисним для розробки рекомендацій щодо технічного обслуговування та вибору матеріалів, що володіють підвищеною зносостійкістю. Наприклад, якщо більшість відмов пов'язані з корозією, доцільно використовувати антикорозійні покриття або корозійно-стійкі сплави. У випадку, коли основною причиною є механічне зношення, доцільним є застосування матеріалів із високими характеристиками твердості та зносостійкості.

На основі результатів аналізу можна також розробити стратегію профілактичного обслуговування, яка включатиме планові заміни деталей, що найчастіше виходять з ладу, а також регулярні перевірки технічного стану найуразливіших компонентів. Такий підхід допоможе уникнути раптових відмов, забезпечити безперервність роботи техніки та знизити витрати на ремонт і обслуговування.

Оцінка розподілу відмов у поєднанні з аналізом основних видів пошкоджень дозволяє підвищити надійність та безпечність трельовальних машин, знижуючи ймовірність виходу з ладу у критичні моменти експлуатації та покращуючи загальні показники продуктивності техніки. Важливим аспектом оцінки технічного стану є також встановлення причинно-наслідкових зв'язків між режимами експлуатації та типами пошкоджень. Це дозволяє оптимізувати умови роботи та розробити більш ефективні методи попередження поломок. Наприклад, якщо відомо, що основною причиною відмов є механічне зношення через надмірні навантаження, доцільно розглянути можливість зміни робочих параметрів або зменшення інтенсивності роботи техніки у складних умовах.

Таким чином, можна продовжити строк служби ключових компонентів без значних втрат у продуктивності.

Крім цього, аналіз розподілу відмов та основних видів пошкоджень створює основу для розробки нових конструкційних рішень, спрямованих на підвищення надійності техніки. Наприклад, для деталей, що піддаються постійному впливу корозійних середовищ, можна запропонувати спеціальні захисні покриття або використання новітніх композитних матеріалів з високими антикорозійними властивостями. Аналогічно, для компонентів, що зазнають втомного зносу, можна змінити конструкцію, щоб знизити циклічні навантаження або розподілити їх рівномірніше.

Застосування сучасних методів діагностики технічного стану, таких як ультразвукова дефектоскопія, магнітопорошковий контроль та вібраційний аналіз, дозволяє виявити дефекти на ранніх стадіях, коли вони ще не призвели до повного виходу деталі з ладу. Це забезпечує можливість своєчасного проведення ремонту та заміни деталей з мінімальними витратами. Виявлення тріщин, корозійних пошкоджень або ознак втомного зносу на початкових етапах дозволяє запобігти серйозним наслідкам і значно знижує ризик аварійних ситуацій.

Невід'ємною частиною цього процесу є також аналіз зібраних даних про відмови в реальних умовах експлуатації. Статистична обробка даних дозволяє визначити середній строк служби окремих компонентів, виявити "слабкі місця" конструкції та спланувати періодичність технічного обслуговування. Завдяки цьому підходу можна не тільки підвищити надійність трелювальної техніки, але й оптимізувати витрати на її утримання, зменшивши потребу в непередбачених ремонтах.

Трелювальні трактори відіграють важливу роль у лісозаготівельній галузі, забезпечуючи транспортування зрубаних дерев від місця заготівлі до пунктів первинної обробки або складування. У процесі аналізу конструкцій трелювальних машин важливо звернути увагу на найбільш поширені моделі, які використовуються в сучасних господарствах. Оцінка технічного стану деталей трелювальних машин стає основою для розробки більш ефективних методів обслуго-

ування та покращення конструкційних характеристик. Постійний моніторинг та аналіз відмов сприяють не лише зниженню ймовірності виходу техніки з ладу, але й покращенню загальної ефективності експлуатації.

Лебідка є складним механізмом, який виконує функцію переміщення або підйому вантажів за допомогою троса чи канату. Структурний аналіз цього пристрою передбачає детальний розгляд його конструктивних елементів, їхньої взаємодії та ролі у забезпеченні функціонування системи.

Основою лебідки є **корпус**, який служить базою для всіх компонентів механізму. Корпус зазвичай виготовляється з високоміцних матеріалів, таких як сталь або алюмінієві сплави, щоб витримувати високі механічні навантаження. Його конструкція забезпечує стійкість і захищає внутрішні механізми від пошкоджень або впливу зовнішнього середовища, таких як волога чи пил.

Центральним елементом лебідки є **барабан**, на який намотується трос або канат. Барабан може бути гладким або оснащеним канавками, що забезпечують рівномірне намотування троса і зменшують ризик його сповзання чи перекручування. Розміри барабана залежать від довжини та діаметра троса, а також від максимальної вантажопідйомності лебідки.

Джерелом руху для барабана виступає **привід**, який може бути ручним, електричним, гідравлічним або пневматичним. Ручні приводи застосовуються в компактних та недорогих моделях, у той час як електричні і гідравлічні приводи забезпечують більшу потужність і автоматизацію процесу. Привід передає крутний момент на барабан через **редуктор**, який виконує функцію збільшення крутного моменту та зменшення швидкості обертання. Редуктор складається з зубчастих коліс і валів, які забезпечують плавну та стабільну передачу енергії.

Для забезпечення безпеки роботи лебідка оснащується **гальмівною системою**. Гальма утримують вантаж у піднятому положенні або забезпечують його контрольоване опускання. Гальмівна система може мати різну конструкцію, включаючи дискові, стрічкові чи колодкові механізми. Важливу роль у роботі гальмівної системи відіграє її надійність, особливо при роботі з великими навантаженнями.

Невід'ємною частиною конструкції є **трос або канат**, який забезпечує передачу зусилля до вантажу. Троси виготовляються зі сталі або синтетичних матеріалів, що відрізняються високою міцністю на розрив та стійкістю до зносу. Для запобігання пошкодження троса у конструкції лебідки передбачені напрямні або ролики.

Керування всіма функціями лебідки здійснюється через **механізм управління**, який може бути як механічним, так і автоматизованим. У сучасних моделях часто використовуються дистанційні пульти або програмовані контролери, що забезпечують точність і зручність у використанні.

Взаємодія цих елементів створює єдину систему, яка забезпечує ефективну роботу лебідки. Кожен компонент виконує специфічну роль, і їхня сукупність дозволяє пристрою працювати з максимальною продуктивністю та безпекою. Структурний аналіз лебідки дозволяє оцінити надійність її конструкції та виявити можливості для покращення окремих вузлів. Основними складовими лебідки є корпус, барабан, привід, редуктор, гальмівна система, трос або канат, а також механізм управління. Кожна з цих частин виконує унікальну роль у роботі пристрою, забезпечуючи його функціональність та ефективність.

Корпус є базовою конструктивною частиною лебідки, яка слугує основою для монтажу всіх інших елементів. Він виготовляється з високоміцних матеріалів, таких як сталь або алюмінієві сплави, і має стійкість до механічних навантажень. Завдяки корпусу забезпечується стабільність роботи пристрою, а також захист внутрішніх компонентів від впливу зовнішніх факторів, таких як волога, пил чи механічні удари.

Барабан є центральною частиною лебідки, на яку намотується трос або канат. Його конструкція визначає ефективність і безпеку роботи механізму. Барабан зазвичай має гладку поверхню або спеціальні канавки, які забезпечують рівномірне намотування троса, запобігаючи його перекручуванню чи сповзанню. Розміри барабана залежать від довжини троса та максимального навантаження, на яке розрахована лебідка.

Привід є джерелом енергії, що забезпечує обертання барабана. У лебідках використовуються різні типи приводів, включаючи ручний, електричний, гідравлічний та пневматичний. Ручні приводи застосовуються у невеликих моделях, де потрібна проста конструкція. Електричні та гідравлічні приводи забезпечують вищу потужність і зручність, особливо у випадках, коли лебідка використовується для важких вантажів.

Редуктор є вузлом, який передає крутний момент від приводу до барабана. Його основна функція полягає у збільшенні потужності та зниженні швидкості обертання, що дозволяє більш плавно і безпечно працювати з вантажами. Редуктор складається з зубчастих коліс і валів, які забезпечують ефективну передачу енергії.

Гальмівна система є критично важливим компонентом лебідки, оскільки вона забезпечує фіксацію вантажу у піднятому положенні та його контрольоване опускання. Ця система може мати різні типи конструкцій, включаючи дискові, стрічкові або колодкові гальма. Її надійність безпосередньо впливає на безпеку роботи з лебідкою, особливо при експлуатації у складних умовах або з великими вантажами.

Трос або канат слугує засобом передачі зусилля від барабана до вантажу. Для виготовлення тросів використовуються матеріали з високою міцністю на розрив, такі як сталь або синтетичні волокна. Трос піддається значним механічним навантаженням, тому для його збереження використовуються напрямні або ролики, які запобігають зношуванню.

Механізм управління лебідкою є ключовим елементом, який дозволяє оператору контролювати процес підйому або переміщення вантажу. У сучасних моделях цей механізм часто автоматизований і включає дистанційне керування або програмовані контролери, які забезпечують точність і безпеку операцій.

Кожен з цих компонентів є важливим для роботи лебідки, і їхнє інтегроване функціонування забезпечує високу ефективність, надійність та безпеку експлуатації. Дослідження ремонтного фону лебідок є важливим етапом у забезпеченні їхньої ефективної експлуатації. Воно спрямоване на аналіз причин і

частоти виникнення несправностей, оцінку витрат на ремонт і технічне обслуговування, а також на розробку заходів для підвищення надійності обладнання.

Лебідки, як і будь-яке інше механічне обладнання, піддаються зносу через інтенсивну експлуатацію, вплив зовнішнього середовища та недотримання регламентів технічного обслуговування. Найчастішими несправностями є зношення троса або канату, поломки редуктора, вихід з ладу гальмівної системи, а також дефекти приводного механізму. Зношення троса може проявлятися у вигляді обривів, ослаблення структури або стирання матеріалу. Такі несправності безпосередньо впливають на безпеку роботи лебідки і потребують негайного усунення.

Поломки редуктора зазвичай виникають через зношення зубчастих коліс або недостатнє мастило, що призводить до перегріву і підвищеного тертя. Це може спричинити зниження ефективності роботи та підвищення навантаження на інші елементи системи. Аналогічно, гальмівна система може зазнавати несправностей через пошкодження гальмівних елементів, зокрема колодок, стрічок або дисків. Відмова гальмівної системи є особливо небезпечною, оскільки це може призвести до неконтрольованого падіння вантажу.

Привідний механізм також є вразливим до несправностей, зокрема через електричні проблеми, такі як коротке замикання, або механічні пошкодження в гідравлічних насосах і двигунах. Недостатнє мастило, порушення герметичності системи чи перегрів приводного механізму можуть суттєво знизити термін його служби.

Ремонтний фон лебідок аналізується шляхом збору даних про кількість поломок за певний період, тривалість простоїв і середній час роботи до першого ремонту. Наприклад, важливим показником є середній час між відмовами (t_{cp}), який дозволяє оцінити надійність конструкції. Аналіз частоти несправностей може виявити найбільш вразливі вузли, які потребують посиленого технічного контролю або конструктивного вдосконалення. Для забезпечення тривалої і безпечної експлуатації лебідок важливо впроваджувати регулярне технічне обслуговування. Це включає діагностику стану троса, перевірку і регулювання га-

льмівної системи, заміну мастила у редукторі та привідному механізмі, а також візуальний огляд корпусу на наявність тріщин або інших дефектів. Додатково слід враховувати вплив умов експлуатації, таких як вологість, температура і навантаження, що допоможе мінімізувати ризик поломок. Результати дослідження ремонтного фону дозволяють не лише зменшити частоту несправностей, але й оптимізувати витрати на ремонт. Наприклад, своєчасна заміна троса чи мастила є значно дешевшою за відновлення або заміну редуктора чи гальмівної системи. Ремонтний аналіз також сприяє вдосконаленню конструкції лебідок, що особливо важливо у сучасному виробництві, де вимоги до безпеки і ефективності постійно зростають.

2.2 Системний аналіз надійності трелювального трактора ТДТ-55А

Системний аналіз надійності трелювального трактора ТДТ-55А передбачає комплексне дослідження його основних компонентів та робочих систем для виявлення можливих проблем, що впливають на тривалість та ефективність його експлуатації. Цей аналіз охоплює оцінку технічного стану, аналіз конструктивних особливостей, дослідження умов експлуатації та статистичний аналіз частоти відмов основних вузлів машини. Перш за все, при проведенні системного аналізу надійності трелювального трактора ТДТ-55А особлива увага приділяється його конструктивним особливостям. Трактор складається з декількох ключових підсистем: двигуна, трансмісії, гідравлічної системи, ходової частини, гальмівної системи, лебідки та системи керування. Кожна з цих підсистем має свої специфічні вимоги до надійності, оскільки всі вони виконують важливі функції, що забезпечують роботу трактора у складних умовах, таких як пересування по нерівній місцевості, переміщення важких вантажів та трелювання деревини. Двигун є серцем трактора і забезпечує необхідну потужність для функціонування усіх інших систем. Гідравлічна система відповідає за передавання сили до робочих елементів, зокрема до лебідки, яка безпосередньо виконує операції з трелювання. Трансмісія забезпечує передачу енергії від двигуна до ходово-

вої частини, а система керування дозволяє оператору здійснювати контроль над машиною.

Надійність трелювального трактора ТДТ-55А значною мірою залежить від якості виготовлення компонентів та зносостійкості матеріалів, з яких вони виготовлені. Постійні високі навантаження призводять до поступового зносу, що знижує ефективність роботи трактора. Тому під час системного аналізу оцінюється стан зношування основних компонентів і визначаються найбільш уразливі частини. Наприклад, елементи гідравлічної системи, такі як насоси та гідроциліндри, потребують регулярного обслуговування і заміни, оскільки вони піддаються значним навантаженням під час трелювання деревини. Подібним чином, шестерні та інші деталі трансмісії повинні бути виготовлені з високоміцних сплавів, які здатні витримувати тривале механічне зношення.

Аналіз умов експлуатації також відіграє важливу роль у системному аналізі надійності. ТДТ-55А зазвичай експлуатується в умовах високої вологості, нерівної місцевості та екстремальних температурних коливань, що значно впливає на стан його компонентів. Постійний контакт з агресивними факторами середовища сприяє корозії металевих частин, зокрема гідравлічних та ходових елементів. У зв'язку з цим необхідно розробити комплекс заходів щодо захисту від корозії та забезпечити регулярне технічне обслуговування, що включає змазування та заміну зношених частин. Крім того, механічні пошкодження, такі як тріщини та деформації, є типовими для компонентів, що працюють у важких умовах.

Таблиця 2.1.

Надійність паливної системи трелювального трактора ТДТ-55А

Компонент	Функції	Основні проблеми	Запобіжні заходи
Паливний бак	Зберігання палива	Забруднення пилом, вологою, корозія внутрішніх поверхонь	Очищення бака, забезпечення герметичності, регулярна перевірка на наявність відкладень і вологи
Насос	Подача палива під необхідним тис-	Знос через забруднення, зниження	Перевірка чистоти палива, регулярна заміна фільтрів, контроль

	ком до форсунок	продуктивності, підвищені вібрації	тиску в системі
Форсунки	Розпилювання палива в камері згорання	Засмічення, корозія, нерівномірне розпилення	Регулярне чищення форсунок, використання якісного палива
Фільтри	Очищення палива від домішок і води	Забиття фільтра, падіння тиску, недостатнє очищення палива	Своєчасна заміна фільтрів, перевірка наявності забруднень у паливній системі
Якість палива	Забезпечення належної роботи всієї системи, захист від зносу	Може містити механічні домішки, високу сірку, нестабільний склад	Використання якісного палива відповідно до стандартів виробника, контроль постачальників

Статистичний аналіз частоти відмов дозволяє визначити середній строк служби кожної з підсистем трельовального трактора ТДТ-55А. Для цього збираються дані про поломки та ремонти протягом певного періоду експлуатації. На основі цих даних можна встановити найбільш слабкі компоненти та спрогнозувати час, коли певні частини можуть вийти з ладу. Такий аналіз дозволяє оптимізувати графік технічного обслуговування та розробити профілактичні заходи для подовження строку служби трактора. Система охолодження трельовального трактора ТДТ-55А є критично важливою для забезпечення стабільної роботи двигуна та попередження його перегріву. Безперервна робота без достатнього охолодження може призвести до підвищення температури двигуна вище допустимих значень, що, своєю чергою, викликає прискорене зношення деталей і підвищує ймовірність серйозних поломок.

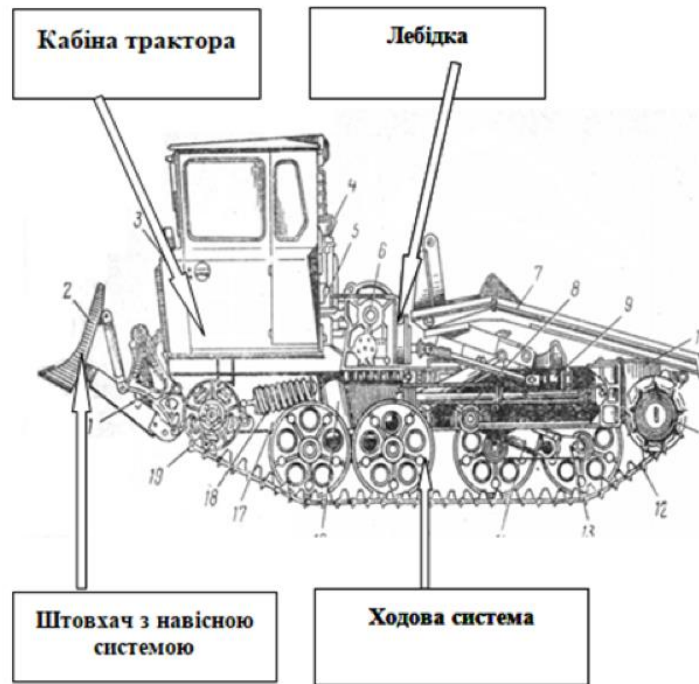


Рис 2.1. Трактор трелювальний ТДТ-55А: 1 – переднє піднімально-навісне обладнання; 2 - штовхач; 3 - кабіна; 4 - повітрезабірник дизеля; 5 - пусковий двигун дизеля; 6 - лебідка; 7 – навантажувальне пристосування; 8 – головний карданний вал; 9 - проміжний редуктор приводу лебідки; 10 - блок заднього моста; 11 - ведуче колесо; 12 - гусеничний ланцюг; 13 - балансир; 14 - важіль підвіски; 15 - каток; 16 - кожух пружини підвіски; 17 - рама; 18 - натяжне амортизуюче пристосування гусеничного ланцюга; 19 - натяжне колесо самовитягування трактора за допомогою каната лебідки.

Розглянемо трелювальний трактор ТДТ-55А як комплексну систему, що складається з п'яти взаємопов'язаних підсистем. Перед початком розрахунку надійності системи визначається послідовність функціонування окремих підсистем, після чого розробляється функціональна схема роботи системи в момент часу t під час виконання трелювальних операцій. Ймовірність безвідмовної роботи всієї системи можна виразити як добуток ймовірностей безвідмовної роботи кожної з послідовно з'єднаних підсистем:

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t) \quad (2.1)$$

де P_i – ймовірність безвідмовної роботи підсистеми;

n – кількість елементів або підсистем.

З точки зору забезпечення надійності роботи трелювальний трактор можна представити у вигляді такої блок-схеми: штовхач із навісним обладнанням, лебідка, кабіна трактора, ходова система та навантажувальне пристосування (Рис. 2.2).



Рис. 2.2. Структурна схема надійності системи (трелювального трактора ТДТ-55А).

Розрахунок середнього часу безвідмовної роботи (t_{cp})

Припустимо, що лебідка трелювального трактора працювала 1500 годин, а кількість відмов склала 5 разів. Середній час безвідмовної роботи можна обчислити за формулою:

$$t_{cp} = \frac{T_{зар}}{n} \quad (2.2)$$

Підставимо значення:

$$t_{cp} = \frac{1500}{5} = 300 \text{ годин}$$

Таким чином, середній час безвідмовної роботи лебідки складає 300 годин.

Розрахунок коефіцієнта готовності:

Коефіцієнт готовності (δ) визначає, наскільки техніка готова до експлуатації. Він обчислюється за формулою:

$$\delta = \frac{t_{cp}}{(t_{cp} + t_t)} \quad (2.3)$$

Якщо середній час ремонту лебідки (t_r) складає 10 годин, тоді:

$$\delta = \frac{300}{(300 + 10)} = \approx 0.97 \text{ або } 97\%$$

Цей високий коефіцієнт готовності вказує на надійність лебідки в умовах експлуатації.

Аналіз розподілу відмов серед механізмів:

Аналіз розподілу відмов показує, які механізми найчастіше виходять з ладу. За даними, розподіл виглядає наступним чином:

Лебідка – 40%

Ходова частина – 30%

Двигун – 15%

Трансмісія – 10%

Система керування – 5%

Нижче представлена діаграма, яка ілюструє розподіл відмов серед механізмів трельовальної техніки:



Рис. 2.3. Розрахунок граничного зносу гальмівних накладок

Якщо максимальний допустимий знос гальмівних накладок становить 2 мм, а фактичний знос на момент обслуговування складає 1.5 мм, то відсоток допустимого зносу (k_d) можна обчислити за формулою:

$$k_d = \left(\frac{q}{q_m} \right) * 100\% , \quad (2.4)$$

де k_d - відсоток зносу;

q - фактичний знос;

q_m - максимальний допустимий знос.

$$k_d = \left(\frac{1,5}{2} \right) * 100\% = 75\%$$

Це означає, що гальмівні накладки зношені на 75% від допустимого значення, і їх слід замінити при досягненні 100% зносу.

У даному розрахунку визначається імовірність безвідмовної роботи лебідки протягом визначеного часу. Скористаємося формулою імовірності безвідмовної роботи:

$$P_{(t)} = e^{\left(\frac{-t}{t_{cp}} \right)} \quad (2.5)$$

де: t – час роботи, годин;

- t_{cp} – середній час між відмовами, годин;
- $P_{(t)}$ – імовірність безвідмовної роботи протягом часу t .

1. Імовірність безвідмовної роботи протягом 100 годин:

$$P_{(100)} = e^{\left(\frac{-100}{300}\right)} \approx 0.716$$

Отже, імовірність безвідмовної роботи лебідки протягом 100 годин становить приблизно 71.6%.

2. Імовірність безвідмовної роботи протягом 200 годин:

$$P_{(200)} = e^{\left(\frac{-200}{300}\right)} \approx 0.513$$

Імовірність безвідмовної роботи протягом 200 годин складає приблизно 51.3%.

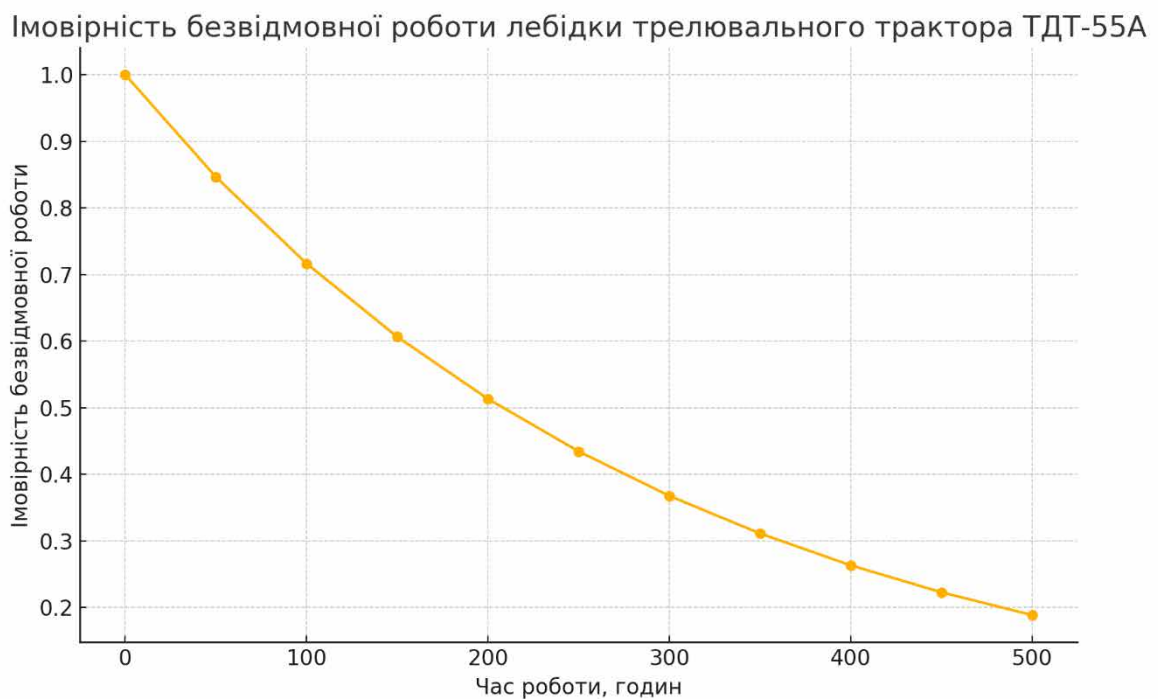


Рис. 2.4. Ймовірність безвідмовної роботи лебідки

3. Імовірність безвідмовної роботи протягом 300 годин:

$$P_{(300)} = e^{\left(\frac{-300}{300}\right)} \approx 0.368$$

Імовірність безвідмовної роботи протягом 300 годин дорівнює приблизно 36.8%.

2.3 Обґрунтування оборотного фонду агрегатів для підтримання працездатності трелювальних тракторів

Оборотний фонд агрегатів для трелювальних тракторів є важливим елементом забезпечення стабільної та безперебійної роботи техніки, особливо у важких умовах експлуатації. Основна мета оборотного фонду — це забезпечення наявності необхідних запасних частин, вузлів та агрегатів, які можна швидко замінити або використати для ремонту у разі виходу з ладу основних компонентів трактора.

Один із ефективних способів проведення ремонту – це агрегатний метод. За останнє десятиліття цей метод набув особливої актуальності, оскільки капітальний ремонт повнокомплектних тракторів, автомобілів та складних лісогосподарських машин практично перестав проводитися. Агрегатний метод передбачає визначення необхідної кількості оборотних агрегатів для забезпечення працездатності трелювальних тракторів.

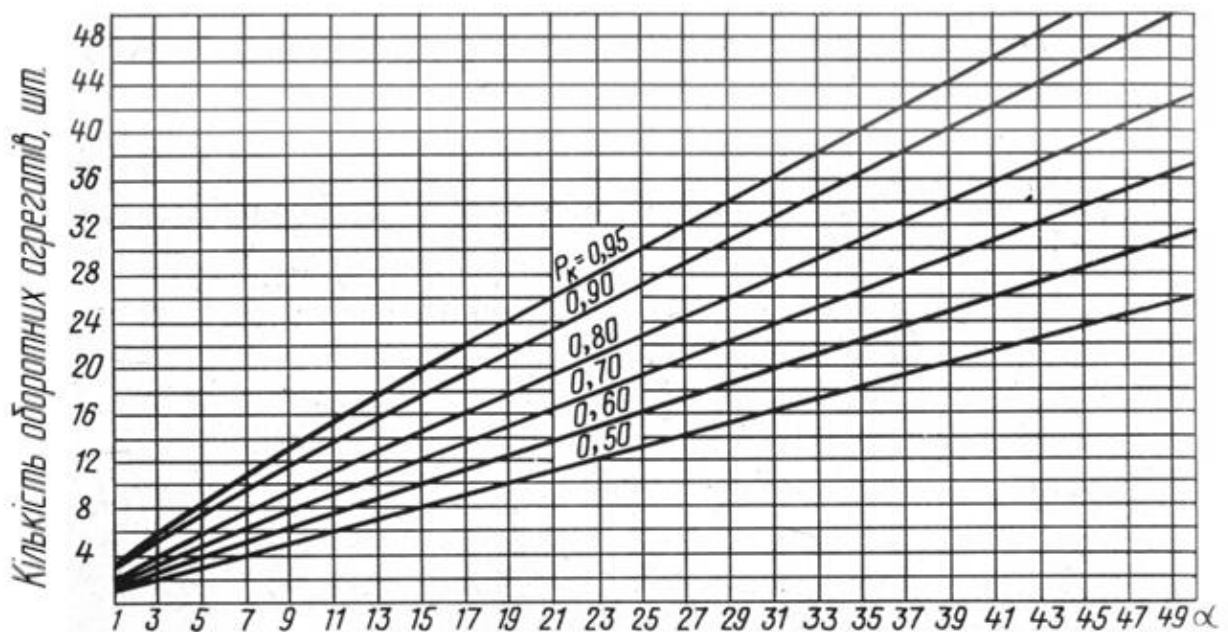


Рис. 2.5. Універсальна номограма для визначення кількості оборотних агрегатів.

Розрахунок оптимальної кількості оборотних агрегатів може бути виконаний за допомогою універсальної номограми. Методика розрахунку кількості агрегатів у фонді, що гарантує збереження коефіцієнта готовності, базується на використанні вихідних даних та застосуванні наведеної аналітичної залежності:

$$\alpha = \frac{\tau_{обі} \cdot N}{\tau_{срі}}, \quad (2.6)$$

де $\tau_{обі}$ - середній строк служби агрегату i -го найменування;

$\tau_{срі}$ - середній час обороту агрегату;

N - кількість однойменних працюючих агрегатів.

У умовах ДП «Ліси України», де в експлуатації перебувають 12 трелювальних тракторів ТДТ-55А, за допомогою наведеної аналітичної залежності та універсальної номограми визначимо необхідну кількість оборотних агрегатів, що забезпечують надійність досліджуваних об'єктів. Для зручності методику розрахунку кількості оборотних агрегатів у фонді, який залишається стабільним завдяки використанню номограми, доцільно пояснити на прикладі розрахунків.

$$\alpha = \frac{100 \cdot 12}{1050} = 1,14$$

Вихідні дані та отримані результати розрахунків записуємо в таблицю

Таблиця 2.2

Розрахунок необхідної кількості оборотних агрегатів трелювальних тракторів ТДТ-55А.

№ п.п.	Назва агрегату	Середній строк служби агрегату, мото-год.	Середній час обороту агрегату, діб	Оптимальна гарантійна ймовірність	Приведена щільність потоку відмов	Прийнята кількість агрегатів, шт.
1	Штовхач з навісним обладнанням	1050	100	0,7	1,14	2
2	Лебідка	750	80	0,7	1,28	3
3	Навантажувальний пристрій	1250	120	0,7	1,15	2
4	Ходова система	1050	120	0,7	1,4	3
5	Кабіна	2100	80	0,7	0,46	-

Варто зазначити, що ця методика, за умови наявності необхідних статистичних даних, може бути застосована для розрахунку кількості оборотних агрегатів не лише для машин, призначених для трелювання деревини, але й для інших складних лісогосподарських механізмів, тракторів та автомобілів.

Умови експлуатації трелювальних тракторів є вкрай складними, оскільки вони працюють у важкопрохідних місцях, де відбувається інтенсивне навантаження на всі вузли та механізми машини. Постійний контакт з нерівними поверхнями, вплив високих та низьких температур, забрудненість пилом і вологою створюють підвищені ризики для пошкодження та зношування різних частин техніки. В таких умовах надійність та оперативність у проведенні ремонтних робіт є критичними, що підвищує значення оборотного фонду агрегатів.

Склад оборотного фонду включає ключові компоненти, такі як двигуни, гідравлічні насоси, форсунки, системи охолодження, фільтри, деталі трансмісії та інші частини, які мають високий ступінь зносу або ризик пошкодження. Оборотний фонд обирається на основі аналізу статистики відмов, що дозволяє визначити найчастіше пошкоджувані вузли та забезпечити їхню своєчасну заміну. Наприклад, гідравлічні насоси або форсунки потребують частого обслуговування та заміни через високі навантаження і зношування. У зв'язку з цим їхня

наявність в оборотному фонді значно зменшує час, необхідний для ремонту та технічного обслуговування [1].

Таким чином, обґрунтування оборотного фонду агрегатів для трелювальних тракторів є важливою складовою частиною стратегії підтримання їхньої працездатності. Воно дозволяє мінімізувати час простою техніки, знизити витрати на обслуговування та забезпечити безперервність роботи у важких умовах експлуатації. Формування та управління оборотним фондом вимагає комплексного підходу, який включає аналіз статистики відмов, планування потреб та ефективну організацію зберігання і обліку запасів.

2.4 Аналіз технічного стану деталей основні дефекти

Класифікація дефектів деталей трелювальної техніки є основою для розуміння природи поломок та визначення їхніх основних причин. Типові дефекти, які виникають у процесі експлуатації, включають механічне зношення, корозію, втому матеріалу, тріщини, деформації та перегрів, кожен із яких має свої особливості, впливаючи на продуктивність та надійність техніки.

Таким чином, кожен з цих дефектів має свої характерні причини виникнення та впливає на працездатність трелювальної техніки по-різному. Вчасне виявлення та усунення цих дефектів дозволяє забезпечити стабільну і надійну роботу техніки, зменшити витрати на ремонт і підвищити безпеку під час експлуатації.

Причини та фактори, що сприяють виникненню дефектів у трелювальній техніці, є важливими для всебічного аналізу технічного стану деталей. Від розуміння цих факторів залежить можливість точного прогнозування необхідності ремонтів та попередження поломок у найкритичніші моменти експлуатації. Одним з основних факторів є умови експлуатації. Оскільки трелювальні трактори працюють у складних польових умовах, де часто зустрічаються нерівні поверхні, коріння дерев, каміння, підвищена вологість та змінні температури, кожен з цих аспектів створює додаткові навантаження на техніку.

Таблиця 2.3.

Класифікація основних дефектів трелювальної техніки

Тип дефекту	Характеристика	Причини виникнення	Наслідки для працездатності
Механічне зношення	Стирання поверхонь через тертя між рухомими частинами, зміна геометричних розмірів	Постійне навантаження та контакт деталей	Порушення роботи механізмів, підвищений знос
Корозія	Поступове руйнування металу через хімічні реакції з вологою та агресивними речовинами	Вплив вологи, пилу, агресивних речовин	Зниження міцності деталей, ризик раптової поломки
Втома матеріалу	Поява мікропошкоджень у структурі матеріалу через циклічні навантаження	Постійні зміни навантаження, напруга в матеріалі	Накопичення тріщин, раптові поломки
Тріщини	Розломи або розриви в матеріалі, які можуть призвести до раптового руйнування	Втому матеріалу, ударні навантаження, неправильний монтаж	Аварійні ситуації, зниження надійності
Деформації	Зміна геометричних параметрів деталі через надмірне навантаження або високі температури	Перевищення допустимих навантажень, високі температури	Порушення роботи механізму, підвищений знос суміжних деталей
Перегрів	Підвищення температури деталей, що призводить до зниження міцності матеріалу	Недостатнє охолодження, надмірні навантаження	Втрата змащування, підвищений ризик тріщин і деформацій

Під час аналізу технічного стану деталей трелювальних машин вивчаються умови їх експлуатації, види та характер дефектів, фізико-механічні властивості й конструктивні особливості. Уся зібрана інформація систематизується в таблицю.

Таблиця 2.4

Конструктивно - технологічна характеристика вала-шестерні лебідки.

№ п/п	Показник		Одиниці вимір.	Значення
1	2		3	4
1	Найменування та номер за каталогом			Вал-шестерня Д28780771
2	Габаритні розміри		мм	372×72
3	Кількість деталей у вузлі		шт.	1
4	Матеріал деталі			Сталь 45 ГОСТ 1050 – 74
5	Маса деталі		кг	4,177
6	Тип з'єднання із спряженою деталлю			вал-отвір
7	Вид поса- док:	Дефект №1:		Зазор
		Дефект №2:		Перехідна
		Дефект №3:		Зазор
8	Поля допусків:		мм	
	Дефект №1: Знос зубів		мм	0,017 - 0,15
	Дефект №2: Вал-шестерня-підшипник			-0,05 - 0,25
	Дефект №3: Вал-шестерня поверхня шліців			0,12- 0,38
9	Допуск посадки:			
	Дефект №1			0,032
	Дефект №2			0,032
	Дефект №3			0,075

10	Квалітет точності для номінального розміру:		
	Дефект №1		
	Дефект №2		$\pm IT 14 / 2$
	Дефект №3		
11	Шорсткість поверхні :		
	Дефект №1		Ra 3,2
	Дефект №2		Ra 1,6
	Дефект №3		Ra 1,6
	Твердість поверхні		HRC 40...45
12	Точність взаємного розташування робочих та базових поверх		
	Дефект №1		Паралельність 0,02 мм
	Дефект №2		Паралельність 0,01 мм
	Дефект №3		Паралельність 0,01 мм
13	Ведучий процес зношування робочих поверхонь:		
	Дефект №1		Механічне зношування
	Дефект №2		Окислювально-механічний зношування
	Дефект №3		Механічне зношування
	Характер рівномірності зношування поверхні		Рівномірне за всіма дефектами

2.5 Обґрунтування граничних та допустимих при ремонті розмірів

Обґрунтування граничних і допустимих розмірів при ремонті деталей трелювальної техніки є критичним елементом забезпечення надійності та безпеки техніки. Граничні та допустимі розміри визначаються для того, щоб забезпечити стабільну роботу механізмів після ремонту і максимально продовжити строк служби деталей без необхідності їх заміни. Розуміння цих параметрів дозволяє визначити межі, до яких деталі можуть зношуватися, але при цьому залишатися придатними для подальшої експлуатації.

Граничні розміри є максимальними або мінімальними значеннями, які деталь може мати після зносу, зберігаючи при цьому допустимий рівень надійності та працездатності. Наприклад, якщо деталь зменшилася до граничного розміру через зношення, вона підлягає обов'язковій заміні, оскільки подальша експлуатація може призвести до поломки або несправностей.

Граничні та допустимі при ремонті зношування деталей і їхніх з'єднань у трелювальних машинах можна встановити за допомогою експериментальних або аналітичних методів. Вихідні дані для визначення граничних і допустимих розмірів валу-шестерні лебідки трактора ТДТ-55А наведено в таблиці.

Таблиця 2.5

Вихідні дані для визначення граничних та допустимих при ремонті розмірів

№ дефек-	спряжені деталі		Розмір за кресленням, мм
	Назва	По значення	

	Вал-шестерня - підшипник	ТДТ-55А	$50^{+0.020}_{+0.003}$ $50_{-0.015}$
3	Вал-шестерня – шліци		$12^{-0.020}_{-0.075}$ $12_{-0.025}$
4	Вал-шестерня - гайка		$25_{-0.05}$ $25_{-0.025}$

2.6 Аналіз та дослідження технічного стану ремонтного фонду

Аналіз та дослідження технічного стану ремонтного фонду є важливим процесом для забезпечення ефективного функціонування трельовальної техніки, що експлуатується в умовах підвищеного навантаження і часто піддається впливу агресивного середовища. Ремонтний фонд включає в себе запасні частини, агрегати та компоненти, призначені для заміни або відновлення зношених деталей, які виходять з ладу під час експлуатації техніки. Аналіз стану цих компонентів дозволяє оцінити їхню готовність до використання та визначити потребу в оновленні або поповненні фонду, що є ключовим для безперебійної роботи обладнання.

Для дослідження ремонтного фонду вала-шестерні лебідки трактора ТДТ-55А використовуються методи математичної статистики, оскільки їхні пошкодження належать до категорії випадкових величин. На основі порівняння допустимих розмірів, визначених для ремонту, з фактичними розмірами зношених

поверхонь визначається технічний стан деталей. Для отримання максимально повної інформації про технічний стан вала-шестерні, дослідження ремонтного фонду проводяться на прикладі 12 деталей під час проходження виробничої практики в ДП «Ліси України».

Результати розрахунку допустимих та граничних розмірів приведені в таблиці.

Дослідження проводимо для трьох видів дефектів:

Вал-шестерня

— Дефект № 2: спряження типу «Вал-шестерня - підшипник».

— Дефект № 3: спряження типу «Вал-шестерня - шліци».

— Дефект № 4: спряження типу «Вал-шестерня - гайка»

Таблиця 2.6

Результати розрахунків граничних та допустимих при ремонті розмірів і зносу

№ дефекту	Найменування позначення деталей. Найменування і номінальні розміри робочих поверхонь мм. Допуск, мм.	Посадка по кресленню натяг, зазор	Допуск		Допустимі і граничні зноси, мм	Допустимі граничні розміри		
			Розмірів	посадка		Знос деталей, мм	Розмір деталей, мм	Натяг, зазор
2	Вал-шестерня під підшипник	+0,003 +0,035	0,017	0,032	$\frac{0,079}{0,150}$	$\frac{0,04}{0,08}$	$\frac{50,043}{50,10}$	$\frac{0,007}{0,147}$
	50 ^{+0.020} _{+0.003} підшипник 50 _{-0.015}		0,015			$\frac{0,034}{0,08}$	$\frac{49,966}{49,92}$	
3	Вал-шестерня шліци	-0,075 +0,005	0,055	0,08	$\frac{0,185}{0,262}$	$\frac{0,125}{0,18}$	$\frac{12,05}{12,16}$	$\frac{0,26}{0,332}$
	12 ^{-0.02} _{-0.075} шпонка 12 _{-0.025}		0,025			$\frac{0,057}{0,081}$	$\frac{11,943}{11,919}$	

4	Вал-шестерня - гайка $25_{-0.05}$ шків $25_{-0.025}$	-0,050 +0,025	0,05	0,075	$\frac{0,205}{0,427}$	$\frac{0,136}{0,284}$	$\frac{39,086}{49,284}$	$\frac{0,18}{0,402}$
						$\frac{0,068}{0,142}$	$\frac{25,982}{25,808}$	

Технічний стан кожного компонента ремонтного фонду визначають шляхом оцінки його фізичних властивостей та залишкового ресурсу. Для цього проводиться детальний огляд кожної запасної частини з метою виявлення ознак зношення або пошкодження, що могли виникнути під час зберігання або транспортування. Під час огляду враховуються такі аспекти, як наявність тріщин, корозії, деформацій, а також зміна фізичних параметрів, наприклад, діаметра або товщини стінок. Далі таблиця з результатом:

Таблиця 2.7

Технічний стан деталей

Вал	Дефект № 2	1	2	3	4	5	6
Величина зношування	$50_{+0.020}^{+0.003}$	0,31	0,27	0,20	0,50	0,46	0,32
Висновок	Допустима 0,205 Гранична 0,427	В	В	В	Б	Б	В
Вал		7	8	9	10	11	12
Величина зношування		0,15	0,21	0,16	0,07	0,33	0,48
Висновок	Допустима 0,205 Гранична 0,427	П	В	П	П	В	В

В результаті дослідження було визначено наступний розподіл валів-шестерень трелювального трактора: придатних - 6 шт.; на відновлення - 3 шт.; на вибраковку - 3 шт.

За допомогою отриманих результатів дослідження технічного стану деталей для дефекту № 2 розраховуємо коефіцієнти придатності, відновлення та змінності за наступними формулами:

$$K_{\text{пр}} = n_{\text{пр}} / N = 6 / 12 = 0,5 ; \quad (2.7)$$

$$K_{\text{в}} = n_{\text{в}} / N = 3 / 12 = 0,25; \quad (2.8)$$

$$K_{\text{з}} = n_{\text{з}} / N = 3 / 12 = 0,25 . \quad (2.9)$$

Для дослідження ремонтного фонду деталей використовуються методи математичної статистики, оскільки їхні пошкодження (дефекти) належать до категорії випадкових величин. Розподіл статистичних даних відображає ступінь зношення несучих поверхонь деталей. Параметри статистичних характеристик обчислюються за відповідними формулами:

Розмах розсіювання пошкоджень (R):

$$R = x_{\text{мін}} \dots x_{\text{макс}} = 0,05 \dots 0,5 \quad (2.10)$$

де

$x_{\text{мін}}$, $x_{\text{макс}}$ – величина пошкодження i – ї несучої поверхні заданої деталі.

Середня величина пошкодження (X):

$$X = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{N},$$

(2.11)

де x_1, x_2, \dots, x_n – величина пошкодження i -ї несучої поверхні заданої деталі.

N – загальна кількість досліджених деталей.

$$X = \frac{0.31 + 0.27 + 0.5 + 0.48 + 0.1 + 0.41 + 0.05 + 0.28 + 0.34 + 0.2 + 0.36 + 0.1}{12} = 0.28 \text{ мм.}$$

Середнє квадратичне відхилення(σ) :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^N (x_i - x)^2}{N}} = 0.131 \quad (2.12)$$

де x_i – значення i -го показника пошкодження несучої поверхні заданої деталі.

Коефіцієнт варіації(U):

$$U = \frac{\sigma}{x}; \quad U = \frac{0.131}{0.28} = 0.47.$$

Закон розподілу підпорядковуються закону нормального розподілу.

Визначаємо величину одного інтервалу (A):

$$A = \frac{x_{\text{макс}} - x_{\text{мін}}}{n} = \frac{0.5 - 0.05}{5} = 0.09$$

де $x_{\text{мін}}, x_{\text{макс}}$ – величина пошкодження i – ї несучої поверхні заданої деталі.

Отримані дані систематизуємо до таблиці.

Таблиця 2.8

Статистичний ряд інформації про зношування посадочного місця валу-шестерні під шків.

№ інт.	Інтервали, мм	Середина, інтервалу мм	Частота, m_i	Оперативна імовірність, P_i	$K_1=13$	$K_2=4$	Накопичена імовірність, ΣP_i
1	0,05 - 0,14	0,095	5	0,2	4	4	0,2
2	0,14 - 0,23	0,185	4	0,16	9	-	0,36
3	0,23 - 0,32	0,275	7	0,28	-	-	0,64
4	0,32 - 0,41	0,365	5	0,2	9	-	0,84
5	0,41 - 0,5	0,455	4	0,16	4	4	1,0

Результати розрахунків вписуємо в табл.

Таблиця 2.9

Результати розрахунку статистичних характеристик деталей

Назва показника	Одиниці вимірювання	Значення
1. Коефіцієнти :		
Придатності		0,24
Відновлення		0,64
Вибраковки		0,12
2. Межі зміни пошкодження	мм	0,17 - 0,24
3. Середнє значення дефекту	мм	0,205
4. Середнє квадратичне відхилення	мм	0,131
5. Коефіцієнт варіації		0,422

6. Теоретичний закон розподілу		ЗНР
--------------------------------	--	-----

2.7 Висновки до розділу 2

Систематична оцінка дефектів, причин їх виникнення та методів їхнього своєчасного виявлення дозволяє мінімізувати ризики аварійних ситуацій і забезпечити тривалий термін експлуатації техніки. Визначення граничних та допустимих розмірів при ремонті сприяє збереженню функціональності деталей і зниженню витрат на їхню заміну, що особливо важливо в умовах інтенсивного використання техніки.

Ретельне дослідження технічного стану ремонтного фонду та застосування ефективних методів діагностики дозволяють підтримувати запасні частини у готовності до негайного використання, що скорочує час простою техніки у випадку поломки. Впровадження автоматизованих систем обліку запасних частин підвищує точність інвентаризації та дозволяє оперативно реагувати на потреби в поповненні ремонтного фонду. Таким чином, комплексний підхід до аналізу та оцінки стану деталей трельовальної техніки дозволяє забезпечити її надійність, безпечність експлуатації та економічну ефективність роботи.

3 ТЕХНОЛОГІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ТРЕЛЮВАЛЬНИХ ТРАКТОРІВ

3.1 Стан організації технічного обслуговування та ремонту трелювальних тракторів

Основні етапи організації технічного обслуговування та ремонту трелювальних тракторів на підприємстві включають кілька важливих кроків, що забезпечують якісну підготовку, виконання та контроль процесів ремонту і обслуговування. Спершу проводиться аналіз стану техніки для визначення потреби в технічному обслуговуванні або ремонті. Це включає оцінку часу, коли останній раз проводилося технічне обслуговування, та врахування умов експлуатації, які могли вплинути на знос вузлів та механізмів. Наступним етапом є підготовка до обслуговування, що передбачає складання графіків ТО, підбір необхідного обладнання, інструментів та запасних частин. У рамках підготовки також розраховуються потреби в матеріалах і персоналі, а також організовується робочий простір для забезпечення безперешкодного виконання ремонтних робіт.

Після підготовки проводиться сам процес технічного обслуговування або ремонту. Це може включати заміну або ремонт зношених деталей, мастило рухомих частин, перевірку й регулювання основних вузлів. Для проведення ремонту можуть бути залучені як спеціалізовані майстерні, так і мобільні ремонтні бригади, що забезпечує оперативність і зменшує час простою тракторів. Заключний етап – це контроль якості виконаних робіт, який передбачає тестування всіх вузлів після ремонту, перевірку відповідності технічним нормам та стандартам безпеки. Після завершення ремонтних робіт техніка повертається до експлуатації, а інформація про виконане технічне обслуговування або ремонт вноситься до відповідної документації для подальшого моніторингу.

Щодо методів діагностики стану трелювальних тракторів перед ремонтом, основним методом є візуальний огляд, під час якого фахівці оцінюють загальний стан техніки, наявність видимих дефектів, пошкоджень або зносу компонентів. Візуальна оцінка дає змогу швидко визначити проблемні місця та оцінити ступінь зношеності деталей. Крім того, використовується метод акустичної діагностики, який дозволяє виявити аномальні звуки в роботі вузлів та механізмів, що можуть свідчити про їх знос або несправність. Важливою частиною діагностики є застосування контрольно-вимірювальних приладів, таких як манометри, мультиметри та спеціалізовані тестери, які дають можливість отримати точні дані щодо параметрів роботи двигуна, системи гідравліки та інших ключових систем трактора. У деяких випадках застосовуються спеціалізовані комп'ютерні програми, що проводять повну діагностику електронних систем та вузлів трактора, дозволяючи швидко визначити несправності та необхідні заходи для їх усунення. Планові огляди та профілактичне технічне обслуговування трелювальних тракторів зазвичай проводяться відповідно до графіку, який залежить від інтенсивності використання техніки, умов експлуатації та рекомендацій виробника. Загалом, профілактичні огляди здійснюються щоденно перед початком роботи, щоб переконатися в справності ключових систем та забезпечити безпеку оператора. Крім цього, регулярні технічні огляди проводяться з інтервалами, що можуть становити від 250 до 500 мотогодин, залежно від умов експлуатації та вимог до обладнання. Для трелювальних тракторів, які працюють у важких умовах, таких як лісозаготівлі, рекомендується частіше проведення обслуговування, оскільки високі навантаження, пил, волога та нерівна місцевість сприяють швидшому зносу деталей. Періодичне обслуговування передбачає детальніший огляд вузлів, перевірку рівня мастила, заміну фільтрів та мастильних матеріалів, а також регулювання основних механізмів.

Для якісного виконання ремонтних робіт необхідні кілька ключових ресурсів. Насамперед, це кваліфікований персонал – механіки та техніки, які мають досвід роботи з трелювальною технікою і здатні виявити та усунути проблеми з максимальною ефективністю. Такі спеціалісти повинні володіти знаннями щодо

конструкції тракторів, особливостей їх роботи та методів діагностики. Другий важливий ресурс – це запасні частини та витратні матеріали, зокрема фільтри, мастильні матеріали, гідравлічні рідини, деталі для заміни, такі як ремені, ланцюги та інші елементи, що підлягають зносу. Наявність відповідного інструменту і обладнання також є критичним: потрібні спеціалізовані інструменти для роботи з конкретними вузлами тракторів, підйомники, манометри, тестери, діагностичне обладнання та мобільні ремонтні станції для забезпечення оперативного обслуговування у польових умовах.

Окрім технічного забезпечення, важливими є фінансові ресурси для забезпечення своєчасної закупівлі необхідних матеріалів та оплати праці спеціалістів. Належна організація роботи, включно з ефективним плануванням графіку обслуговування та розподілом завдань між персоналом, допомагає оптимізувати використання наявних ресурсів та мінімізувати час простою техніки.

3.2 Технологічна схема ремонту трелювального трактора

3.2.1 Розбирання і відновлення штовхача з навіскою трелювального трактора

Підготовчий етап ремонту трелювального трактора розпочинається з процесу прийому трактора для ремонту. На цьому етапі трактор прибуває на ремонтну базу або спеціалізовану майстерню, де його передають на огляд технічним фахівцям. Спершу відбувається огляд транспортного засобу, під час якого оцінюється загальний стан техніки, її зовнішній вигляд та наявність видимих пошкоджень. Спеціалісти фіксують усі зовнішні ознаки несправностей, щоб підготуватися до подальшої детальної діагностики та забезпечити повне усунення виявлених дефектів у процесі ремонту.

Далі проводиться оцінка технічного стану та первинна діагностика трактора. Це важливий етап, оскільки від точності та ретельності діагностики залежить подальший план ремонтних робіт. Фахівці використовують візуальний

огляд, а також контрольно-вимірювальні прилади для визначення рівня зношеності основних механізмів, таких як двигун, трансмісія, гідравлічна система, підвіска та інші важливі компоненти. У процесі первинної діагностики можуть бути використані як стандартні, так і спеціальні інструменти для зняття показників або вимірювань, що дає можливість зробити попередній висновок про стан техніки та її готовність до подальшої експлуатації після ремонту.

Завершальним кроком підготовчого етапу є оформлення необхідної документації. Це включає складання актів прийому техніки на ремонт, де детально фіксуються всі виявлені дефекти та зазначаються вимоги до ремонту. Документація також містить перелік запланованих робіт, орієнтовну вартість ремонту, а також часові рамки, необхідні для виконання обслуговування. Усі ці дані узгоджуються з власником або представником підприємства, яке передає трактор на ремонт, після чого підписується акт прийому та починається процес підготовки до виконання ремонтних робіт. Цей етап гарантує, що всі сторони чітко розуміють обсяги робіт та вимоги до їх виконання, що сприяє більш ефективній організації подальшого ремонту. Розбирання штовхача з навіскою трелювального трактора починається з підготовки робочого місця та необхідних інструментів для проведення процесу. Спершу трактор встановлюється на рівну поверхню, забезпечуючи стійкість і безпечний доступ до навісного обладнання. Перший етап полягає у від'єднанні елементів, які фіксують штовхач до основної конструкції трактора. Для цього фахівці використовують спеціалізовані ключі та знімачі, що допомагають зняти гайки та болти без пошкодження різьбових з'єднань. Крім того, важливо акуратно від'єднати гідравлічні шланги, щоб уникнути витоків рідини, після чого їх кінці закривають заглушками для захисту від забруднення.

Далі від'єднуються основні вузли штовхача, включаючи важелі та циліндри, які забезпечують його рухливість. Під час цього процесу проводиться оцінка стану деталей, щоб визначити, які з них підлягають заміні, а які можна використовувати повторно після відновлення. Важливо звернути увагу на стан підшипників, осей та гідравлічних циліндрів, оскільки вони часто зношуються в умо-

вах інтенсивної експлуатації. Кожну деталь очищають від мастила, бруду та залишків старих ущільнень.

Після демонтажу навіски та її компонентів розбирають сам штовхач. Це включає зняття захисних кожухів, втулок, пружин та інших допоміжних елементів. Кожен компонент оглядають на наявність тріщин, деформацій або інших пошкоджень, які можуть вплинути на подальшу роботу обладнання. Для деталей, які мають незначні пошкодження, проводять відновлювальні роботи, зокрема полірування, заміну ущільнень або нанесення захисних покриттів. Важливу увагу приділяють також зчепленню деталей, забезпечуючи надійність усіх механічних та гідравлічних з'єднань.

Відновлені компоненти обробляють мастилом та захисними рідинами, щоб запобігти корозії та забезпечити легкість з'єднання під час подальшого монтажу. Після цього всі елементи систематизують і розкладають за призначенням, що дозволяє зберегти порядок і полегшити процес складання штовхача з навіскою назад на трактор.

Таблиця 3.1.

Етапи розбирання штовхача трелювального трактора

№ етапу	Опис етапу
1	Підготовка робочого місця та необхідного інструменту
2	Встановлення трактора на рівну поверхню для забезпечення стійкості та безпеки
3	Від'єднання елементів кріплення штовхача до конструкції трактора
4	Від'єднання гідравлічних шлангів і встановлення заглушок для запобігання витoku рідини
5	Зняття основних вузлів штовхача (важелі, циліндри) та оцінка їх стану
6	Очищення знятих деталей від мастила, бруду та залишків старих ущільнень
7	Розбирання компонентів штовхача, включаючи захисні кожухи, втулки, пружини
8	Огляд і відновлення зношених або пошкоджених деталей (полірування, заміна ущільнень)

9	Підготовка відрновлених деталей до складання, обробка мастилом та захисними рідинами
10	Систематизація та розкладання деталей для полегшення процесу подальшого складання

3.2.2 Ремонт і технічне обслуговування навантажувального пристосування трелювального трактора

Розглянемо процес ремонту та технічного обслуговування навантажувального пристосування на прикладі трелювального трактора моделі ТТ-4 – популярної техніки для лісозаготівельних робіт. Ця модель оснащена навантажувальним пристосуванням для підйому, транспортування та укладання деревини. Детальний опис етапів включає такі процедури:

1. Підготовка до ремонту.

На першому етапі проводиться ретельний огляд навантажувального пристосування, щоб оцінити його стан та виявити очевидні проблеми. Фахівці очищують пристосування від бруду, мастила і пилу, що накопичуються під час лісозаготівель. Очищення допомагає краще оглянути всі частини та підготувати обладнання до наступних етапів ремонту. На цьому ж етапі визначаються потрібні інструменти та запчастини для ремонту навантажувального пристосування, зокрема кріплення, ущільнювачі, підшипники та гідравлічні елементи.

2. Діагностика несправностей.

Для моделі ТТ-4 важливо виконати діагностику гідравлічної системи та механічних з'єднань, оскільки вони піддаються значному навантаженню. Після візуального огляду спеціалісти використовують контрольно-вимірювальні прилади для точнішого виявлення несправностей у вузлах. Зазвичай це манометри, що перевіряють тиск у гідравлічних системах, а також тестери для електричних

з'єднань. На основі отриманих даних складається перелік деталей і компонентів, які потребують заміни чи ремонту.

3. Демонтаж навантажувального пристосування.

На цьому етапі від'єднується навантажувальне пристосування від основного корпусу трактора ТТ-4. Це включає зняття гідравлічних циліндрів, з'єднувальних важелів і кріплень. Щоб уникнути витoku гідравлічної рідини, шланги тимчасово закривають заглушками. Демонтовані компоненти обробляються захисними рідинами, які запобігають корозії під час проведення ремонтних робіт. Всі деталі розкладаються у спеціально відведеному місці, щоб забезпечити легкий доступ і безпеку в процесі ремонту.

4. Ремонт основних вузлів.

Для ТТ-4 основними компонентами навантажувального пристосування є гідравлічні циліндри, шарніри, з'єднувальні елементи та підшипники. На цьому етапі замінюються зношені ущільнювачі у гідравлічних циліндрах, що гарантує герметичність і надійність системи. Механічні з'єднання та шарніри оглядаються на наявність зношення, і якщо потрібно, виконуються полірування або заміна підшипників. Це допомагає знизити тертя під час роботи і забезпечити плавний рух важелів. Після ремонту чи заміни кожна деталь проходить тестування для перевірки працездатності.

5. Складання навантажувального пристосування:

Після відновлення усіх компонентів виконується складання навантажувального пристосування ТТ-4. Відремонтовані або нові деталі встановлюються у зворотному порядку, зокрема всі важелі, циліндри та кріплення. Усі з'єднання обробляються мастилом для запобігання зношенню в процесі експлуатації. Особлива увага приділяється правильному монтажу гідравлічних шлангів та з'єднань, щоб уникнути витоків під час роботи.

6. Технічне обслуговування після ремонту.

Після ремонту фахівці виконують тестування навантажувального пристосування в умовах, наближених до реальних робочих. Перевіряється функціону-

вання всіх механізмів, зокрема робота гідравліки та плавність руху важелів. Технічне обслуговування включає змазування рухомих частин, заміну мастила у гідравлічній системі, а також перевірку кріплень і регулювання основних елементів. Це допомагає забезпечити довготривалу експлуатацію після ремонту.

7. Контроль якості і передача в експлуатацію.

Заключний етап включає перевірку відповідності ремонту стандартам якості і безпеки, встановленим для моделі ТТ-4. Фахівці оцінюють загальну надійність навантажувального пристосування після ремонту, перевіряють рівень герметичності гідравлічної системи та функціонування всіх механічних з'єднань. Після позитивного завершення тестувань складається звітна документація, в якій зазначаються виконані роботи та їх результати. Оформлюється акт здачі в експлуатацію, після чого трактор повертається в експлуатацію для виконання лісозаготівельних завдань.

3.2.3 Дефекти і відновлення лебідки трелювального трактора

Основні види дефектів лебідки трелювального трактора включають низку проблем, які можуть суттєво вплинути на її роботу та безпеку експлуатації. Одним із найпоширеніших дефектів є зношення гальмівного механізму. Це відбувається через часті зупинки та запуски лебідки, що підвищує навантаження на гальмівні накладки і пружини, спричиняючи їх знос. Коли гальма втрачають ефективність, це може призвести до прослизання каната під час роботи, знижуючи контроль над лебідкою.

Корозія і деформація канатів – ще один поширений дефект, особливо при використанні лебідки в умовах високої вологості або при відсутності належного обслуговування. Поступове накопичення вологи та забруднень на канатах спричиняє корозійні процеси, що послаблюють структуру канатів і можуть призвести до їх розриву. Деформація ж зазвичай виникає внаслідок неправильного намотування або надмірного навантаження, що створює слабкі місця на канаті.

Зношення або пошкодження підшипників також впливає на функціонування лебідки, оскільки вони забезпечують плавний рух барабанного механізму. Підшипники зазнають постійного тертя, а за відсутності регулярного змащування можуть виникати надмірний люфт і шум. Якщо підшипники пошкоджені, це призводить до нерівномірного руху барабана, що ускладнює намотування каната і створює додаткові навантаження на інші компоненти.

Несправність барабанного механізму є ще одним значущим дефектом, оскільки барабан відповідає за правильне намотування та розмотування каната. Знос або пошкодження барабана може призвести до нерівномірного намотування каната, що ускладнює роботу лебідки та знижує її надійність. Такий дефект часто виникає через надмірне навантаження або недостатнє обслуговування, що може призвести до деформації барабана.

Зношення шестерень і зубчастих передач є особливо критичним дефектом, адже ці елементи передають обертовий момент від двигуна до барабана лебідки. Коли шестерні зношуються, виникає ризик проковзування або несправної роботи лебідки, що може спричинити небезпечні ситуації при роботі з важкими вантажами. Зазвичай це зношення виникає через надмірне тертя і недостатнє змащення.

Останнім основним дефектом є витіки гідравлічної рідини, які можуть виникати через зношення ущільнювачів, пошкодження гідравлічних шлангів або з'єднань. Витік рідини спричиняє зниження тиску в системі, що впливає на ефективність роботи гідравлічних механізмів лебідки. Це призводить до зниження продуктивності та надійності роботи лебідки і може викликати додаткові поломки, якщо не усунути проблему вчасно.

Таблиця 3.2.

Дефекти і відновлення лебідки трелювального трактора

Дефект	Опис відновлення
Зношення гальмівного механізму	Заміна гальмівних накладок, регулювання гальм, очищення та змащування гальмівного механізму.
Корозія і деформація канатів	Заміна корозійних і пошкоджених канатів, віднов-

	лення кріплень, оцінка необхідності нових канатів.
Зношення або пошкодження підшипників	Заміна зношених підшипників, відновлення або ремонт барабана лебідки для плавного ходу.
Несправність барабанного механізму	Ремонт або заміна барабана, налаштування механізму для рівномірного намотування канатів.
Зношення шестерень і зубчастих передач	Заміна пошкоджених шестерень, відновлення зубців, змащування для зменшення тертя.
Витоки гідравлічної рідини	Усунення витоків, заміна ущільнювачів, перевірка та поповнення рівня гідравлічної рідини.
Деформація або тріщини у корпусі лебідки	Ремонт або заміна деформованих частин, зварювальні роботи при необхідності.
Несправність системи кріплення	Заміна кріплень, регулювання кріпильних вузлів для безпеки під час роботи.

Діагностика дефектів лебідки трельовального трактора починається з візуального огляду та оцінки стану її основних компонентів. На цьому етапі фахівці уважно оглядають зовнішні частини лебідки, включаючи гальмівні механізми, канати, підшипники, шестерні та зубчасті передачі, щоб виявити видимі дефекти, такі як знос, деформація або корозія. Візуальний огляд дозволяє швидко оцінити загальний стан лебідки і визначити елементи, які потребують додаткової перевірки або негайної заміни.

Наступним кроком є вимірювання зносу гальмівних накладок і канатів. Гальмівні накладки регулярно піддаються високим навантаженням, що спричиняє їх поступовий знос, а в деяких випадках навіть деформацію або тріщини. Використовуючи спеціальні вимірювальні інструменти, такі як штангенциркуль або мікрометр, фахівці визначають товщину накладок та стан канатів, щоб переконатися, що їх знос не перевищує допустимі межі. Якщо канати мають ознаки корозії, тріщин або деформації, їх необхідно замінити, оскільки це може призвести до небезпечних ситуацій під час експлуатації.

Перевірка підшипників на наявність люфту та шуму є наступним етапом діагностики. Підшипники забезпечують плавність руху барабана та інших частин лебідки, тому їх стан є критичним для нормальної роботи системи. Фахівці

обертають підшипники і слухають їх на наявність аномальних шумів, які можуть свідчити про пошкодження або зношення. Виявлення люфту також є важливим аспектом, оскільки надмірний люфт може призвести до розбалансування і нерівномірного намотування канатів.

Тестування гідравлічної системи на герметичність виконується з метою перевірки відсутності витоків рідини у шлангах, з'єднаннях та ущільнювачах. Герметичність гідравлічної системи критично важлива для підтримання необхідного тиску, який забезпечує належне функціонування лебідки. Для цього фахівці використовують манометри та спеціальні тести, щоб оцінити рівень тиску у системі та виявити можливі витіки. За необхідності ущільнювачі та шланги замінюються, щоб забезпечити максимальну ефективність системи.

Останнім етапом є аналіз зношення шестерень і зубчастих механізмів. Ці компоненти забезпечують передачу зусилля від двигуна до лебідки, тому їх знос безпосередньо впливає на працездатність і безпеку лебідки. Фахівці уважно оглядають зубці шестерень на предмет зношення, тріщин або викривлень. За допомогою мікрометрів або спеціальних інструментів проводять заміри для виявлення зносу, а також оцінюють загальний стан зубчастих передач. Виявлення надмірного зносу чи пошкодження вимагає заміни або відновлення компонентів, щоб гарантувати безпечну і ефективну роботу лебідки. Відновлення гальмівного механізму лебідки трельовального трактора є важливим етапом, що включає заміну гальмівних накладок та регулювання гальм для забезпечення надійного гальмування під час роботи. Гальмівні накладки підлягають регулярному зносу через часті зупинки й запуски лебідки, тож їх заміна дозволяє відновити ефективність системи гальмування. Після встановлення нових накладок фахівці виконують точне регулювання гальм, що забезпечує рівномірний розподіл зусилля та запобігає надмірному навантаженню на систему. Окрім цього, особливу увагу приділяють гальмівним пружинам, які відповідають за повернення накладок у вихідне положення після гальмування. У разі пошкодження або ослаблення пружини замінюються, щоб забезпечити належне функціонування гальм.

Після заміни і регулювання основних компонентів гальмівного механізму виконується змащування і чистка усіх частин для усунення шумів та зменшення тертя. В процесі очищення видаляється накопичений пил, бруд та залишки мастила, які могли спричиняти шум під час роботи лебідки. Змащування рухомих частин допомагає уникнути надмірного тертя, що зменшує знос компонентів і продовжує їх строк служби.

Ремонт канатів та їх кріплення також є важливим аспектом відновлення лебідки, особливо якщо канати зазнали корозії. Канати, які мають ознаки корозії або значний знос, замінюються на нові, оскільки корозійні пошкодження можуть суттєво послабити їх міцність і створити небезпеку під час роботи. Якщо канати в задовільному стані, вони піддаються очищенню та обробці антикорозійними засобами для продовження їх строку служби. У процесі ремонту також перевіряються всі кріплення та з'єднання канатів. У випадку виявлення ослаблених з'єднань або зношених кріплень виконується їх відновлення або заміна, щоб забезпечити надійне закріплення канатів і уникнути можливих збоїв під час експлуатації.

На завершальному етапі оцінюється загальний знос канатів і проводиться аналіз їх стану. Якщо виявлено, що канати досягли граничного рівня зносу, спеціалісти рекомендують їх заміну для безпечної подальшої експлуатації. Після усіх відновлювальних робіт канати та гальмівний механізм проходять тестування для впевненості у належному функціонуванні і забезпеченні безпечної роботи трелювального трактора. Відновлення підшипників і барабанного механізму трелювальної лебідки є важливим процесом, що забезпечує надійність та плавність її роботи. Першим кроком у цьому процесі є заміна зношених підшипників. Підшипники, що забезпечують обертання барабана, піддаються значним навантаженням, що з часом призводить до їх зносу та появи люфту. Для відновлення функціональності лебідки підшипники, що зазнали зносу або мають ознаки пошкоджень, виймаються з посадочних місць за допомогою спеціальних знімачів.

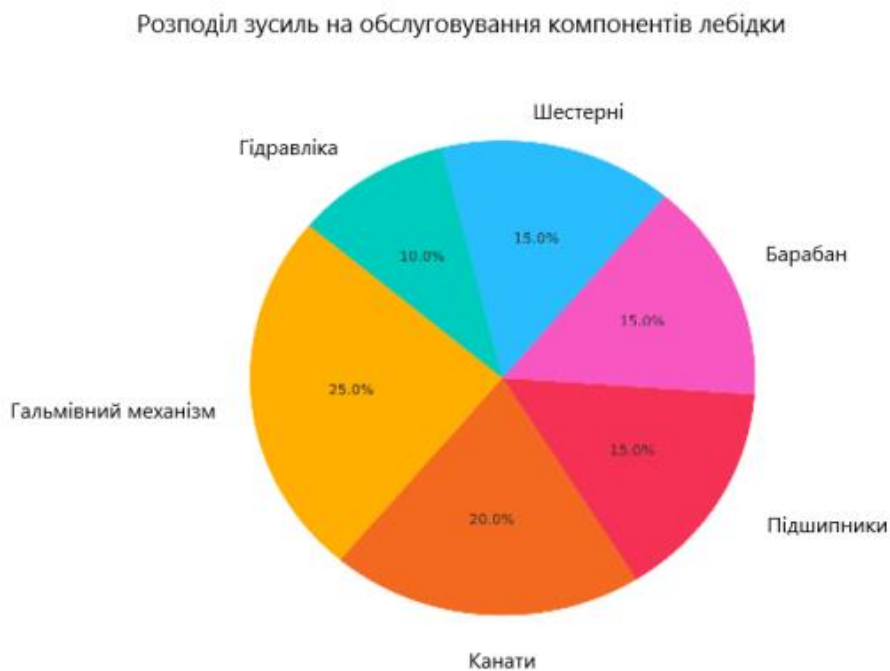


Рис. 3.1. Розподіл зусиль

Після усунення витоків виконується заміна ущільнювачів та прокладок, оскільки зношені ущільнювальні матеріали є однією з найпоширеніших причин втрати герметичності. Ущільнювачі і прокладки, виготовлені з гуми або інших матеріалів, з часом стають крихкими, втрачають еластичність та здатність забезпечувати герметичність у точках з'єднання. Для відновлення герметичності фахівці замінюють старі ущільнювачі на нові, що мають належну еластичність і стійкість до тиску та температури. Ущільнювачі підбираються відповідно до розмірів і матеріалів, з якими вони контактують, щоб гарантувати тривалий термін служби і високу надійність з'єднань.

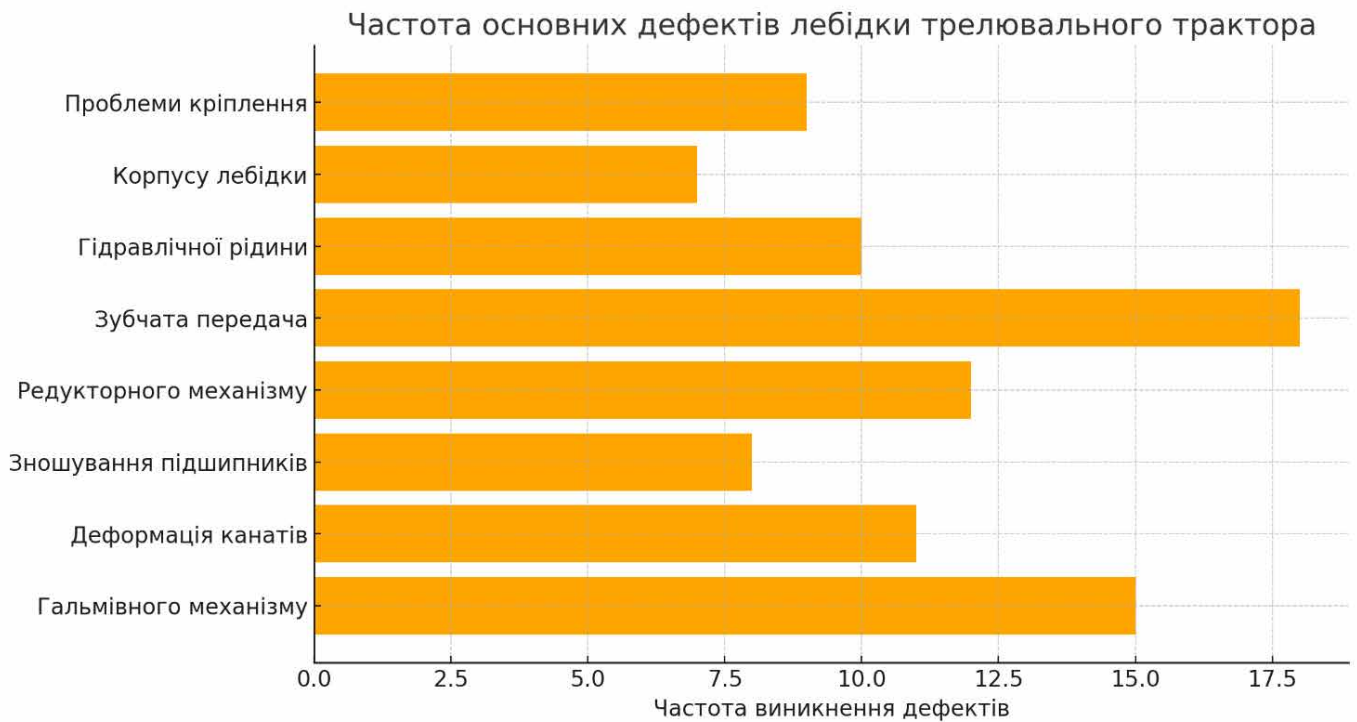


Рис.3.2. Частота основних дефектів

На завершальному етапі проводиться перевірка рівня і якості гідравлічної рідини. Гідравлічна рідина повинна мати належну в'язкість та чистоту для забезпечення ефективної роботи системи. Недостатній рівень рідини може призвести до падіння тиску, що знижує ефективність гідравлічних компонентів. Спеціалісти перевіряють рівень рідини у гідробаку та додають рідину, якщо її рівень виявляється нижчим за норму. Крім того, важливо оцінити якість рідини на наявність забруднень або ознак старіння, таких як потемніння або зміна консистенції. Якщо гідравлічна рідина забруднена або втратила свої властивості, її замінюють на нову, що відповідає вимогам виробника та умовам експлуатації. Після всіх цих робіт система перевіряється на герметичність під робочим тиском, щоб переконатися, що усі витоки усунені та гідравліка працює надійно. Це забезпечує повну працездатність лебідки та продовжує строк служби гідравлічної системи.

3.2.4 Дефекти і відновлення ходової системи трелювального трактора

Розглянемо дефекти та процес відновлення ходової системи трелювального трактора на прикладі моделі ТТ-4 — трелювального трактора, широко використовуваного в лісозаготівлі. Ходова система цього трактора складається з гусениць, катків, ведучих коліс, підвіски та елементів, що забезпечують плавний рух на нерівній місцевості. Під час інтенсивної експлуатації, особливо в складних умовах, такі компоненти зазнають значного зносу та пошкоджень.

Одним з основних дефектів ходової системи ТТ-4 є знос гусениць, який проявляється у втраті частини металу на траках, появі тріщин і деформацій. Через постійний контакт з камінням, піском та деревами гусениці поступово зношуються, що знижує їх зчеплення з поверхнею і може призвести до прослизання, особливо в умовах вологого або слизького ґрунту. Щоб відновити зчеплення і працездатність, необхідно проводити заміну окремих траків або, за необхідності, заміну всієї гусениці. Пошкоджені ланки або траки з тріщинами знімаються, і встановлюються нові компоненти, що забезпечують цілісність та надійність гусеничного ланцюга.

Катки та ведучі колеса — ще одна зона, де часто виникають дефекти. Через постійне навантаження і обертовий рух катки можуть зношуватися, з'являються задирки та пошкодження на поверхні, а в підшипниках може утворитися люфт. Це може спричинити нерівномірний рух, вібрації і навіть поломки під час роботи. Відновлення катків передбачає заміну пошкоджених підшипників та шліфування поверхні катків для усунення задирок. Якщо катки сильно зношені, проводиться їх повна заміна для відновлення плавного руху трактора. У ведучих колесах, якщо зубці зношені, відбувається проковзування гусениць. Це може спричинити додаткові пошкодження як для гусениці, так і для інших компонентів ходової системи. Відновлення ведучих коліс включає заміну зношених зубців або повну заміну колеса.



Рис.3.3. Ремонт ходової частини ТДТ-55

Дефекти підвіски ТТ-4 включають знос амортизаторів, пружин і ресор, які поглинають удари під час руху по нерівній місцевості. З часом амортизатори втрачають свою ефективність через знос внутрішніх компонентів або витік мастила. Якщо виявлено витік мастила, амортизатори замінюються на нові або проводиться їх ремонт із відновленням герметичності. Ресори та інші елементи підвіски також перевіряються на наявність тріщин і деформацій. За необхідності вони піддаються ремонту або заміні, щоб забезпечити належну амортизацію під час руху. Ще одним важливим етапом є перевірка та змащування рухомих компонентів ходової системи. Гусеничні ланцюги, підшипники, втулки та шарніри регулярно змащуються спеціальними мастильними матеріалами, які знижують тертя і захищають від корозії. Якщо змащення недостатньо або мастило виявляється забрудненим, це може призвести до підвищеного зносу та перегріву елементів ходової системи. Після усунення всіх дефектів та відновлення компонентів проводиться тестування трактора в умовах, що наближені до реальних робочих. Це дозволяє переконатися у правильному функціонуванні ходової системи, відсутності вібрацій і забезпеченні плавного руху.

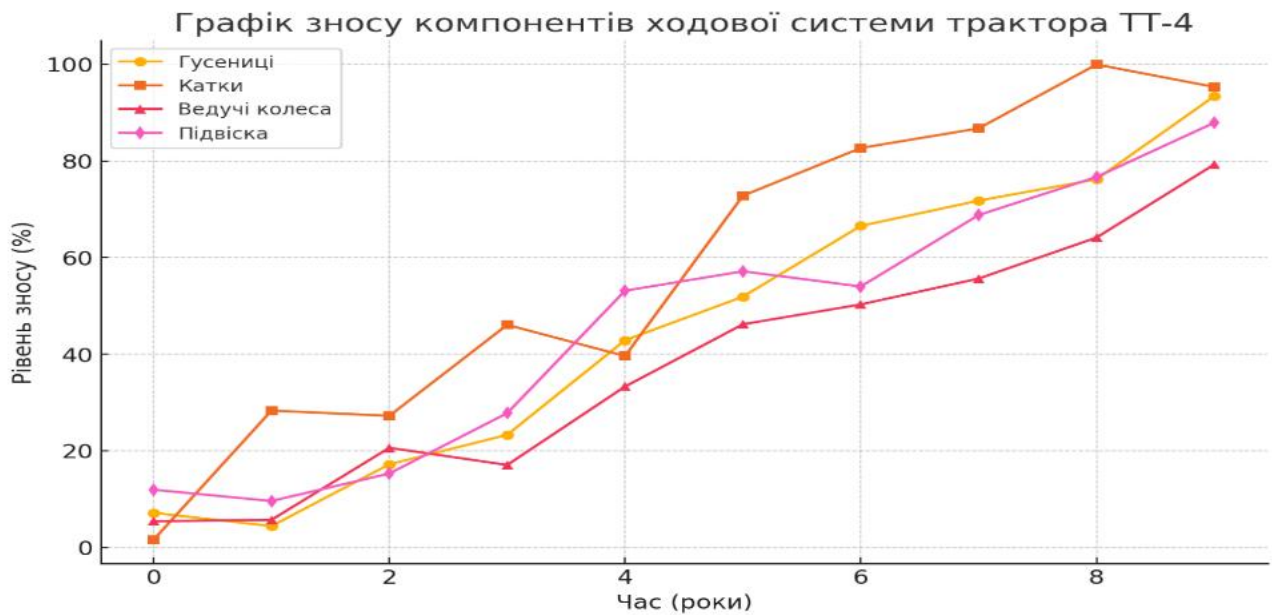


Рис. 3.4. Знос ходової системи трактора ТТ-4

Графік зносу компонентів ходової системи трактора ТТ-4 демонструє постійне збільшення рівня зносу основних частин – гусениць, катків, ведучих коліс і підвіски – протягом експлуатації.

1. Визначення показників надійності лебідки

Основні показники:

- Ймовірність безвідмовної роботи ($P(t)$): ймовірність того, що лебідка працюватиме без відмови протягом часу t .
- Щільність ймовірності відмов ($F(t)$): розподіл часу до першої відмови.
- Інтенсивність відмов (λ): частота відмов за одиницю часу.
- Середній час до відмови (t_{cp} , T): середній час, протягом якого лебідка працює безвідмовно.

2. Етапи розрахунку

2.1. Складання статистичних даних:

- Загальна кількість лебідок N .
- Кількість відмов n за період $T_{заг}$.
- Час роботи лебідки до відмов t_i , де i — номер відмови.

2.2. Середній час до відмови (t_{cp}):

Формула:

$$t_{cp} = \sum_{i=1}^n t_i / n \quad (3.1)$$

2.3. Інтенсивність відмов (λ):

Формула:

$$\lambda = \frac{n}{T_{\text{заг}}} \quad (3.2)$$

2.4. Ймовірність безвідмовної роботи:

Формула:

$$P_t = e^{(-\lambda t)} \quad (3.3)$$

3. Розрахунок

Припустимо, на підприємстві експлуатуються 10 лебідок трелювальних тракторів. Протягом 1000 годин роботи були зафіксовані наступні часи до відмов (у годинах): 150, 200, 180, 250, 300, 220, 170, 190, 210, 260.

3.1. Середній час до відмови (t_{cp})

$$t_{cp} = (150 + 200 + 180 + 250 + 300 + 220 + 170 + 190 + 210 + 260) / 10 = 213 \text{ годин}$$

3.2. Інтенсивність відмов (λ)

Сумарний час роботи: $T_{\text{заг}} = 10 \times 1000 = 10000$ годин

Кількість відмов: $n = 10$ \

$$\lambda = \frac{n}{T_{\text{заг}}} = \frac{10}{10000} = 0,001 \text{ відмов/год}$$

3.3. Ймовірність безвідмовної роботи ($P_{(t)}$)

Для розрахунку ймовірності безвідмовної роботи через 500 годин:

$$P_{(500)} = e^{(-0.001 \cdot 500)} = e^{(-0.5)} \approx 0.607$$

4. Аналіз результатів

- Середній час до відмови: 213 годин показує, що лебідки працюють ефективно до цього часу.
- Інтенсивність відмов: 0.001 відмов/год свідчить про стабільну роботу обладнання.
- Ймовірність безвідмовної роботи: 60.7% через 500 годин, що є прийнятним показником.

5. Рекомендації

1. Регулярно проводити технічне обслуговування кожні 200 годин.
2. Проводити профілактичну заміну тросів кожні 150-180 годин.
3. Використовувати вдосконалені мастильні матеріали для зниження зносу.

Знос катків демонструє дещо вищий рівень порівняно з іншими компонентами, особливо на пізніх етапах. Лінія зростання має швидший темп і включає коливання, що може вказувати на вплив нерівностей і ударів під час роботи в лісі. Катки забезпечують плавність руху гусениць і зазнають постійного навантаження, швидко зношуючи підшипники та інші елементи, що підтверджується підвищенням зносу після 5-6 років.

Ведучі колеса мають повільніший темп зростання зносу, поступово збільшуючись, але з меншою крутизною, ніж у гусениць і катків. Їхня захищена конструкція зменшує безпосередній контакт із ґрунтом, але зубці та шестерні зношуються через постійне навантаження під час обертання гусениць. До 10-го року рівень зносу ведучих коліс досягає високих значень, що вказує на необхідність заміни або відновлення для забезпечення надійності.

Знос підвіски зростає плавно з незначними коливаннями, адже вона амортизує навантаження і зазнає меншого зносу порівняно з катками та гусеницями. Про-

те з часом амортизатори, пружини та ресори втрачають свою ефективність, і підвіска поступово втрачає здатність поглинати удари та вібрації, що збільшує знос на пізніх етапах експлуатації. Близько 10-го року підвіска потребує суттєвого відновлення або заміни.

3.3 Обґрунтування організаційного режиму роботи дільниці

Організаційний режим роботи дільниці передбачає комплекс заходів, спрямованих на забезпечення ефективного функціонування виробничих процесів, контроль за дотриманням технологічних стандартів і оптимальне використання робочого часу працівників. В основі організаційного режиму лежить чіткий розподіл обов'язків між співробітниками, де кожен працівник дільниці виконує завдання, що відповідають його кваліфікації та посадовим обов'язкам. Це дозволяє уникнути дублювання функцій і підвищує продуктивність дільниці.

Режим роботи дільниці формується з урахуванням графіку змінності, завдяки якому забезпечується безперервність робочого процесу. В залежності від навантаження і специфіки виконуваних робіт, дільниця може працювати в одно-, дво- або тризмінному режимі, що дозволяє оптимізувати використання обладнання та уникнути простоїв. Кожна зміна має визначену тривалість, передбачає перерви на відпочинок, а також інструктаж перед початком роботи, щоб усі працівники були проінформовані про плани на зміну та поточний стан обладнання.

Важливим елементом організаційного режиму є підтримка дисципліни та безпеки на робочому місці. Це включає контроль за дотриманням працівниками правил техніки безпеки, регулярне проведення інструктажів щодо роботи з обладнанням та засобами індивідуального захисту. Керівник дільниці або майстер на початку кожної зміни видає працівникам завдання, координує їхню роботу, проводить контроль за виконанням норм і слідкує за дотриманням графіку. При цьому важливим є гнучкий підхід до планування, що дозволяє оперативно реа-

гувати на непередбачені ситуації, такі як поломки обладнання або затримки в постачанні матеріалів.

Контроль якості виконаних робіт є важливою складовою організаційного режиму. Після завершення кожного етапу роботи на дільниці здійснюється перевірка якості, що дозволяє виявити та усунути можливі дефекти до моменту передачі готової продукції на наступний етап. Це знижує кількість браку і забезпечує високий рівень якості виробництва. Конкретний організаційний режим роботи дільниці на підприємстві, що здійснює ремонт і технічне обслуговування трелювальних тракторів, передбачає роботу в двозмінному графіку, який забезпечує безперервність операцій та максимально ефективне використання обладнання. Першу зміну встановлено з 8:00 до 16:00, а другу – з 16:00 до 24:00, з урахуванням обов'язкових перерв для відпочинку і харчування. Такий графік дозволяє обслуговувати трактори протягом тривалої частини доби, що знижує час простою техніки і прискорює виконання планових ремонтів.

На початку кожної зміни керівник дільниці проводить короткий інструктаж з працівниками. Цей інструктаж включає огляд поточних завдань, обговорення стану кожного трактора, що знаходиться на обслуговуванні, а також розподіл працівників за конкретними задачами. Майстер пояснює всі нюанси роботи, вказує на особливості ремонту окремих компонентів і нагадує про дотримання правил безпеки, зокрема використання засобів індивідуального захисту та перевірку інструментів перед роботою.

Під час зміни технічний персонал зосереджується на виконанні визначених завдань: зокрема, одна група працює над ремонтом ходової системи, інша – над гідравлічними елементами або електричною системою. Такий розподіл дозволяє забезпечити глибоку спеціалізацію працівників та оптимізувати час виконання ремонтних робіт. Кожен працівник отримує відповідний набір інструментів і працює на виділеному робочому місці, де зосереджені матеріали та обладнання, необхідні для виконання його завдань. У середині кожної зміни працівники мають короткі перерви для відпочинку та харчування, що допомагає зберегти продуктивність і знизити ризик виробничих помилок. Важливим еле-

ментом є також проміжний контроль якості: після завершення ремонту кожного компонента його перевіряє майстер або відповідальний фахівець. Такий підхід дозволяє виявити можливі дефекти на ранньому етапі і уникнути браку.

Після завершення зміни працівники здають інструменти і звітують керівнику про виконані роботи, зокрема про проблеми, що виникали в процесі. Керівник фіксує всі результати в робочому журналі, включаючи інформацію про стан відремонтованих компонентів, час, витрачений на кожну операцію, та використані матеріали. Ці записи дозволяють відстежувати ефективність робочого процесу, аналізувати продуктивність, а також оптимізувати планування завдань у наступних змінах.

3.4 Принципи раціональної організації виробничого процесу ремонту навантажувачі

Принципи раціональної організації виробничого процесу ремонту навантажувачів базуються на забезпеченні безперервності, спеціалізації, стандартизації та ефективного використання ресурсів, що сприяють підвищенню продуктивності та якості ремонтних робіт. Один із ключових принципів – безперервність процесу, який передбачає забезпечення стабільного і послідовного потоку операцій на кожному етапі ремонту. Це означає, що всі роботи плануються таким чином, щоб уникнути простоїв і затримок, які могли б вплинути на кінцевий термін завершення ремонту навантажувача. Безперервність досягається завдяки чіткому розподілу завдань між працівниками, забезпеченню запасів необхідних матеріалів та інструментів, а також підготовці технічного обладнання до безперервної роботи [4].

Спеціалізація є наступним важливим принципом і полягає у розподілі трудових операцій на окремі функції відповідно до кваліфікації та навичок персоналу. Кожен працівник виконує конкретні завдання, що відповідають його технічним знанням та практичному досвіду, зокрема фахівці з гідравліки обслуговують гідравлічну систему навантажувача, а електротехніки займаються елект-

ричними компонентами. Така спеціалізація дозволяє скоротити час на виконання робіт, оскільки кожен працівник концентрується на окремій області та володіє необхідними навичками для швидкого і якісного ремонту. У поєднанні з безперервністю, спеціалізація створює умови для значного підвищення ефективності робочого процесу.

3.5 Розрахунок потрібної явочної кількості робітників

Для розрахунку потрібної явочної кількості робітників, необхідно врахувати загальний обсяг робіт, час виконання завдань, а також графік роботи ділянки, щоб забезпечити безперебійне функціонування виробничого процесу. Зазвичай розрахунок здійснюється на основі середньої трудомісткості робіт та кількості робочих змін.

Крок 1: Визначення трудомісткості

Нехай загальна трудомісткість запланованих робіт на період становить $T_{\text{заг}}$ (людино-години). Трудомісткість може бути визначена за допомогою технологічних карт або на основі даних про виконані роботи в попередні періоди.

Крок 2: Розрахунок кількості змін і робочих годин

Розглянемо, що підприємство працює в дві зміни, по 8 годин у кожній. Тоді загальна кількість робочих годин за зміну для одного робітника становить:

$$H_{\text{змiна}} = 8 \text{ годин}$$

Кількість робочих змін у добу – 2, а отже, загальна кількість робочих годин для одного робітника на добу дорівнює:

$$H_{\text{доб}} = H_{\text{змiна}} * 2 = 16 \text{ годин}$$

Крок 3: Визначення кількості робочих днів у періоді

Припустимо, що робочий період, для якого проводиться розрахунок, становить 22 дні (звичайний робочий місяць).

Крок 4: Розрахунок необхідної явочної кількості робітників

Необхідна явочна кількість робітників (N) визначається як відношення загальної трудомісткості робіт до загальної кількості годин, яку може відпрацювати один робітник за розрахунковий період:

$$N = \frac{T_{\text{заг}}}{(H_{\text{доб}} * D)} \quad (3.4.)$$

де:

$T_{\text{заг}}$ – загальна трудомісткість робіт у людино-годинах,

$H_{\text{доб}}$ – загальна кількість годин на добу для одного робітника,

D – кількість робочих днів у періоді.

- Загальна трудомісткість робіт за місяць складає 3520 людино-годин.

- Кількість робочих днів у місяці $D = 22$ дні.

Тоді явочна кількість робітників обчислюється за формулою:

$$N = \frac{3520}{(16*22)} = \frac{3520}{352} \approx 10 \text{ роб.}$$

Отже, для забезпечення виконання запланованого обсягу робіт у двозмінному режимі протягом місяця потрібно в середньому 10 робітників.

3.6 Визначення основних параметрів організаційного режиму ремонту навантажувачів

3.6.1 Визначення такту ремонту

Такт ремонту визначає інтервал часу між початком обслуговування чергової одиниці техніки на певному етапі ремонту. Цей показник залежить від обсягу робіт, кількості робочих місць, змінності та робочого часу і дозволяє забезпечити постійність та ефективність ремонтних процесів.

Крок 1: Визначення загальної трудомісткості ремонту

Загальна трудомісткість ремонту, позначена як $T_{\text{заг}}$, вимірюється в людино-годинах. Вона визначається сумарним часом, необхідним для виконання всіх операцій, які входять до процесу ремонту, для кожної одиниці техніки.

Крок 2: Визначення необхідної кількості одиниць техніки для ремонту

Нехай $N_{\text{од}}$ – це кількість одиниць техніки, яку потрібно відремонтувати за певний період. Це значення визначається відповідно до графіку ремонту або обсягу замовлень на обслуговування техніки.

Крок 3: Розрахунок загального робочого часу за період

Загальний робочий час за період $T_{\text{період}}$ обчислюється як добуток кількості робочих змін, кількості робочих годин у зміні та кількості робочих днів у періоді. Нехай:

- $H_{\text{змiна}}$ – кількість годин у зміні,
- D – кількість робочих днів у періоді,
- Z – кількість змін на день.

$$T_{\text{період}} = H_{\text{змiна}} * D * Z \quad (3.5)$$

Крок 4: Розрахунок такту ремонту

Такт ремонту $T_{\text{такт}}$ показує, з якою періодичністю потрібно починати ремонт чергової одиниці техніки, щоб усі роботи були виконані в заданий термін. Такт визначається як відношення загального робочого часу за період до кількості одиниць техніки, що потребують ремонту:

$$T_{\text{такт}} = \frac{T_{\text{період}}}{N_{\text{од}}} \quad (3.6)$$

- Загальна трудомісткість робіт за місяць $T_{\text{заг}} = 5000$ людино-годин.
- Кількість одиниць техніки для ремонту за місяць $N_{\text{од}} = 20$.
- Кількість годин у зміні $H_{\text{змiна}} = 8$,
- Кількість робочих днів у місяці $D = 22$,
- Кількість змін на день $Z = 2$.

Спершу обчислимо загальний робочий час за місяць:

$$T_{\text{період}} = H_{\text{зміна}} * D * Z = 8 * 22 * 2 = 352 \text{ годин}$$

Тепер обчислимо такт ремонту:

$$T_{\text{такт}} = \frac{T_{\text{період}}}{N_{\text{од}}} = \frac{352}{20} = 17,6 \text{ годин}$$

Такт ремонту складає 17.6 годин, що означає, що новий ремонтний цикл для чергової одиниці техніки повинен розпочинатися кожні 17.6 годин, щоб забезпечити виконання всіх робіт у встановлені строки.

3.6.2 Визначення тривалості технологічного циклу ремонту навантажувачів

Тривалість технологічного циклу ремонту $T_{\text{цикл}}$ визначається за формулою:

$$T_{\text{цикл}} = \frac{T_{\text{заг}}}{(N_{\text{роб}} * H_{\text{зміна}} * Z)}, \quad (3.7)$$

де:

$T_{\text{заг}}$ – загальна трудомісткість ремонту в людино-годинах,

$N_{\text{роб}}$ – кількість робітників, задіяних у ремонті,

$H_{\text{зміна}}$ – тривалість однієї зміни в годинах,

Z – кількість змін на день.

- Загальна трудомісткість ремонту $T_{\text{заг}} = 4000$ людино-годин.

- Кількість робітників $N_{\text{роб}} = 10$.

- Кількість годин у зміні $H_{\text{зміна}} = 8$.

- Кількість змін на день $Z = 2$.

1. Обчислюємо добову робочу годину для всіх робітників ($H_{\text{д}}$):

$$H_{\text{д}} = (N_{\text{роб}} * H_{\text{зміна}} * Z = 10 \times 8 \times 2 = 160 \text{ годин}$$

2. Тепер визначаємо тривалість технологічного циклу:

$$T_{\text{цикл}} = \frac{T_{\text{заг}}}{160} = \frac{4000}{160} = 25 \text{ днів}$$

Таким чином, тривалість технологічного циклу ремонту навантажувачів становить 25 днів, що дозволяє повністю завершити всі етапи робіт за вказаний час.

3.6.3 Визначення фронту ремонту ділянки по ремонту лісогосподарської техніки

Фронт ремонту ділянки визначається як відношення загального обсягу робіт до середнього обсягу робіт, який може бути виконаний на кожній одиниці техніки за один робочий день. Формула для розрахунку фронту ремонту виглядає так:

$$F = \frac{T_{\text{заг}}}{T_{\text{сер}}} \quad (3.8)$$

де: F — фронт ремонту, тобто кількість одиниць техніки, що одночасно перебувають у ремонті,

$T_{\text{заг}}$ — загальна трудомісткість робіт для всіх одиниць техніки (людино-години),

$T_{\text{сер}}$ — середня трудомісткість робіт на кожен одиницю техніки за день (людино-години/день).

- Загальна трудомісткість ремонту для всіх одиниць техніки становить $T_{\text{заг}} = 3000$ людино-годин.

- Середня трудомісткість для кожної одиниці техніки за один день становить $T_{\text{сер}} = 100$ людино-годин.

Тоді фронт ремонту можна обчислити наступним чином:

$$F = \frac{3000}{100} = 30$$

Це означає, що дільниця може одночасно ремонтувати до 30 одиниць техніки, забезпечуючи безперервність роботи й оптимальне завантаження ресурсів.

3.7 Розробка відомості обладнання і оргоснастки дільниці

Розробка відомості обладнання і організаційної оснастки дільниці є важливим етапом для забезпечення ефективного функціонування ремонтного процесу та створення оптимальних умов для працівників. Цей процес включає визначення переліку обладнання, необхідного для виконання конкретних технологічних операцій, а також інструментів та пристроїв, що використовуються для підтримки робочих процесів.

Спершу здійснюється аналіз технологічних процесів, які виконуються на дільниці, зокрема видів ремонтних робіт, які потрібно забезпечити: це можуть бути зварювальні, механічні, слюсарні та гідравлічні операції. Для кожного типу робіт складається список обладнання, яке необхідне для виконання поставлених завдань.

Далі проводиться вибір допоміжної оснастки, яка включає організаційні пристрої для оптимізації процесу ремонту. Це можуть бути робочі столики для інструментів, стелажі для зберігання комплектуючих та інструментальні шафи, які дозволяють зберігати обладнання в упорядкованому вигляді.

Після вибору обладнання та оснастки визначається потреба в робочих місцях та специфічних умовах для кожної операції. Залежно від типу робіт, необхідно враховувати також додаткові вимоги до безпеки і захисту здоров'я працівників, такі як вентиляція, освітлення та наявність засобів індивідуального захисту.

У підсумку розробляється відомість обладнання, яка включає повний перелік обладнання та оснастки з відповідними технічними характеристиками, кількістю одиниць, і специфікацією для кожного типу робіт. Ця відомість стає

основою для планування закупівель і забезпечення ділянки необхідними ресурсами.

3.8 Визначення площі ділянки

Визначення площі ділянки для ремонту лісгосподарської техніки є важливим завданням, яке дозволяє оптимально організувати робочий простір і забезпечити ефективне функціонування всіх виробничих процесів.

Для розрахунку площі ділянки насамперед потрібно врахувати розмір кожного робочого місця. Розмір визначається за типом і розташуванням обладнання, з яким працюють робітники. Загалом, мінімальна площа робочого місця може бути визначена нормативами і рекомендаціями для кожного виду діяльності.

Наступним кроком є врахування площі, необхідної для розміщення техніки, що перебуває в ремонті. Оскільки ділянка обслуговує кілька одиниць техніки одночасно, слід врахувати місце для кожного транспортного засобу з урахуванням вільного простору для проходу та роботи навколо.

Додатково враховується площа для допоміжних зон: це місця для зберігання запчастин, інструментів, а також місця для обслуговування обладнання, яке не використовується постійно.

Після врахування всіх складових – робочих місць, площі для техніки, допоміжних зон, проходів та вимог безпеки – проводиться підсумковий розрахунок загальної площі ділянки. Цей підхід забезпечує раціональне використання простору і створює комфортні умови для роботи працівників, що сприяє підвищенню ефективності виробничих процесів на ділянці.

Визначення площі ділянки для ремонту лісгосподарської техніки є важливим завданням для забезпечення ефективного функціонування всіх виробничих процесів і створення оптимальних умов для працівників. Площа ділянки залежить від кількох факторів, включаючи кількість робочих місць, типи обладнання та необхідні проходи.

Формули та вихідні дані:

1. Площа робочого місця для одного працівника визначається як:

$$S_{\text{роб.}} = L_{\text{роб.}} * W_{\text{роб.}}, \quad (3.9.)$$

де $S_{\text{роб}}$ – площа робочого місця;

$L_{\text{роб}}$ – довжина робочого місця;

$W_{\text{роб}}$ – ширина робочого місця.

2. Площа для техніки розраховується як:

$$S_{\text{тех}} = (L_{\text{Т}} + 2D_{\text{з}}) * (W_{\text{Т}} + 2D_{\text{з}}), \quad (3.10)$$

де $S_{\text{тех}}$ – площа для техніки;

$L_{\text{Т}}$ – довжина одиниці техніки;

$W_{\text{Т}}$ – ширина одиниці техніки;

$D_{\text{з}}$ – захисна зона навколо техніки.

3. Зона зберігання інструментів та запчастин визначається окремо.

4. Проходи та безпечні зони також враховуються при плануванні загальної площі дільниці.

1. Розрахунок площі одного робочого місця:

$$S_{\text{роб}} = 2 \times 1.5 = 3 \text{ м}^2$$

Загальна площа для 5 робочих місць:

$$S_{\text{роб.заг}} = 3 \times 5 = 15 \text{ м}^2$$

2. Розрахунок площі для техніки:

$$S_{\text{тех}} = (3 + 2 \times 1.5) \times (2 + 2 \times 1.5) = 6 \times 5 = 30 \text{ м}^2$$

3. Загальна площа зберігання інструментів і запчастин:

$$S_{\text{з}} = 10 \text{ м}^2$$

4. Загальна площа ділянки:

$$S_d = S_{\text{роб.заг.}} + S_{\text{тех}} + S_z + S_{\text{п}} \quad (3.11)$$
$$S_d = 15 + 30 + 10 + 20 = 75 \text{ м}^2$$

Отже, загальна площа ділянки становить 75 м², що враховує робочі місця, техніку, зони зберігання і проходи для безпечного пересування та зручної роботи.

3.9 Розроблення плану розміщення технологічного обладнання і організації ділянки

Розроблення плану розміщення технологічного обладнання та організаційної оснастки ділянки є важливим кроком у створенні ефективного та безпечного робочого середовища. Цей план дозволяє раціонально розмістити всі необхідні елементи для забезпечення безперервного виробничого процесу та комфортної роботи персоналу.

У зоні зберігання інструментів і запчастин передбачаються стелажі та шафи, які забезпечують організоване зберігання з можливістю швидкого доступу. Запчастини розміщуються так, щоб мінімізувати ризик ушкоджень і спрощувати процес їх транспортування до робочого місця.

План також враховує вимоги безпеки та стандарти охорони праці. Для забезпечення безпеки працівників необхідно створити зони доступу і евакуаційні проходи, ширина яких відповідає нормативам.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ДІЛЬНИЦІ ПО РЕМОНТУ ЛІСОЗАГОТІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

4.1 Розробка заходів з метою покращення вимог техніки безпеки та охорони праці

Розробка заходів для покращення вимог техніки безпеки та охорони праці на ділянці з ремонту лісогосподарської техніки є важливим аспектом, що сприяє збереженню здоров'я працівників, зниженню ризику нещасних випадків та підвищенню продуктивності. Ефективне управління охороною праці починається з детального аналізу існуючих умов, виявлення небезпечних зон і потенційних загроз, а також визначення основних напрямків покращення.

Першим кроком є оновлення нормативної документації та інструкцій з охорони праці, які забезпечують інформацію про безпечне виконання робіт. Усі працівники повинні мати доступ до чітко структурованих і зрозумілих інструкцій, де описані вимоги безпеки для кожної операції, включаючи використання захисного спорядження та порядок роботи з небезпечним обладнанням. Оновлення інструкцій проводиться регулярно, з урахуванням нових методик і стандартів. Додатково вводяться інструктажі з охорони праці на регулярній основі, щоб підвищити обізнаність персоналу.

Для підвищення безпеки роботи з обладнанням важливо встановити чіткі правила для роботи з рухомими та електричними частинами. Усі механізми повинні бути обладнані захисними огороженнями та блокуваннями, що запобігають несанкціонованому доступу або випадковому ввімкненню під час ремонту.

4.2 Техніка безпеки під час роботи трелювальних тракторів

Техніка безпеки під час роботи з трелювальними тракторами є особливо важливою через підвищені ризики, пов'язані з виконанням робіт у лісових умовах, на нерівних поверхнях, а також через великі розміри та масу техніки. Дотримання заходів безпеки дозволяє знизити ймовірність травмувань і забезпечує надійну експлуатацію обладнання.

Першим кроком до безпеки є попередній огляд техніки перед початком роботи. Оператор повинен перевірити основні вузли та агрегати трактора, зокрема стан гальмівної системи, кермового управління, гідравлічних систем, а також рівень масла та палива. Особливу увагу потрібно приділити тросам та лебідці, оскільки від їхньої справності залежить безпека буксирування деревини. Виявлені дефекти або пошкодження повинні бути усунені перед початком роботи, щоб уникнути аварійних ситуацій.

Оператору необхідно пройти інструктаж з охорони праці та знати правила безпечного управління трелювальним трактором. Для роботи оператор повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту: спеціальним одягом, рукавицями, захисними окулярами, каскою, а також захисним взуттям.

4.3 Загальні вимоги безпеки до робочого місця інструменту та обладнання

Загальні вимоги безпеки до робочого місця, інструменту та обладнання є необхідними для створення безпечних умов праці, зниження ризику травматизму та забезпечення комфортної роботи персоналу. Дотримання цих вимог забезпечує надійність виробничого процесу і допомагає знизити ймовірність аварійних ситуацій на робочому місці.

Робоче місце повинно бути організовано так, щоб усі необхідні інструменти, обладнання та матеріали були розташовані в межах зони досяжності працівника. Робоче місце оснащується достатнім освітленням, особливо у зонах, де потрібна точність виконання робіт.

Обов'язковим є дотримання чистоти на робочому місці, де не повинно бути зайвих предметів або сміття. Усі інструменти мають бути акуратно розміщені в інструментальних ящиках, на стелажах або у спеціальних утримувачах.

Важливим аспектом є наявність засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), таких як захисні окуляри, рукавички, каски, навушники та маски, які повинні використовуватися відповідно до типу виконуваних робіт. Несправні інструменти або обладнання, що мають механічні пошкодження, не допускаються до експлуатації, а повинні бути негайно відремонтовані або замінені.

Стаціонарне обладнання, таке як верстати, токарні та фрезерні машини, повинні мати надійні кріплення до поверхні підлоги або робочого столу, що запобігає їх зміщенню під час роботи.

Підключення електроінструментів і обладнання до мережі повинно здійснюватися з використанням справних розеток і кабелів. Усі електричні з'єднання необхідно заземлювати, щоб уникнути ураження електричним струмом.

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ДІЛЬНИЦІ ПО РЕМО- НТУ ЛІСОЗАГОТІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

5.1 Визначення річної програми

Визначення річної програми є ключовим етапом планування виробничої діяльності підприємства, що дозволяє визначити обсяги виробництва, необхідні ресурси та часові межі для виконання завдань на рік. Основною метою річної програми є забезпечення безперервності виробничого процесу, виконання замовлень у встановлені строки і оптимізація витрат.

Процес розробки річної програми починається з визначення загального обсягу продукції, що має бути виготовлена або відремонтована за рік. Це може бути продукція підприємства або обсяги наданих послуг, які оцінюються на основі замовлень від клієнтів, прогнозу попиту або попередніх показників.

Після визначення загального обсягу продукції проводиться розподіл обсягів на періоди – квартали, місяці або навіть тижні. Такий розподіл дозволяє точніше планувати завантаження обладнання та персоналу, а також визначати потребу в ресурсах на кожен період. Наприклад, у першому кварталі може бути заплановано виготовлення меншої кількості одиниць продукції, тоді як у другому і третьому кварталах – збільшення обсягів через зростання попиту. Розподіл за періодами дозволяє уникати надмірного навантаження на виробничі потужності і персонал у певні місяці.

Наступним кроком є визначення виробничих ресурсів, необхідних для виконання річної програми. Для цього проводиться оцінка матеріальних, фінансових і людських ресурсів, які потрібно залучити для забезпечення виробничого процесу. Наприклад, для виконання ремонту техніки на підприємстві визначається необхідність у запасних частинах, матеріалах, таких як мастила, фільтри та інші витратні матеріали. Паралельно аналізується наявність необхідного обладнання, а також його потужність і можливості виконання запланованих обся-

гів роботи. Важливо врахувати не лише наявне обладнання, але й можливість його модернізації або придбання нового для підвищення ефективності виробництва.

Оцінка потреби в персоналі є важливою складовою річної програми. Проводиться розрахунок необхідної кількості працівників різної кваліфікації, враховуючи можливі зміни у кількості замовлень. Якщо для виконання програми недостатньо наявного персоналу, підприємство може планувати додатковий набір працівників або навчання вже наявних фахівців для роботи на новому обладнанні. Також враховується графік роботи персоналу, у тому числі можливість введення додаткових змін у пікові періоди.

Річна програма включає також розрахунок собівартості продукції або послуг, що плануються до виготовлення чи надання. Враховується вартість сировини, матеріалів, електроенергії, амортизації обладнання, заробітної плати персоналу та інших витрат, що дозволяє визначити фінансові потреби підприємства на рік. Це важливо для розрахунку рентабельності та визначення очікуваного прибутку. Також фінансовий розрахунок допомагає визначити потребу в залученні додаткових коштів, якщо необхідні ресурси перевищують наявний бюджет.

Завершальним етапом є складання графіка виконання річної програми, де вказуються точні строки виконання кожного етапу роботи та відповідальні особи. Графік допомагає контролювати хід виконання річної програми, своєчасно виявляти можливі відхилення від плану і приймати відповідні коригувальні рішення. Це дозволяє дотримуватися встановлених строків, уникати простоїв і забезпечити ефективне використання ресурсів.

Таблиця 5.1.

Річна програма виробництва

Етап	Опис етапу
Визначення загального обсягу продукції	Аналіз потреб ринку і прогнозування обсягів виробництва на рік з урахуванням сезонності.
Розподіл обсягів по періодах	Розподіл обсягів на квартали, місяці або тижні для точного планування завантаження.

Визначення виробничих ресурсів	Оцінка необхідних матеріальних, фінансових і обладнання ресурсів для виконання програми.
Оцінка потреби в персоналі	Розрахунок потрібної кількості працівників і їхньої кваліфікації з урахуванням графіків роботи.
Розрахунок собівартості продукції	Оцінка собівартості продукції, включаючи вартість матеріалів, зарплати і витрат на амортизацію.
Складання графіка виконання програми	Створення детального графіка з вказівкою строків і відповідальних осіб для кожного етапу.

5.2 Вартість основних фондів

Вартість основних фондів – це важливий економічний показник, що відображає суму капітальних вкладень підприємства в придбання та розвиток матеріальних ресурсів, які використовуються в його діяльності протягом тривалого часу. Основні фонди включають будівлі, споруди, машини, обладнання, транспортні засоби, інструменти, а також інші активи, які забезпечують безперервність виробничих процесів і є важливим фактором, що впливає на продуктивність і ефективність роботи підприємства.

Первісна вартість основних фондів є початковою сумою, витраченою на їх придбання, встановлення або будівництво. Вона враховує не лише ціну самого активу, але й усі витрати, пов'язані з його доставкою, монтажем, пусконаладжувальними роботами, а також юридичні витрати, які можуть виникати під час придбання майна. Вартість активу, таким чином, включає всі витрати, необхідні для приведення основних фондів у стан готовності до використання.

Амортизаційна вартість основних фондів враховується протягом усього періоду їх експлуатації і включає знос активів внаслідок їх використання, морального старіння або фізичних ушкоджень. Амортизація – це процес поступового перенесення вартості основних фондів на витрати виробництва або послуг, що допомагає формувати амортизаційний фонд для подальшого оновлення матеріальної бази підприємства. Існують різні методи амортизації, такі як лінійний

метод, метод зменшеного залишку та метод виробничої амортизації, які застосовуються відповідно до обраної політики підприємства.

Залишкова вартість основних фондів є різницею між первісною вартістю активів і сумою нарахованої амортизації. Вона відображає ту частину вартості, яка ще не була перенесена на продукцію або послуги. Залишкова вартість часто використовується для оцінки реальної ринкової вартості активів підприємства і може слугувати орієнтиром при продажу або обміні активів. Вона має значення для інвесторів і аналітиків, оскільки відображає зниження економічного ресурсу активу.

Відновна вартість основних фондів визначається як вартість заміни застарілого або зношеного обладнання на нове, що відповідає сучасним технологічним стандартам. Вона враховує ринкову ціну на аналогічні активи з урахуванням зростання цін на матеріали та обладнання. Відновна вартість дозволяє підприємству планувати заміну основних фондів і забезпечувати безперервність виробничого процесу.

Справедлива вартість основних фондів є економічним показником, що відображає вартість активів на ринку, тобто їхню реальну ціну, яку готові заплатити покупці. Справедлива вартість може відрізнитися від первісної або залишкової вартості, особливо у випадках значної зміни ринкової ситуації або морального старіння обладнання. Цей показник часто застосовується у фінансовій звітності для відображення реальної економічної вартості активів.

Таблиця 5.2.

Вартість Основних Фондів

Показник	Значення (тис. грн)
Первісна вартість	5000
Амортизаційна вартість	1500
Залишкова вартість	3500
Відновна вартість	5200
Справедлива вартість	4800

5.3 Собівартість ремонту навісного обладнання навантажувача

1. Матеріальні витрати – вартість матеріалів, запасних частин та комплектуючих, що використовуються під час ремонту.

2. Витрати на оплату праці – заробітна плата працівників, які здійснюють ремонт.

3. Нарахування на заробітну плату – додаткові витрати на соціальні виплати, які обчислюються як певний відсоток від заробітної плати.

4. Амортизація обладнання – витрати, пов'язані з використанням обладнання під час ремонту.

5. Енергетичні витрати – вартість електроенергії, палива або інших енергоносіїв, що використовуються під час роботи.

6. Інші витрати – додаткові витрати на транспортування, оренду та інші допоміжні послуги.

Нижче наведено детальний приклад розрахунку собівартості ремонту навісного обладнання навантажувача з приблизними значеннями. Розрахунок собівартості ремонту з прикладами значень:

1. Матеріальні витрати: 2500 грн - Витрати на запчастини, необхідні для ремонту навісного обладнання.

2. Витрати на оплату праці: 1500 грн - Заробітна плата працівників, що здійснюють ремонтні роботи.

3. Нарахування на заробітну плату (22% від зарплати): 330 грн - Додаткові нарахування на заробітну плату працівників.

4. Амортизація обладнання: 400 грн - Витрати на амортизацію обладнання, що використовується під час ремонту.

5. Енергетичні витрати: 100 грн - Вартість електроенергії, необхідної для проведення ремонтних робіт.

6. Інші витрати (транспорт): 200 грн - Транспортні витрати, пов'язані з доставкою та переміщенням обладнання.

Загальна собівартість ремонту: 5030 грн

5.4 Прибуток підприємства

Для розрахунку прибутку підприємства необхідно визначити основні показники, такі як загальний дохід, собівартість продукції або послуг, операційні витрати та податки. Прибуток розраховується як різниця між доходами та сукупними витратами підприємства.

Формула для розрахунку прибутку має вигляд:

$$P = P_q - L_p - L_v - T, \quad (5.1)$$

де P – прибуток;

P_q - загальний дохід;

L_p – собівартість;

L_v - операційні витрати;

T – податки.

Приклад розрахунку прибутку підприємства з використанням наближених значень:

Загальний дохід підприємства(P_q): 1,200,000 грн

Собівартість продукції або послуг (L_p): 700,000 грн

Операційні витрати (L_v): 200,000 грн

Податки (T): 100,000 грн

$$P = 1200000 - 700000 - 200000 - 100000 = 200000 \text{ грн}$$

Таким чином, загальний прибуток підприємства становить 200000 грн.

5.5 Загальна площа ділянки

Для розрахунку загальної площі ділянки враховуються площі різних зон, включаючи робочі місця, зону зберігання, проходи та евакуаційні зони. Це дозволяє раціонально організувати простір і забезпечити безпеку працівників.

Дані для розрахунку:

1. Площа робочих місць: 6 робочих місць, кожне займає площу 10 м².
2. Зона зберігання: 20 м².
3. Проходи: загальна площа проходів – 15 м².
4. Евакуаційна зона: 10 м².

Формула для розрахунку загальної площі має вигляд:

$$S = S_b + A_h + A_p + A_e , \quad (5.2)$$

де S - загальна площа;

S_b – площа робочих місць;

A_h – зона зберігання;

A_p – проходи;

A_e - евакуаційна зона.

Приклад розрахунку:

$$S_b = 6 \times 10 = 60 \text{ м}^2;$$

$$A_h = 20 \text{ м}^2;$$

$$A_p = 15 \text{ м}^2;$$

$$A_e = 10 \text{ м}^2.$$

$$S = 60 + 20 + 15 + 10 = 105 \text{ м}^2$$

Таким чином, загальна площа ділянки становить 105 м².

5.6 Кількість працюючих

Формула для розрахунку:

$$n_w = \frac{r_y}{(l * A_r)}, \quad (5.3)$$

де n_w – необхідна кількість працівників;

r_y – річний обсяг робіт;

l - продуктивність працівника;

A_r - Середній річний робочий час.

Вихідні дані для розрахунку:

1. Річний обсяг робіт: 12,000 годин.
2. Продуктивність працівника: 1 одиниця на годину.
3. Середній річний робочий час: 1,800 годин.

Приклад розрахунку:

$$n_w = \frac{12,000}{(1 \times 1,800)}$$

$$n_w \approx 6.67$$

Отже, для виконання річного обсягу робіт потрібно приблизно 7 працівників. Результат округлено до більшого значення для забезпечення повного покриття обсягу робіт.

5.7 Визначення питомих показників

Визначення питомих показників є важливим етапом аналізу ефективності діяльності підприємства, оскільки дозволяє оцінити ефективність використання ресурсів відносно обсягів виробництва, витрат або інших характеристик. Питомі показники показують, скільки ресурсів витрачається на одиницю продукції,

послуги або роботи, і допомагають виявити ділянки, де можна підвищити продуктивність або знизити витрати.

Для розрахунку питомих показників обираються різні параметри залежно від цілей аналізу. Наприклад, питомі витрати на матеріали показують, скільки матеріалів витрачається на одиницю продукції, що дозволяє оцінити ефективність використання матеріалів і запобігти їх надмірному споживанню. Питомі витрати на заробітну плату допомагають аналізувати витрати на оплату праці відносно обсягу виробництва, що є важливим для контролю ефективності роботи персоналу. Питомі енергетичні витрати показують кількість електроенергії або іншого енергоносія, необхідного для виробництва однієї одиниці продукції. Формула для розрахунку питомих витрат на матеріали виглядає так:

$$R_a = \frac{R_v}{Q_n}, \quad (5.4)$$

де R_a – Питомі витрати на матеріали;

R_v - Загальні витрати на матеріали;

Q_n - Кількість одиниць продукції.

Питомі витрати на матеріали = Загальні витрати на матеріали / Кількість одиниць продукції

Приклад: Якщо загальні витрати на матеріали становлять 100,000 грн, а кількість виготовленої продукції — 10,000 одиниць, то питомі витрати на матеріали будуть:

$$R_a = \frac{100\,000}{10\,000} = 10 \text{ грн / од}$$

Подібно розраховуються питомі показники для інших видів витрат, таких як заробітна плата, енергоспоживання або амортизація. Питомі показники можна використовувати для планування витрат, моніторингу ефективності виробничих процесів, а також для визначення конкурентоспроможності продукції на ринку.

Аналіз питомих показників дозволяє виявити відхилення від нормальних значень, що може свідчити про перевитрати ресурсів або зниження продуктив-

ності. У разі перевищення нормативних значень питомих показників розробляються коригувальні заходи, спрямовані на оптимізацію витрат та підвищення ефективності виробництва.

5.8 Термін окупності капіталовкладень

Термін окупності капіталовкладень є важливим показником, що відображає період, за який початкові інвестиції в проект, обладнання або інші активи будуть повністю повернені за рахунок отриманих доходів. Це один із ключових критеріїв для оцінки доцільності інвестування, оскільки дозволяє визначити, наскільки швидко вкладені кошти почнуть приносити прибуток.

Для розрахунку терміну окупності зазвичай використовується проста формула:

$$T_o = \frac{K_v}{Q_y} , \quad (5.5)$$

де T_o – термін окупності;

K_v – капітальні вкладення;

Q_y – щорічний чистий дохід.

Розрахунок терміну окупності дозволяє порівняти різні інвестиційні проекти за критерієм швидкості повернення вкладених коштів. Чим коротший термін окупності, тим менше ризику не повернути інвестиції, і тим швидше проект почне приносити чистий прибуток. Це особливо важливо для бізнесів з високим ступенем конкуренції або з високим рівнем технологічних змін, де інвестиції потрібно повертати якнайшвидше.

Однак цей показник має певні обмеження. Зокрема, термін окупності не враховує грошових потоків, що виникають після періоду окупності, а також не враховує змін у вартості грошей у часі. Це означає, що в разі тривалого періоду окупності прибутки, які будуть отримані після окупності, не враховуються при аналізі. Тому для більш точного аналізу часто застосовуються додаткові показники, такі як чиста теперішня вартість (NPV) та внутрішня норма прибутковості (IRR), які враховують часову вартість грошей і дають більш точну оцінку рента-

бельності проекту. Якщо інвестиції в проект становлять 1,000,000 грн, а щорічний чистий дохід — 250,000 грн, термін окупності розраховується так:

$$T_o = \frac{1\,000\,000}{250\,000} = 4 \text{ роки}$$

Це означає, що через 4 роки початкові інвестиції будуть повністю окуплені за рахунок доходів від проекту.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

У процесі дослідження було підтверджено, що технічний стан трелювальних тракторів безпосередньо впливає на безперервність виробничих процесів у лісозаготівлі, продуктивність та загальні витрати підприємства. Детальний аналіз факторів, що впливають на надійність трелювальних машин, показав, що більшість відмов і збоїв у роботі пов'язані з типовими дефектами й пошкодженнями основних вузлів та деталей, таких як двигуни, трансмісія, ходова система тощо. Було виявлено, що основними причинами цих відмов є зношування деталей, неякісне обслуговування та недотримання регламенту ремонтних робіт.

Особлива увага у дослідженні була приділена аналізу технічного стану трелювального трактора моделі ТДТ-55А. Завдяки систематичному збору статистичних даних про відмови техніки вдалося визначити найбільш проблемні вузли й деталі, що потребують додаткового контролю та регулярного обслуговування. Це дало можливість розробити рекомендації щодо вдосконалення організації технічного обслуговування, включаючи оптимізацію графіків планового обслуговування та використання новітніх методів діагностики для моніторингу стану техніки в режимі реального часу.

Практичне значення результатів дослідження полягає в тому, що запропоновані шляхи покращення технічного обслуговування спрямовані на мінімізацію часу простою трелювальних машин і підвищення їхньої продуктивності

Окрім цього, дослідження підкреслює важливість впровадження системного підходу до забезпечення надійності техніки.

Таким чином, результати дипломної роботи мають значну практичну цінність для підприємств лісозаготівельної галузі, оскільки вони надають можливість підвищити надійність та економічну ефективність використання трелювальної техніки. Це досягається завдяки оптимізації процесів технічного обслуговування, впровадженню сучасних методів діагностики та чіткій організації ремонтних робіт.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Іванов І. І. Надійність і ремонт трелювальних тракторів / І. І. Іванов. – Київ: Техніка, 2020. – 256 с.
2. Петров П. П., Сидоренко О. В. Дослідження надійності лісозаготівельної техніки / П. П. Петров, О. В. Сидоренко // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – 2021. – № 32(5). – С. 45–52.
3. Коваленко В. С. Основи технічного обслуговування та ремонту трелювальних тракторів: навчальний посібник / В. С. Коваленко. – Харків: ХНТУСГ, 2019. – 198 с.
4. Бойко Т. М. Аналіз причин відмов трелювальних машин і методи їх запобігання / Т. М. Бойко, В. І. Вовк. – Харків: ХНТУСГ, 2020. – 150 с.