

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет _____ конструювання та дизайну _____

УДК 681.533.-027.45

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
надійності техніки
(назва кафедри)

доц. _____ Новицький А.В.
(підпис) (ПІБ)
— ” _____ 2023 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на «Оцінка технічного стану та удосконалення технології відновлення
корпусів гідророзподільників»**

Спеціальність _____ 133 - «Галузеве машинобудування» _____
(код і назва)

Спеціалізація _____ - _____

Магістерська програма «Основи лісового комплексу» _____
(назва)

Орієнтація освітньої програми _____ освітньо-професійна _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

_____ К.Т.Н., доц. _____ Новицький А.В.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівники магістерської роботи

К.Т.Н., доцент _____ Новицький А. В.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ керівника)

Виконав _____ Тарасенко А.С.
(підпис) (ПІБ студента)

КИЇВ – 2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ

І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри надійності техніки

К.Т.Н., доцент Новицький А.В.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)
— ” — 20__ року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА

Тарасенку Андрію Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(код і назва)

Спеціалізація _____

(назва)

Магістерська програма «Технічний сервіс машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи **«Підвищення надійності механізмів комбайна
«Скіф в умовах експлуатації резервуванням»**

затверджена наказом ректора НУБіПУ від «28»03.2023 р. №463 «С»

2. Термін подання завершеної роботи на кафедру 11.11.2023 р.

(рік, місяць, число)

2. 2.1 Структурна надійність зернозбирального комбайна 2.2 Забезпечення
надійності зернозбирального комбайна структурним резервуванням 2.3
Забезпечення надійності зернозбирального комбайна інформаційним
резервуванням

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) 3.1 Методика проведення експериментальних досліджень

3.2 Методика оцінки основних видів пошкоджень деталей зернозбирального
комбайна 3.3 Методика обробки експериментальних випробувань

4. Результати досліджень надійності зернозбирального комбайна 4.1. Результати оцінки пошкоджень деталей механізму. 4.2. Дослідження напрацювання між відмовою 4.3 Результат досліджень відмов комбайна 4.4 Результати і впровадження досліджень. Висновки

Дата видачі завдання «22» жовтня 2022 р.

Керівники магістерської роботи _____ Новицький А.В
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ Тарасенко .А.С
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

Зміст

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1.....	
1.1. Аналіз виробничої діяльності «Білоцерківського ЛГ» ДП «Ліси України».....	7
1.2. Перспективи розвитку використання телескопічних навантажувачів у лісовому господарстві.....	9
1.3. Особливості умов експлуатації навантажувачів.....	16
1.4. Характерні пошкодження деталей навантажувачів.....	23
1.5. Аналіз способів та засобів забезпечення працездатності навантажувачів.....	26
РОЗДІЛ 2. Аналітичні дослідження надійності навантажувача.....	29
2.1 Аналіз надійності навантажувача типу як складної технічної системи..	29
2.2 Структурний аналіз надійності підсистеми робоче обладнання.....	33
2.3 Структурний аналіз підсистеми "Ходова система".....	38
2.4 Управління надійністю навантажувача.....	42
РОЗДІЛ 3 .Програма і ракометодика досліджень.....	46
3.1 Розробка схеми і послідовності рнн не експериментальних досліджень.....	46
3.2 Розробка програми випробування навантажувачів на безвідмовність і ремонтпридатність.....	48
3.3 Розробка плану випробувань на збереженість.....	51
РОЗДІЛ 4. Програма і ракометодика досліджень.....	56
4.1 Розробка схеми і послідовності рнн не експериментальних досліджень.....	56
4.2 Розробка програми випробування навантажувачів на безвідмовність і ремонтпридатність.....	62
Висновок.....	72

ВСТУП

У сучасній лісовій промисловості навантажувачі відіграють важливу роль, забезпечуючи ефективність та продуктивність при виконанні складних операцій з транспортування й обробки деревини. Проте інтенсивна експлуатація техніки у важких умовах призводить до зношування деталей і вузлів, що безпосередньо впливає на працездатність і надійність навантажувачів. Відмова обладнання під час лісозаготівельних робіт може призвести до значних фінансових втрат і збільшення тривалості виконання завдань. Тому питання контролю технічного стану та забезпечення безперебійної роботи навантажувачів набуває особливої актуальності.

Метою даного дослідження є аналіз технічного стану навантажувачів, розробка методів для своєчасного діагностування можливих несправностей і визначення підходів до підтримки їх працездатності. Особлива увага приділяється вивченню сучасних методів технічного обслуговування та ремонту, а також організації робіт із підтримки ефективної роботи навісного обладнання, яке широко використовується у лісовій галузі. Розглядаються також підходи до оптимізації витрат на технічне обслуговування, що дозволяє підвищити економічну доцільність експлуатації навантажувачів та продовжити термін їх служби.

Таким чином, дослідження технічного стану та забезпечення працездатності навантажувачів є важливим аспектом для підтримки стабільної роботи підприємств, які спеціалізуються на лісозаготівельній діяльності. Це дозволяє зменшити ризик зупинок у виробничому процесі та забезпечити високу якість виконання лісогосподарських операцій.

РОЗДІЛ 1. СТАН ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДПРИЄМСТВ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ НАВАНТАЖУВАЧАМИ

1.1 Аналіз виробничої діяльності «Білоцерківського ЛГ» ДП «Ліси України»»

Державне підприємство «Білоцерківське лісове господарство» має багаторічний досвід управління лісовими ресурсами в Київській області. Його територія включає ліси, які раніше були у приватній власності, але з 1919 року перейшли до державного підпорядкування. Це господарство відповідає за догляд та використання значних лісових угідь, що належать не тільки державі, а й іншим міністерствам і приватним користувачам. Основними породами, які тут зустрічаються, є дуб, сосна, ясен, граб, липа та інші, що утворюють багате біорізноманіття та забезпечують довготривалий ресурс для виробничої діяльності підприємства

Щорічно лісгосп заготовляє близько 65 тисяч кубічних метрів деревини. Виробничі процеси включають рубки головного користування та доглядові, які дозволяють підтримувати здоров'я лісів і забезпечувати необхідну кількість деревини для внутрішнього та зовнішнього ринку. Лісгосп дотримується політики сталого лісокористування: завдяки щорічному приросту лісових насаджень (близько 121,9 тис. куб. м) обсяг вирубок підтримується на рівні 53% від річного приросту, що дозволяє зберегти продуктивність лісів та їх екологічну функцію на довгий час.

Важливим аспектом діяльності лісгоспу є відновлення та захист лісів. Підприємство проводить щорічні посадки дерев на площах до 150 га, що включає догляд за молодими насадженнями та моніторинг їхнього стану. У спеціальних лісових розсадниках вирощується близько 2 млн сіянців щороку, що дає можливість підприємству не тільки відновлювати свої насадження, але й забезпечувати молодими деревами інші господарства та проекти озеленення. Дослідження лісових ділянок дозволяє відслідковувати динаміку розвитку насаджень і оперативно реагувати на зміни.

Крім основної діяльності, лісгосп активно підтримує природоохоронні заходи. Для попередження пожеж створюються мінералізовані смуги, розміщуються інформаційні стенди, які підвищують екологічну обізнаність населення, та проводяться інформаційні кампанії щодо важливості захисту лісів. Це забезпечує додатковий рівень захисту для природних ресурсів і сприяє формуванню відповідального ставлення громадян до навколишнього середовища.

Попри велику кількість позитивних результатів, підприємство стикається з економічними та адміністративними викликами. Незаконна вирубка залишається актуальною проблемою, оскільки попит на деревину постійно зростає. Щоб протидіяти цьому, підприємство впроваджує заходи з моніторингу та контролю, але ці зусилля потребують значних ресурсів. До інших економічних труднощів належать витрати на утримання техніки, інфраструктуру та виплату зарплат, що інколи ускладнює стабільний розвиток.

Загалом, «Білоцерківське лісове господарство» успішно поєднує сталє лісокористування, охорону природи та соціально відповідальну діяльність.



Рис.1.1 Білоцерківське ЛГ

1.2 Аналіз конструкцій та призначення навантажувачів деревини

Телескопічні навантажувачі відкривають нові перспективи для лісового господарства, де ефективність, безпека і зменшення витрат є головними пріоритетами. Використання цієї техніки стає дедалі привабливішим для підприємств, адже такі машини здатні виконувати кілька завдань одночасно, що знижує потребу в залученні додаткових ресурсів і значно скорочує час виконання робіт.

У лісовому господарстві важливо мати техніку, яка може працювати в екстремальних умовах: на болотистих місцевостях, на крутих схилах, у гірських районах чи на ділянках із нерівним рельєфом. Саме тут переваги телескопічних навантажувачів стають очевидними. Завдяки висувній стрілі, вони мають значний діапазон дії, що дозволяє діставати деревину з важкодоступних місць без потреби у додаткових маніпуляціях або під'їздах, які можуть пошкодити ґрунт. Це також знижує ризик утворення треків та шкоди для природного ландшафту.

Ще однією важливою перевагою телескопічних навантажувачів є їхня здатність змінювати функціонал за допомогою різних навісних пристроїв. Наприклад, під час збору деревини можна використовувати захвати для колод, а для переміщення ґрунту чи матеріалів після рубки — ковші або вилки. Це не лише економить кошти, адже одна машина виконує кілька операцій, але й мінімізує час, витрачений на зміну обладнання чи пересадку працівників між різними машинами.

Крім того, використання телескопічних навантажувачів сприяє підвищенню безпеки на робочих місцях. Переміщення важкої деревини — одне з найбільш ризикованих завдань у лісовій промисловості. Завдяки цим навантажувачам, які можуть піднімати та переміщувати важкі колоди на значну висоту, працівникам не доводиться виконувати фізично важку та небезпечну роботу. Це суттєво знижує ризик травм і сприяє створенню більш безпечних умов праці.

Не менш важливою перевагою є економічність у споживанні пального. Сучасні телескопічні навантажувачі оснащені двигунами з високим коефіцієнтом корисної дії, що дозволяє значно знизити витрати на паливо. Це особливо актуально для підприємств, які працюють у віддалених районах, де забезпечення пального може бути обмеженим або дорогим. У сукупності з високою продуктивністю така техніка дозволяє лісовим господарствам не лише зменшити експлуатаційні витрати, а й зробити свій внесок у збереження навколишнього середовища.

Загалом, телескопічні навантажувачі відкривають широкі можливості для оптимізації процесів у лісовій промисловості. Їхня універсальність, здатність адаптуватися до різних завдань та економічність роблять їх цінним активом для підприємств, які прагнуть підвищити ефективність та забезпечити сталий розвиток галузі.

1.3 Аналіз будови, особливості конструкції робочого обладнання навантажувачів деревини

Телескопічні навантажувачі є універсальним обладнанням, яке активно використовується у сільському господарстві, будівництві та лісовому господарстві. Завдяки своїй конструкції вони можуть виконувати широкий спектр завдань: піднімати вантажі на висоту, переміщувати їх у важкодоступні місця, а також працювати з різноманітним навісним обладнанням. На ринку представлено безліч виробників, які пропонують моделі, що відрізняються функціональністю, технічними характеристиками та вартістю.

Одним із лідерів ринку телескопічних навантажувачів є британська компанія JCB. Її моделі, наприклад *Loadall 531-70*, *535-95*, *540-170*, відзначаються високою продуктивністю, надійністю та широкими можливостями для адаптації до різних умов експлуатації. JCB є оптимальним вибором для сільськогосподарських і будівельних завдань.

Французький виробник Manitou спеціалізується на розробці телескопічних навантажувачів для сільського господарства та будівництва.

Моделі, такі як *MLT 737*, *MLT 840*, *MRT 2150*, відрізняються компактністю, маневреністю та простотою в обслуговуванні. Ці навантажувачі ідеально підходять для роботи в обмеженому просторі.

Американська компанія Caterpillar добре відома своєю високоякісною будівельною технікою. Її телескопічні навантажувачі, такі як *TH408D*, *TH3510D*, *TL943D*, забезпечують потужність, високу вантажопідйомність і довговічність у складних умовах експлуатації.

Bobcat пропонує компактні телескопічні навантажувачі, які зручні для роботи на невеликих ділянках. Моделі *TL38.70HF* і *TL30.60* мають просте управління, високу мобільність і можливість використання з різними видами навісного обладнання.

Італійська компанія Merlo відзначається своїми інноваційними рішеннями. Її моделі, такі як *P27.6 Plus* та *P40.17*, мають високу енергоефективність, точність управління та надійність у складних умовах.

New Holland активно використовується в сільському господарстві завдяки економічності та простоті обслуговування своїх моделей. Серед популярних рішень — *LM7.42* і *LM6.32*, які забезпечують оптимальну продуктивність за помірної вартості.

Німецький бренд Liebherr пропонує техніку з високою надійністю та довговічністю. Телескопічні навантажувачі, такі як *T41-7* і *TL436-7*, мають потужні двигуни та сучасні технології, що забезпечують ефективну роботу в будівельній сфері.

Італійський виробник Dieci створює універсальні моделі, які можна використовувати у сільському господарстві, будівництві та інших сферах. Популярні моделі *Zeus 35.10* та *Agri Star 37.7* вирізняються надійністю та високою вантажопідйомністю.

Телескопічні навантажувачі є незамінними помічниками у багатьох галузях завдяки своїй універсальності та функціональності. При виборі техніки необхідно враховувати такі параметри, як вантажопідйомність, висота підйому та специфіка умов експлуатації. Популярні виробники, такі як JCB, Manitou,

Caterpillar та інші, пропонують широкий спектр моделей, здатних задовольнити потреби навіть найвибагливіших користувачів.

Навантажувачі відіграють важливу роль у лісовій промисловості, де потрібна надійна і потужна техніка для транспортування деревини, обробки матеріалів та підйому важких вантажів. Їх застосування сприяє автоматизації та підвищенню ефективності роботи на лісозаготівельних і обробних підприємствах. Розглянемо основні типи навантажувачів, які використовують у лісовій галузі, їх характеристики та специфіку застосування.

Телескопічні навантажувачі є надзвичайно корисними в лісовій промисловості завдяки своїй універсальності та можливості піднімати вантажі на значну висоту. Вони оснащені телескопічною стрілою, яка здатна розсуватися, досягаючи висоти до 20 метрів, що дозволяє здійснювати роботи навіть на крутих схилах або серед дерев. Телескопічні навантажувачі широко застосовуються для транспортування деревини, палет з продукцією та іншого обладнання, а також для складних маневрів у вузьких проходах між деревами. Їхня висока вантажопідйомність, що сягає 6 тонн, дозволяє переміщувати великі обсяги матеріалів, а додаткові навісні пристрої розширюють можливості використання цієї техніки.



рис. 1.1 Телескопічний навантажувач марки JCB 531-70

Фронтальні навантажувачі також є незамінними в лісовій галузі, особливо коли необхідно швидко перевантажувати великі обсяги сипучих матеріалів, таких як кора, тирса або щепи. Завдяки великому передньому ковшу фронтальні навантажувачі здатні переміщувати значні об'єми матеріалів за короткий час, що підвищує продуктивність лісозаготівельних процесів. Висока прохідність, яку забезпечують великі колеса та стійка конструкція, дозволяє фронтальним навантажувачам працювати на нерівних лісових дорогах. Крім того, вони часто використовуються для підготовчих робіт, як-от очищення території від решток деревини або переміщення матеріалів на виробничі площі.



Рис 1.2 Фронтальний навантажувач марки JCB JV29087

Екскаратори-навантажувачі поєднують у собі функції екскаватора та навантажувача, що робить їх універсальним обладнанням для лісової промисловості. Їх особливість полягає у здатності виконувати як земляні, так і вантажні роботи, що особливо корисно в умовах лісу. Задня стріла з екскаваторним ковшем дозволяє викопувати траншеї, вирівнювати ґрунт і прибирати відходи, тоді як передній ковш використовується для завантаження і транспортування матеріалів. Завдяки цьому, екскаватори-навантажувачі ідеально підходять для підготовки лісових ділянок до посадки або вирубки дерев, а також для підготовчих робіт на територіях, де ведеться обробка деревини.



Рис.1.3 Екскатор навантажувач марки JCB RИРРА R930

Навантажувачі з фронтним поворотом є зручним рішенням для лісових складів та обробних підприємств, де простір часто обмежений. Ці машини здатні повертати передню частину, що дозволяє їм розвертатися на місці, забезпечуючи маневреність у вузьких проходах між стелажми або деревами. Вони ідеально підходять для роботи в обмеженому просторі, зокрема на складах, де необхідно швидко і точно переміщувати матеріали. Незважаючи на менші розміри і порівняно меншу вантажопідйомність, ці навантажувачі дуже ефективні для переміщення деревини та інших матеріалів на невеликі відстані. Завдяки своїй компактності вони є оптимальним вибором для підприємств, які займаються обробкою деревини в закритих приміщеннях.



Рис.1.4 Навантажувачі з фронтним поворотом марки JCB Load Control

Фронтально-телескопічні навантажувачі об'єднують переваги фронтальних і телескопічних навантажувачів, що робить їх ідеальними для лісової промисловості, особливо в умовах, де потрібна значна висота підйому та велика вантажопідйомність. Ці машини здатні піднімати вантажі на висоту до 15 метрів, завдяки телескопічній стрілі, і часто використовуються на великих складах або лісозаготівельних ділянках, де необхідно завантажувати продукцію на високі платформи або транспортні засоби. Їхня стійка конструкція та додаткові стабілізатори забезпечують безпеку навіть на нерівних лісових ділянках. Фронтально-телескопічні навантажувачі також використовуються для підготовки лісових ділянок до вирубки або посадки нових дерев, оскільки вони здатні виконувати вантажні роботи на значних висотах.



Рис.1.5 Фронтально-телескопічні навантажувач марки JCB YM39513

Загалом, кожен із цих типів навантажувачів виконує свої специфічні функції та має унікальні характеристики, що робить їх незамінними у лісовій промисловості. Вони забезпечують ефективність, точність і безпеку при виконанні складних лісозаготівельних робіт та операцій з обробки деревини, підвищуючи продуктивність підприємств і спрощуючи робочі процеси на кожному етапі обробки матеріалів.

JCB-Британська компанія JCB є однією з найвідоміших у галузі важкої техніки, а її телескопічні навантажувачі серії Loadall стали класикою. JCB Loadall забезпечують високу стійкість навіть при значному навантаженні, мають різноманітні моделі з вантажопідйомністю до 6 тонн і висотою підйому

до 20 метрів. Вони мають чудову прохідність і комфортну кабіну з відмінною оглядовістю, що робить їх незамінними в складних умовах лісу, де маневреність і стабільність важливі. JCB також робить ставку на екологічні технології, знижуючи рівень шуму та викидів.

Manitou-Французький бренд Manitou добре відомий своєю багатофункціональністю та можливістю адаптації до різних завдань завдяки змінним насадкам і додатковим пристроям. Компанія розробляє техніку спеціально для лісового господарства, сільського господарства й будівництва. Їхні телескопічні навантажувачі мають високу продуктивність, особливо в умовах, де часто доводиться працювати на нерівних ділянках, у вузьких проїздах і серед дерев. Manitou забезпечує висоту підйому до 18 метрів і вантажопідйомність близько 7 тонн, а також додаткові опції, як-от стабілізатори для підвищення безпеки в важких умовах.

Caterpillar-Американський виробник Caterpillar має репутацію бренду, що випускає надзвичайно міцну і продуктивну техніку, яка ідеально підходить для роботи у важких промислових умовах. Телескопічні навантажувачі Caterpillar забезпечують виняткову потужність, їх використовують на будівельних майданчиках і в лісових районах, де потрібна техніка, здатна витримувати інтенсивну експлуатацію. Машини Caterpillar мають вантажопідйомність до 5 тонн і висоту підйому близько 17 метрів. Завдяки стабільній роботі, Caterpillar стає вибором для підприємств, які потребують надійної техніки з великим ресурсом роботи.

Merlo-Італійський бренд Merlo пропонує телескопічні навантажувачі з передовими технологіями управління та чудовою маневреністю. Їхні машини часто використовуються в лісовому господарстві завдяки високій прохідності, малій витраті палива та можливості точного управління. Телескопічні навантажувачі Merlo легко адаптуються до складних рельєфів, а також забезпечують комфорт для оператора завдяки ергономічному дизайну кабіни. Висота підйому досягає 18 метрів, а вантажопідйомність — 5-6 тонн. Вони

також відомі своєю екологічністю, що робить їх ідеальними для підприємств, які прагнуть мінімізувати свій вплив на навколишнє середовище.

Dieci-Італійська компанія Dieci пропонує телескопічні навантажувачі, відомі своєю потужністю та можливістю роботи в найскладніших умовах. Моделі Dieci популярні серед тих, хто працює у важкодоступних районах і шукає техніку, яка може витримувати великі навантаження. Висота підйому у них досягає 20 метрів, а вантажопідйомність — до 6 тонн. Навантажувачі Dieci також оснащені технологіями захисту від перегріву, додатковими амортизаторами для підвищеної стійкості та широким вибором навісного обладнання.

New Holland-Компанія New Holland, відома як провідний виробник сільськогосподарської техніки, також випускає телескопічні навантажувачі, орієнтовані на багатофункціональність і зручність в обслуговуванні. Моделі New Holland підходять для середніх навантажень і робіт у лісовому господарстві. Вони відзначаються простотою управління та ергономічною конструкцією. Їхні навантажувачі мають висоту підйому до 13 метрів і вантажопідйомність до 4-5 тонн, що робить їх доступним і надійним варіантом для невеликих підприємств.

Bobcat-Американський виробник Bobcat спеціалізується на компактній техніці, зокрема й телескопічних навантажувачах, що відзначаються високою потужністю і надійністю. Телескопічні навантажувачі Bobcat ідеальні для робіт на обмеженому просторі, наприклад, у густому лісі чи на складських територіях з обмеженим доступом. Вони не поступаються за витривалістю великим моделям, маючи висоту підйому до 17 метрів і вантажопідйомність до 4 тонн. Крім того, вони відрізняються невеликими розмірами та простотою управління, що робить їх чудовим вибором для виконання делікатних завдань на невеликих підприємствах.

Ці компанії заслужено займають лідируючі позиції у виробництві безпеку, високу прохідність і адаптивність до різних умов роботи, що є важливими вимогами у лісовій та промисловій сферах.

1.4 Робоче обладнання

Звичайно, розпишу ще детальніше. Це дозволить максимально розкрити особливості кожного виду навісного обладнання та його застосування у лісовій промисловості.

Навантажувачі, екскаватори та інша техніка у лісовій галузі стають ефективнішими завдяки використанню навісного обладнання, яке значно розширює функціонал цих машин. Різноманітність навісного обладнання дозволяє техніці виконувати такі завдання, як підйом і транспортування деревини, підготовка ґрунту, обрізка дерев та догляд за лісовими насадженнями. Розглянемо основні види навісного обладнання, їх характеристики та призначення у лісовій промисловості.

Грейферні захвати. Грейфери, або захвати для деревини, – це спеціальні пристрої, призначені для підйому, транспортування та маніпулювання деревиною різних розмірів. Цей вид обладнання зазвичай кріпиться на телескопічні навантажувачі, екскаватори та фронтально-телескопічні машини, забезпечуючи їм можливість безпечно піднімати колоди великого діаметру та довжини. Грейферний захват оснащений потужними захватними "пальцями" або лапами, які можуть охопити та надійно зафіксувати деревину для подальшого переміщення. Такий тип обладнання дозволяє ефективно завантажувати деревину на транспортні засоби, переміщати її на території складу чи лісозаготівельної ділянки. Важливо зазначити, що грейфери мають різні модифікації, призначені для роботи з деревиною різного діаметра та форми, що розширює спектр їх застосування. Використання грейферів значно полегшує завдання на лісозаготівлях, оскільки знижує потребу у фізичній праці та прискорює процес навантаження деревини.



Рис 1.6 Грейферний захват

Лісозаготівельні ножиці та пили є одним із найбільш затребуваних видів навісного обладнання в лісовій галузі, оскільки вони виконують одразу декілька критично важливих функцій. Зокрема, ножиці призначені для зрізання товстих стовбурів і великих гілок, що дозволяє швидко підготувати дерева до подальшого транспортування або обробки. Це обладнання має потужну ріжучу силу завдяки міцним лезам і гідравлічному приводу, який дозволяє техніці справлятися навіть із міцними породами деревини. Водночас ножиці забезпечують чистий і точний зріз, що є важливим при підготовці деревини, а також при догляді за деревами, де важливо уникати зайвих пошкоджень.

Пили, як доповнення до ножиць, особливо ефективні для обробки гілок і підготовки колод до транспортування, забезпечуючи їх подрібнення чи розпил на зручні для перевезення частини. Це обладнання широко використовується не тільки при вирубці, але й у випадках, коли необхідно обрізати гілки дерев вздовж лісових шляхів, запобігаючи їхньому перешкоджанню під час руху техніки. Пили також дозволяють зберегти цінні частини деревини, обрізаючи непотрібні або пошкоджені частини, тим самим підвищуючи якість заготівельного матеріалу. Така функціональність особливо корисна в умовах, коли необхідно заощадити простір для транспортування і знизити вагу вантажу.

У лісозаготівельних умовах ножиці та пили також застосовують для підготовки ділянки під нові посадки. Наприклад, після вирубки старих або пошкоджених дерев ножиці та пили допомагають швидко й ефективно звільнити територію від непотрібної деревини, а також зрізати зайву поросль. Це сприяє створенню сприятливих умов для нових саджанців, що особливо важливо для відновлення лісових масивів. Крім того, це обладнання значно скорочує час і зусилля, необхідні для підготовки ґрунту, полегшуючи роботи з розчищення територій та роблячи лісовідновлювальні проекти більш ефективними.



Рис.1.7 Гідролінійний сикатор

Ковші для сипучих матеріалів. Ковші є універсальним навісним обладнанням для роботи із сипучими матеріалами, яке використовується на фронтальних і екскаваторах-навантажувачах. У лісовій галузі ковші використовуються для переміщення великого обсягу сипучих відходів, таких як кора, тирса, щепи та інші дрібні фракції деревини. Це особливо корисно на обробних підприємствах, де значна кількість відходів утворюється під час розпилювання та первинної обробки деревини. Ковші для сипучих матеріалів можуть мати різні розміри та форми, що дозволяє їм працювати з матеріалами різної щільності та фракції. Наприклад, на великих підприємствах часто використовують ковші з великим об'ємом для економії часу під час транспортування сипучих відходів до місць утилізації чи подальшої обробки.

Ковші також можуть використовуватися для підготовки ґрунту перед посадкою нових дерев, що робить їх важливим обладнанням у процесі відновлення лісових масивів.



Рис.1.8 Ковш загального призначення

Двощелепий ківш є важливим інструментом для навантажувачів, що поєднує функції захоплення, перевертання, бульдозерування та зрізання ґрунту. Він складається з двох рухомих щелеп, які можуть відкриватися та закриватися, дозволяючи краще захоплювати та утримувати матеріали, такі як земля, каміння, гілки або будівельні відходи.

Основна перевага двощелепого ковша – його універсальність. Ківш дозволяє виконувати кілька функцій без необхідності заміни навісного обладнання. Наприклад, він може працювати в режимі захоплення, як грейфер, що зручно при підйомі нестандартних або розсипчастих вантажів. У положенні черпання двощелепий ківш забезпечує більш надійне захоплення і краще заповнення завдяки своїм загостреним ріжучим кромкам, що дозволяє занурюватися у матеріал і легко його піднімати.

Крім того, ківш може виконувати роль бульдозера – нижня щелепа ковша працює як відвал для переміщення ґрунту та вирівнювання поверхні. Це робить

його корисним для швидкого розчищення та підготовки майданчиків. А в режимі скрепера можна регулювати товщину зрізаного шару ґрунту шляхом відкривання щелеп, що особливо зручно для землерийних робіт.

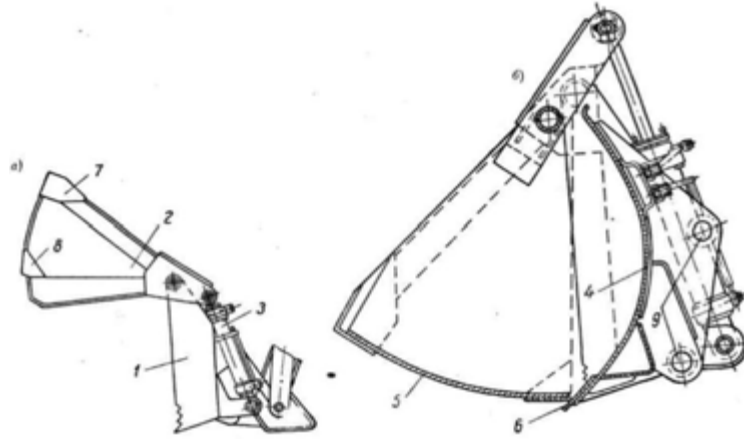


Рис.1.9 Універсальний двощелепний ківш: а – загальний вигляд; б – ківш в розрізі; 1 – нижня щелепа; 2 – верхня щелепа; 3 – гідроциліндри керування щелепами; 4 – відвал нижньої щелепи; 5 – днище верхньої щелепи; 6 – ніж; 7 – передні бічні ріжучі краї; 8 – задні бічні ріжучі краї; 9 – проушини для кріплення ковша до стріли

Платформи для підйому. Це спеціалізоване навісне обладнання, що призначене для підйому робітників на значну висоту для виконання різних завдань у лісі. Платформи для підйому встановлюються на телескопічні або фронтально-телескопічні навантажувачі, що забезпечує їхню стабільність та надійність під час виконання робіт. Такі платформи часто використовуються для обрізки верхніх гілок дерев, проведення оглядових та ремонтних робіт на лісових об'єктах. Завдяки цьому обладнанню робітники можуть безпечно і зручно виконувати завдання на висоті, не ризикуючи своїм здоров'ям. Платформи також часто застосовують у випадках, коли необхідно здійснити огляд або обслуговування високих лісових споруд чи об'єктів, що особливо актуально в лісових зонах з розвинутою інфраструктурою.

Платформи для транспортування вантажів є невід'ємною частиною лісової техніки, яка використовується для переміщення матеріалів та

обладнання на значні відстані в межах лісозаготівельної території. Вони встановлюються на фронтально-телескопічні або фронтальні навантажувачі і дозволяють швидко та ефективно переміщати деревину, інструменти або інші матеріали, необхідні для виконання робіт. Ці платформи особливо корисні для транспортування упакованих блоків деревини, що потребують надійного і стабільного переміщення на обробних ділянках. Крім того, вантажні платформи дозволяють мінімізувати фізичне навантаження на працівників, а також забезпечують швидке й безпечне транспортування важких матеріалів на значні відстані. Це робить їх важливим елементом технічного забезпечення у лісовій промисловості, де часто необхідно переміщувати великі обсяги деревини між різними точками.



Рис.1.10 Платформа для підйому вантажів

Бурове обладнання. Бурові установки, які зазвичай встановлюються на екскаваторах-навантажувачах, є ще одним важливим видом навісного обладнання для лісової галузі. Це обладнання дозволяє здійснювати буріння отворів у ґрунті, що є корисним для посадки нових дерев або встановлення огорож у лісових ділянках. Бурове обладнання може працювати з різними типами ґрунту, включаючи важкі та кам'яні породи, що робить його універсальним інструментом для підготовчих робіт. Завдяки можливості створення отворів необхідного діаметру, бурове обладнання дозволяє швидко підготувати місце для саджанців чи для встановлення огорожі, що значно

прискорює підготовку території. У лісовій промисловості такі установки особливо корисні для відновлення та захисту лісових масивів, оскільки вони дозволяють економити час і зусилля під час виконання великих обсягів робіт.



Рис.1.11 Бур для створення отворів у ґрунті

Таким чином, кожен із цих видів навісного обладнання виконує важливу роль у лісовій промисловості, розширюючи функціональні можливості техніки та дозволяючи підвищити продуктивність і безпеку робіт у складних умовах лісу. Використання такого обладнання сприяє автоматизації лісозаготівельних процесів, знижує потребу у фізичній праці та забезпечує ефективність при обробці великих обсягів деревини, транспортуванні матеріалів і підготовці ґрунту для нових насаджень.

Навісний подрібнювач BMS – це спеціалізоване обладнання, яке кріпиться на телескопічні або фронтальні навантажувачі та призначене для подрібнення деревини, кущів і рослинного матеріалу. Завдяки потужному механізму, він здатен перетворювати деревну масу в дрібну щепу, що є важливим етапом у процесі лісозаготівлі та догляду за лісом. Подрібнювач BMS оснащений міцними лезами та ротором, який здатен обробляти навіть товсті гілки й невеликі стовбури, перетворюючи їх у рівномірну щепу. Це дозволяє не тільки звільнити територію від відходів, але й підготувати

органічний матеріал для подальшого використання, наприклад, як добриво чи матеріал для мульчування.

Подрібнювачі BMS особливо корисні при очищенні лісових територій після основної лісозаготівлі. Після зрізання дерев і обробки стовбурів залишаються гілки, кущі та інший деревний матеріал, який потрібно видалити або перетворити для подальшого застосування. Подрібнювач дозволяє оперативно виконати ці завдання, знижуючи обсяг відходів, які підлягають транспортуванню чи утилізації. Це є економічно вигідним і екологічно корисним, оскільки дрібно подрібнені залишки можуть використовуватися як природне добриво, збагачуючи ґрунт і створюючи сприятливі умови для нових насаджень.



Рис.1.11 Навісний подрібнювач BMS

1.5 Аналіз способів та засобів забезпечення працездатності навантажувачів

Експлуатація навантажувачів у лісовому господарстві має свої особливості, обумовлені специфікою умов, у яких вони використовуються. Лісове господарство часто передбачає роботу на важкодоступних і нерівних територіях, де стабільність і надійність техніки стають ключовими вимогами. Крім того, лісові ділянки можуть мати значний ухил, болотисту або кам'янисту поверхню, що впливає на продуктивність навантажувачів і вимагає

використання спеціалізованих моделей, пристосованих до цих умов. У таких умовах від техніки потрібні потужні приводи і надійні механізми стабілізації для забезпечення стійкості під час роботи з важкими вантажами, особливо на нерівній поверхні.

Особливість лісового господарства полягає в необхідності роботи з різноманітними матеріалами, включаючи деревину, гілки, коріння та ґрунт. Часто навантажувачі використовуються для транспортування великих колод, що потребує високої вантажопідйомності та гнучкості техніки. Телескопічні і фронтально-телескопічні навантажувачі, наприклад, є популярними через свою здатність працювати з важкими вантажами на відстані. Важливо, що телескопічні стріли дозволяють піднімати вантажі на висоту, що є зручним при розвантажувальних роботах або зберіганні деревини. Ці машини повинні мати високу стійкість і маневреність, що дозволяє їм долати різні перешкоди на лісових ділянках.

Крім того, навантажувачі в лісових умовах часто стикаються з інтенсивним зносом. Наявність абразивних матеріалів, таких як пісок, каміння і ґрунт, значно підвищує навантаження на робочі органи та гідравлічні системи. Це вимагає використання компонентів з високим рівнем зносостійкості, зокрема, спеціальних ріжучих кромок і покриттів. Важливо також регулярно проводити технічне обслуговування, щоб уникнути аварійних ситуацій і забезпечити безперебійну роботу техніки. Наприклад, гідравлічні циліндри і блоки управління потребують постійного контролю через високий рівень навантаження, а гідравлічний насос має працювати без збоїв, щоб забезпечувати належний тиск у системі.

Погодні умови також впливають на експлуатацію навантажувачів у лісі. Лісова техніка часто працює у вологому або холодному кліматі, що може спричиняти корозію металевих деталей і знижувати продуктивність гідравлічної системи. В умовах морозів гідравлічне масло загусає, що може уповільнювати роботу циліндрів і знижувати ефективність навантажувача. В таких випадках застосовуються спеціальні морозостійкі мастила і гідравлічні

рідини, які забезпечують нормальну роботу системи навіть при низьких температурах. Для підвищення надійності техніки у вологих умовах деталі навантажувачів часто покривають спеціальними антикорозійними покриттями.

Додатковою особливістю є необхідність дотримання правил безпеки при експлуатації навантажувачів у лісовій промисловості. Робота з важкими вантажами і в умовах обмеженої видимості на лісових ділянках підвищує ризик аварійних ситуацій. Тому кабіна оператора має бути обладнана оглядовими камерами, додатковим освітленням і системами захисту для запобігання травмам. Деякі навантажувачі також оснащуються системами автоматичного контролю за стабільністю машини, що допомагає запобігати перекиданню під час роботи на схилах. Важливо, щоб оператори проходили спеціальне навчання для роботи у важкодоступних умовах, що дозволяє підвищити рівень безпеки і ефективності під час виконання лісових робіт.

Нарешті, слід зазначити, що в лісовій промисловості використовують навісне обладнання, яке також має бути адаптованим до специфічних умов. Наприклад, лісозаготівельні ножиці та пили, якими обладнуються телескопічні і фронтально-телескопічні навантажувачі, повинні мати високу ріжучу здатність і бути виготовленими з міцних матеріалів, здатних витримувати навантаження від щільної деревини. Це обладнання часто використовується для очищення території від небажаної порослі, що є важливим етапом підготовки нових лісонасаджень.

Таким чином, експлуатація навантажувачів у лісовій галузі вимагає спеціальних умов та підходів. Ця техніка повинна мати високу надійність, міцність і маневреність, а також адаптоване обладнання для забезпечення ефективності роботи на важкодоступних ділянках та підвищення безпеки оператора.

Основні марки телескопічних навантажувачів

JCB — британський бренд, відомий як один із провідних виробників будівельної та сільськогосподарської техніки. Компанія пропонує широкий спектр машин, включаючи навантажувачі,

екскаватори та телескопічні навантажувачі. У лісовому господарстві JCB використовується для транспортування деревини, підготовки майданчиків та інших завдань завдяки високій потужності, надійності та універсальності техніки. Їхні машини обладнані інноваційними системами, які підвищують ефективність роботи.

Лісогосподарські рішення JCB часто включають адаптацію телескопічних навантажувачів для маніпуляцій із колодами або обслуговування лісозаготівельних ділянок. Їхня техніка славиться простотою в обслуговуванні та економічністю, що робить її популярною серед підприємств різного масштабу.



Рис.1.12 телескопічних навантажувачів

JCB Loadall 531-70

Manitou MLT 737 – вантажопідйомність 3,7 т, висота підйому 7 м, призначений для сільського господарства.

Manitou — французький бренд, який спеціалізується на виробництві телескопічних навантажувачів, вилкових навантажувачів та підйомників. Техніка Manitou відома своєю маневреністю та адаптивністю до різних умов. У лісовому господарстві телескопічні навантажувачі Manitou застосовуються для завантаження, розвантаження та переміщення

деревини, а також для обслуговування складних ділянок у важкодоступних місцях.

Manitou розробляє моделі з додатковими насадками, такими як грейфери та захвати для колод, що дозволяє швидко адаптувати техніку до потреб лісозаготівельної галузі. Їхні машини забезпечують продуктивність та безпеку навіть у складних умовах.



Рис. 1.12 Manitou MLT 737

Caterpillar (CAT) — американський гігант, відомий виробництвом важкої техніки для будівництва, сільського та лісового господарства. Caterpillar пропонує широкий вибір машин, включаючи лісозаготівельні трактори, колісні навантажувачі та екскаватори. Їхня техніка розроблена для роботи у важких умовах, забезпечуючи потужність, витривалість і високу продуктивність.

У лісовій галузі CAT постачає техніку для валки, сортування та транспортування деревини. Завдяки міцності та інноваційним технологіям, таким як системи автоматизації, Caterpillar дозволяє оптимізувати процеси та мінімізувати витрати.

Caterpillar TH408D – потужна модель із висотою підйому 7,6 м, вантажопідйомність 4 т.



Рис. 1.13 Caterpillar TH408D

1.6 Задачі дослідження технічного стану та забезпечення працездатності навантажувачів в умовах філії лісової філії

Одним із ключових завдань є оцінка технічного стану навантажувачів, які експлуатуються в умовах лісового господарства. Це включає аналіз зносу основних вузлів і систем, зокрема ходової, гідравлічної та робочого обладнання. Важливо встановити, які саме деталі потребують заміни або ремонту, щоб запобігти несподіваним поломкам у процесі роботи.

Ще одне завдання — визначення впливу умов експлуатації на працездатність техніки. Лісове господарство характеризується високими навантаженнями, забрудненням та складним рельєфом, що значно впливає на довговічність навантажувачів. Аналіз цих факторів дозволяє адаптувати технічне обслуговування під конкретні умови.

Підвищення надійності роботи навантажувачів

Наступним завданням є розробка рекомендацій для покращення надійності техніки. Це може включати оптимізацію графіків технічного обслуговування, використання якісних мастильних матеріалів і компонентів, а також впровадження сучасних діагностичних засобів для виявлення несправностей на ранніх стадіях.

Також важливо оцінити ефективність існуючих методів обслуговування і ремонту техніки. Використання передових технологій і сучасного обладнання для діагностики може значно знизити витрати та скоротити час простою техніки.

Забезпечення працездатності навантажувачів

У лісовій галузі працездатність навантажувачів безпосередньо впливає на продуктивність підприємства. Завдання полягає у створенні умов для мінімізації простоїв техніки. Це включає забезпечення безперервного постачання запчастин, налагодження системи ремонту та навчання персоналу з експлуатації та технічного обслуговування навантажувачів.

Крім того, необхідно врахувати специфіку роботи в різні сезони. Наприклад, взимку техніка потребує більш ретельної підготовки через низькі температури, а влітку – через пил та високу температуру повітря. Забезпечення працездатності навантажувачів повинно враховувати ці сезонні фактори.

Економічний аспект дослідження

Завданням також є оцінка економічної ефективності експлуатації та обслуговування навантажувачів. Важливо визначити, які витрати на ремонт і обслуговування є оптимальними, щоб забезпечити довговічність техніки без надмірних витрат. Це включає аналіз витрат на запасні частини, робочу силу та простою техніки через несправності.

Окрему увагу слід приділити пошуку способів зниження витрат. Наприклад, це може бути використання більш довговічних компонентів або перехід на інноваційні мастильні матеріали, які зменшують знос вузлів.

Інноваційні підходи в діагностиці та ремонті

Завданням дослідження є також вивчення можливостей впровадження сучасних технологій, таких як системи моніторингу стану техніки в реальному часі або використання штучного інтелекту для прогнозування несправностей. Це дозволяє забезпечити своєчасний ремонт і запобігти раптовим поломкам.

Сучасні методи діагностики, наприклад, вібраційний аналіз або тепловізійне обстеження, можуть значно підвищити точність оцінки стану

техніки. Впровадження таких технологій сприяє зниженню експлуатаційних витрат і підвищенню загальної ефективності.

Узгодження технічного стану з вимогами безпеки

Завданням також є забезпечення відповідності технічного стану навантажувачів нормам безпеки. У лісовому господарстві ризику травматизму високі, тому справність гальмівної системи, освітлення та інших критичних вузлів має бути під постійним контролем. Забезпечення безпеки працівників — це не лише моральна, а й економічна вигода для підприємства.

Таким чином, дослідження технічного стану та забезпечення працездатності навантажувачів сприяє підвищенню ефективності роботи підприємства, мінімізації витрат та забезпеченню безпечних умов праці.

Таблиця 1.1

Забезпечення працездатності

Спосіб/Засіб забезпечення працездатності	Опис
Планове технічне обслуговування	Регулярне технічне обслуговування включає заміну мастильних матеріалів, фільтрів та охолоджувальної рідини. Це запобігає зносу, поломкам ключових вузлів, продовжує термін служби машини та зменшує час простою.
Системи автоматичного моніторингу	Сучасні сенсори контролюють параметри роботи навантажувача (тиск, температуру масла, навантаження тощо), попереджаючи оператора про відхилення від норми. Це допомагає оперативно виявляти проблеми та запобігати аварійним зупинкам.
Профілактичне обслуговування та інспекції	Включає регулярні огляди та тестування критичних елементів (гідравліки, гальм, стріли, освітлення). Дозволяє виявити ознаки зношування й поломок, що запобігає несподіваним виходам з ладу.
Дотримання правильних методів експлуатації	Оператори повинні дотримуватися рекомендованих режимів роботи, уникати перевантажень, робити перерви для охолодження машини. Це знижує знос та ризик поломок через неправильне навантаження.
Своєчасна діагностика з використанням спеціального обладнання	Використання ультразвукових та тепловізійних діагностичних пристроїв допомагає виявляти приховані дефекти (тріщини, зношування) без розбирання техніки. Це зберігає ресурси та вчасно виявляє ризики серйозних поломок.
Використання якісних запасних частин	Якісні запасні частини та витратні матеріали допомагають уникнути частих поломок та повторних замін, що сприяє стабільній роботі навантажувача і безпечній експлуатації.
Підвищення кваліфікації операторів	Навчені працівники розуміють принципи роботи навантажувачів, знають основи обслуговування, своєчасно реагують на сигнали систем моніторингу та можуть самостійно усувати незначні проблеми, що підвищує ефективність і надійність експлуатації техніки.

РОЗДІЛ2 АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ НАДІЙНОСТІ НАВАНТАЖУВАЧІВ

2.1 Аналіз надійності навантажувача типу складної технічної системи

Аналіз надійності навантажувача є важливим процесом, який допомагає забезпечити стабільну роботу обладнання в умовах інтенсивної експлуатації. Це особливо актуально в лісовому господарстві, де навантажувачі виконують важку роботу, і навіть невеликі поломки можуть призвести до зупинки виробничих процесів. Розглянемо основні етапи такого аналізу.

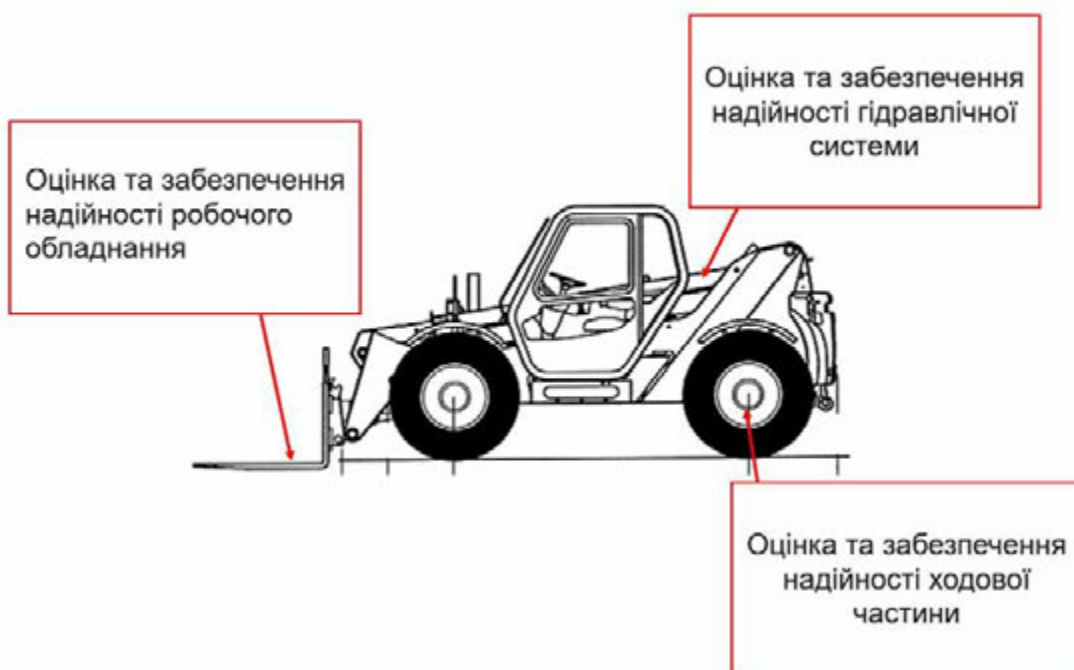


Рис.2.1 Схема оцінка та забезпечення надійності навантажувача телескопічного

Ходова система — це основа будь-якої техніки, особливо в лісовому господарстві, де умови експлуатації часто жорсткі. Нерівний рельєф, болото, каміння або сипучий ґрунт створюють величезне навантаження на гусениці, колеса та підвіску. Надійність ходової системи забезпечує стабільну роботу техніки, дозволяючи їй працювати без простоїв навіть у найскладніших умовах.

Якщо ходова система не витримує навантаження, це може призвести до поломок, які дорого коштують не лише фінансово, але й у втраті часу.

Регулярне технічне обслуговування та використання якісних матеріалів при виробництві ходової системи — ключ до довговічності. Надійна ходова частина гарантує безпечну експлуатацію техніки, адже від неї залежить її стійкість, прохідність і загальна продуктивність у польових умовах.

Гідравліка — серце сучасної техніки. Вона забезпечує плавність і точність роботи всіх рухомих частин: ковшів, маніпуляторів, захватів. У лісовій галузі гідравлічна система повинна витримувати великі навантаження та працювати в умовах екстремальних температур. Будь-який збій у гідравліці може зупинити роботу, що особливо критично під час виконання важливих завдань, таких як вантажно-розвантажувальні роботи або транспортування деревини.

Важливо, щоб гідравлічні компоненти — насоси, шланги, циліндри — були виготовлені з високоякісних матеріалів і мали захист від забруднень. Надійна гідравліка забезпечує не лише продуктивність, а й економію пального, адже ефективна система потребує менше енерговитрат.

Робоче обладнання, як-от ковші, захвати чи лебідки, є основними "інструментами" будь-якої техніки. У лісовому господарстві вони зазнають постійного навантаження через вагу деревини, тертя та вплив навколишнього середовища. Надійність цих компонентів напряму впливає на якість і швидкість виконання роботи. Наприклад, тріснутий ковш або несправний захват можуть призвести до аварійних ситуацій і затримок.

Вибір обладнання з міцних сплавів і якісного зварювання, а також регулярна перевірка стану деталей гарантують тривалий термін служби. Надійність робочого обладнання дозволяє уникати непередбачених витрат і забезпечує безперебійний робочий процес, що критично важливо в галузях, де час і ефективність мають вирішальне значення.

Для початку важливо зібрати всю наявну інформацію про конкретний навантажувач: його марку, модель, рік випуску та кількість відпрацьованих годин. Також потрібно врахувати умови, в яких він працює: наприклад, погодні умови, тип ґрунту, інтенсивність навантажень. Крім того, корисно мати дані про минулі технічні обслуговування та ремонти. Це допоможе оцінити загальний стан машини та виявити можливі слабкі місця.

Навантажувач складається з багатьох важливих частин, і для аналізу надійності слід виділити ті, що найбільше піддаються зносу. Це можуть бути рама та конструкційні елементи, силова установка (двигун і трансмісія), гідравлічна система, система керування та безпеки, а також робочі органи. Оцінка стану кожного з цих компонентів допомагає зрозуміти, який із них найбільш вразливий до відмов.

Важливо вивчити всі попередні поломки та відмови техніки, щоб зрозуміти основні причини. Частота відмов, наприклад, може бути спричинена корозією, зносом, перегрівом або порушенням умов експлуатації. На основі цих даних можна визначити, які вузли потребують посиленої уваги та частішого обслуговування. Також корисно аналізувати методи ремонту, які вже застосовувалися, щоб виявити найбільш ефективні рішення.

Функція розподілу $F(t)$

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (2,1)$$

Імовірність безвідмовної роботи $R(t)$

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (2,2)$$

Найпростіший розподіл, використовується для опису відмов елементів з постійною інтенсивністю.

Середній час між відмовами

$$MTBF = \Sigma(t_i)/n$$

(2,3)

$$R(t) = e^{-(t/\eta)^\beta}$$

(2,4)

Середній час роботи обладнання між двома послідовними відмовами. Це один з найважливіших показників надійності.

Інтенсивність відмов

$$\lambda = 1/MTBF$$

(2,5)

$$R(t) = 1 - \Phi((t - \mu)/\sigma)$$

(2,6)

Швидкість, з якою відбуваються відмови. Показує середню кількість відмов за одиницю часу.

Доступність

$$A = MTBF / (MTBF + MTTR)$$

(2,7)

Частка часу, протягом якого система є працездатною. Показує, наскільки часто система доступна для використання.

Імовірність безвідмовної роботи

$$R(t) = 1 - F(t)$$

(2,8)

$$R(t) = 1 - \Phi(\ln(t)/\sigma)$$

(2,9)

Ймовірність того, що система пропрацює без відмов протягом часу t . Показує надійність системи за певний період часу.

Аналіз надійності навантажувача є необхідним кроком для забезпечення його довготривалої та стабільної роботи. Регулярний збір даних про стан обладнання та оцінка його ключових компонентів дозволяють виявити потенційні проблеми до того, як вони призведуть до серйозних поломок.

Дослідження відмов і проведення статистичних розрахунків допомагають зрозуміти, які вузли найбільш вразливі, що дозволяє планувати обслуговування більш ефективно та уникати непередбачених зупинок роботи. На основі результатів цього аналізу можна розробити чіткі рекомендації для підвищення надійності обладнання.

Загалом, грамотний підхід до надійності техніки знижує витрати на ремонт, скорочує час простоїв та збільшує продуктивність підприємства, що особливо важливо в умовах інтенсивного використання, наприклад, у лісовому господарстві.

Заміна фільтрів на навантажувачах у лісовому господарстві є важливим елементом технічного обслуговування, оскільки лісові умови характеризуються високим рівнем пилу, вологи та забруднень. Працюючи у такому середовищі, фільтри навантажувача швидше забруднюються, що знижує ефективність роботи техніки, спричиняє додаткове навантаження на двигун і зменшує термін служби важливих компонентів.

Повітряний фільтр забезпечує подачу чистого повітря до двигуна. У лісових умовах він швидко накопичує пил, що може спричинити потрапляння бруду в двигун і його знос. Регулярна заміна повітряного фільтра важлива для підтримання стабільної роботи двигуна та запобігання поломкам.

Паливний фільтр відповідає за очищення палива від домішок, які можуть потрапити під час заправки або зберігання палива. Забруднене паливо знижує продуктивність двигуна та може спричинити засмічення паливної системи, тому важливо регулярно змінювати паливний фільтр, особливо при роботі в умовах підвищеного забруднення.

Масляний фільтр очищає моторну оливу, забезпечуючи її чистоту та змащення рухомих частин двигуна. У важких умовах фільтр швидше

забивається і втрачає ефективність, що може призвести до перегріву двигуна та підвищеного зносу деталей. Регулярна заміна масляного фільтра підтримує належне змащення та подовжує термін служби двигуна.

Таблиця 2.1

Напрацювання на відмову фільтрів

Назва фільтра	Середній час напрацювання (год)	Середній час заміни (год)	Поширені проблеми при несвоєчасній заміні
Повітряний фільтр	250	0.5	Зниження потужності двигуна, знос циліндрів
Паливний фільтр	300	1.0	Засмічення паливної системи, нерівна робота двигуна
Масляний фільтр	250	0.8	Перегрів двигуна, знос рухомих деталей
Гідравлічний фільтр	400	1.5	Протікання гідросистеми, втрата тиску

Цей регламент допомагає підтримувати роботу навантажувача в оптимальному стані, мінімізувати ризик поломок і знижувати витрати на ремонт. Регулярна заміна фільтрів забезпечує стабільність та надійність техніки у складних умовах лісового господарства.

2.2. Структурний аналіз надійностей робочого обладнання

У лісовому господарстві навантажувачі піддаються значному зносу через постійні навантаження, важкі умови роботи та складні природні фактори. Робочі органи таких машин, як ковші, бурові установки, захвати для колод, є основними вузлами, які контактують із матеріалами та середовищем. Їхня надійність є критичною для забезпечення безперебійної роботи обладнання, тому регулярне обслуговування та контроль за станом деталей є ключовими.

Наприклад, ковші використовуються для завантаження та розвантаження великих обсягів матеріалу, що часто включає контакт із твердими та абразивними речовинами. Це прискорює знос ріжучих кромки та бічних

пластин ковша, особливо якщо використовувати ковш у лісовому комплексі, де він піддається впливу каміння, деревини, вологи та забруднень.

Захвати для колод використовуються для транспортування деревини, і від їхньої надійності залежить ефективність та безпека роботи оператора. Захвати часто піддаються впливу великих навантажень і можуть мати пошкодження через тертя та вплив важких колод, особливо якщо деревина мокра чи вкрилася льодом.

Бурові установки теж є важливим елементом у лісовій промисловості, наприклад, для закріплення обладнання чи встановлення опор. Бурові долота і штанги часто піддаються зносу від контакту з твердими породами та каменем, тому їхній стан потрібно постійно контролювати.

Нижче наведені таблиці, де вказані середній час напрацювання, середній час заміни та найбільш поширені поломки для кожного з цих робочих органів.

Таблиця 2.2

Напрацювання на відмову робочих органів

Назва деталі	Середній час напрацювання (год)	Середній час заміни (год)	Поширені поломки
Ріжуча кромка ковша	300	1.5	Знос, тріщини, сколи
Бічні пластини	500	2.0	Деформація, корозія
Кріплення ковша	700	1.0	Ослаблення болтів, знос з'єднань
Гідроциліндр ковша	1000	4.0	Протікання, знос ущільнень
Пальці ковша	400	1.5	Знос, злам

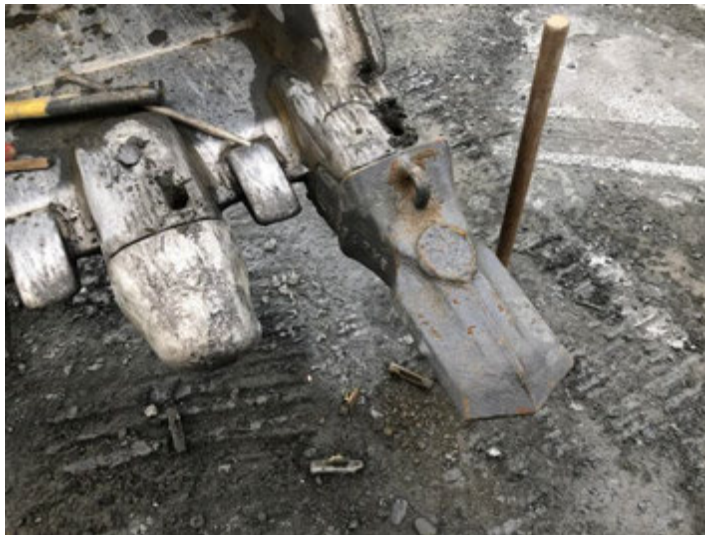


Рис. 2.2 Різниця між цим зношеним зубом екскаватора та новим, що займає його місце.

Захвати для колод є одним з основних робочих органів навантажувачів у лісовому господарстві. Вони забезпечують безпечне та ефективне переміщення, завантаження та розвантаження деревини, що значно полегшує роботу оператора та прискорює процеси обробки деревини. Захват працює за принципом щелеп, які міцно утримують колоду, не пошкоджуючи її структуру. Це дозволяє швидко маніпулювати важкими колодами та працювати навіть із великогабаритною деревиною.

Важливою особливістю захватів є їхня стійкість до великих навантажень та здатність витримувати постійний контакт із вологими та слизькими поверхнями. Захвати піддаються постійному тертю, ударним навантаженням і впливу агресивного середовища (наприклад, бруд, лід, деревний пил). З часом основні компоненти, такі як зубці, гідроциліндри та пальці захвата, зношуються і потребують обслуговування чи заміни.

Основні поломки, що виникають у захватах для колод, включають знос зубців, протікання в гідравлічній системі та люфти у з'єднаннях щелеп. Уникнути раптових відмов допомагає регулярне технічне обслуговування та планова заміна зношених компонентів. Правильне використання та контроль за станом захвату значно знижують ризик поломок і підвищують надійність обладнання під час важких робіт у лісових умовах.

Таблиця 2.3

Напрацювання на відмову захватів для колод

Назва деталі	Середній час напрацювання (год)	Середній час заміни (год)	Поширені поломки
Зубці захвата	350	2.0	Знос, деформація
Гідроциліндр захвата	900	4.0	Протікання, знос ущільнень
З'єднання щелеп	600	1.5	Знос, люфт
Гідравлічні шланги	500	1.0	Протікання, злам
Пальці та шарніри	700	2.0	Знос, розбовтування

Бурові установки в лісовій галузі застосовуються для проведення різних видів робіт, таких як встановлення опор для будівництва доріг і мостів, забезпечення кріплень для лісозаготівельного обладнання та проведення геологічних досліджень. Ці установки допомагають бурити ґрунт і твердий камінь, що дозволяє працювати в складних умовах місцевості, характерних для лісових районів.

Конструкція бурових установок включає потужні бурові долота та штанги, які витримують значні навантаження при контакті з щільним ґрунтом, корінням дерев і камінням. Робота бурових установок передбачає високу стійкість до зносу та ударних навантажень, а також наявність міцних гідравлічних компонентів для забезпечення стабільної роботи. Через інтенсивну експлуатацію та контакт із абразивними матеріалами бурові елементи мають обмежений термін служби й потребують регулярного технічного обслуговування.

Поширеними проблемами в роботі бурових установок є знос бурового долота, деформація штанг, а також протікання гідравлічної системи. Планова заміна зношених компонентів і регулярне обслуговування допомагають уникнути раптових відмов і забезпечити безперервну роботу техніки в лісі.

Таблиця 2.4

Напрацювання на відмову бура

Назва деталі	Середній час напрацювання (год)	Середній час заміни (год)	Поширені поломки
Бурове долото	200	2.5	Знос, тріщини, сколи
Штанги бурової	400	3.0	Деформація, злам
Кріплення штанги	500	1.5	Ослаблення болтів, знос
Гідроциліндр	800	3.5	Протікання, знос ущільнень
Гідравлічні шланги	500	1.0	Протікання, розрив

У структурній схемі надійності лісогосподарського обладнання запчастини, позначені як "у запасі" та "в резерві," відіграють ключову роль у забезпеченні безперервної роботи техніки. Запасні частини – це ті деталі, які зберігаються на складі та готові до негайної заміни у випадку поломки або зносу. Вони зазвичай включають компоненти з високою ймовірністю зносу, наприклад, ріжучі кромки, гідроциліндри, шланги, які піддаються інтенсивним навантаженням та часто виходять з ладу.

Резервні запчастини – це деталі, які рідше виходять з ладу, але є важливими для стабільної роботи обладнання. Вони зберігаються в резерві на випадок серйозних поломок або довготривалого обслуговування, коли ремонт чи заміна основних вузлів неможливі без них. Наприклад, такі компоненти, як штанги бурових установок або деталі захватів, зазвичай мають високий ресурс, але в разі виходу з ладу можуть спричинити тривалий простій.

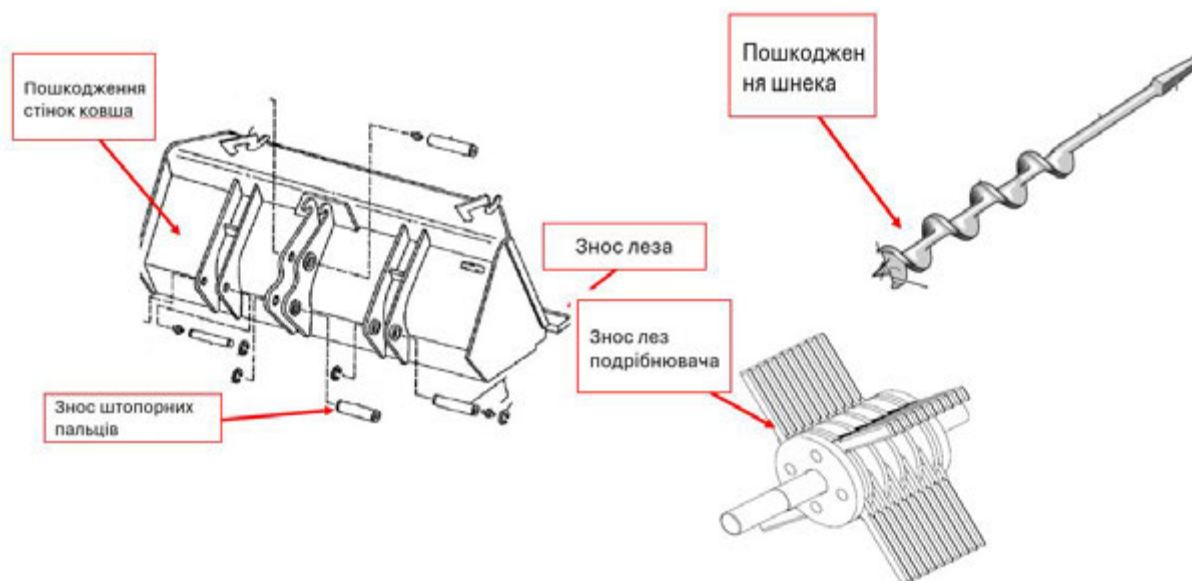


Рис.2.3 Схема надійності обладнання

Наявність запасних та резервних деталей дозволяє знижувати час простоїв обладнання, особливо в умовах інтенсивного використання. Відповідно до структурної схеми надійності, підтримання необхідного рівня запасів і резерву забезпечує готовність техніки до безперервної роботи, а також знижує витрати на термінові ремонти та транспортування деталей.

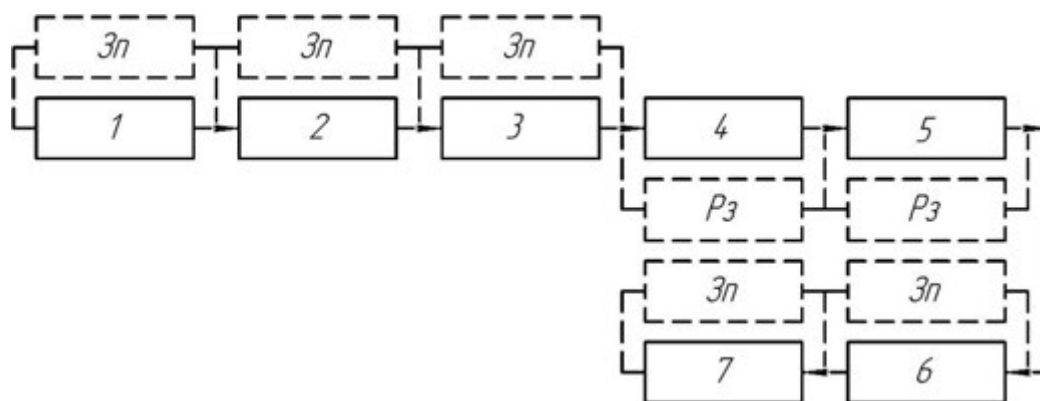


Рис.2.4 Структурна сзема надійності робочого обладнання

1-ріжучі кромки та зуби ковша; 2-ланцюги, ролики та підшипники; 3-гідролічні шланги та фітинги; 4-гідроциліндри для захватів і ковшів; 5-поворотні механізми та шарніри; 6-ущільнення для захватів та бурильних установок; 7-зубчасті елементи для бурильних установок

2.3 Структурний аналіз підсистеми ходової частини

Надійність ходової частини навантажувачів у лісовому господарстві є ключовою для забезпечення стабільної роботи в умовах важкого бездоріжжя та постійних навантажень. Ходова частина зазнає серйозних навантажень через нерівну місцевість, часто з глибоким ґрунтом, камінням, корінням дерев, що ускладнює роботу компонентів і призводить до прискореного зносу.

Шкворні відіграють важливу роль у забезпеченні стабільності та керованості навантажувача. В умовах лісового господарства вони піддаються великим навантаженням, особливо під час маневрування на нерівній місцевості. З часом шкворні можуть зношуватися, утворювати люфт або навіть тріщини, що погіршує точність керування і може призвести до додаткового навантаження на інші компоненти ходової частини.



Рис.2.5 Деформація шкворня

Сателіти, як частина диференціала, відповідають за передачу потужності на колеса, забезпечуючи плавність ходу та маневреність. Вони часто піддаються зносу через часті ривки та удари, які виникають під час руху по лісистих ділянках. Зношені або пошкоджені сателіти можуть спричинити втрату потужності та зменшувати продуктивність навантажувача.

Вал хвостовика є критичним компонентом, що передає обертовий момент від трансмісії до коліс. У лісовому середовищі він особливо вразливий до навантажень під час руху по пересіченій місцевості. Пошкодження або знос валу хвостовика може призвести до серйозних поломок, таких як ослаблення з'єднань або вібрація під час руху.



Рис.2.5 пошкодження зубів валу

Для забезпечення високої надійності ходової частини лісових навантажувачів важливо регулярно перевіряти стан шкворнів, сателітів і вала хвостовика. Планове обслуговування та своєчасна заміна цих компонентів допомагають уникнути аварійних простоїв і знижують загальні витрати на ремонт.

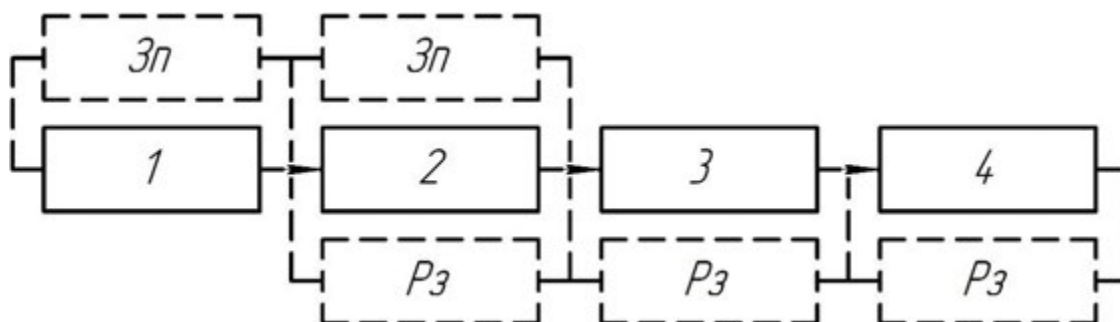


Рис.2.6 Структурна схема надійності ходової частини

1-шкворня; 2-сателіти ; 3-вал хвостовика; 4-вал бортового редуктора

Таблиця 2.5

Напрацювання на відмову ходової частини

Назва деталі	Середній час напрацювання (год)	Середній час заміни (год)	Поширені поломки
Шкворень	500	2.0	Знос, люфт, тріщини
Сателіт	700	3.5	Знос зубців, сколи, люфт
Вал хвостовика	1000	4.0	Знос шліців, вібрація, тріщини
Кріплення ходової частини	600	1.5	Ослаблення, корозія, розбвтування
Підшипники осі	800	2.5	Знос, перегрів, шум

Для обчислення ймовірності безвідмовної роботи для експоненціального закону розподілу по кожному елементу можна скористатися формулою:

- $R(t)$ — ймовірність безвідмовної роботи на час t ,
- λ — інтенсивність відмови (ймовірність відмови за одиницю часу),
- tt — заданий час роботи.

Для кожного елемента ходової частини навантажувача у лісовому господарстві (або іншої техніки) можна визначити інтенсивність відмови λ за допомогою середнього часу напрацювання на відмову (MTTF), яка є оберненою величиною до λ :

алі для кожного елемента можна підставити значення λ та часу tt у формулу для $R(t)$ та отримати ймовірність безвідмовної роботи.

Приклад розрахунку для елементів таблиці

Припустимо, що середній час напрацювання (MTTF) для компонентів, визначених раніше, такий:

- Шкворень: 500 годин
- Сателіт: 700 годин
- Вал хвостовика: 1000 годин
- Кріплення ходової частини: 600 годин
- Підшипники осі: 800 годин

Тоді інтенсивність відмов для кожного компонента:

1. Шкворень:

$$\lambda = \frac{1}{500} = 0.002 \quad (2,10)$$

відмов на годину

2. Сателіт:

$$\lambda = \frac{1}{700} = 0.00143 \quad (2,11)$$

відмов на годину

3. Вал хвостовика:

$$\lambda = \frac{1}{1000} = 0.001$$

(2,12)

4. Кріплення ходової частини:

$$\lambda = \frac{1}{600} = 0.00167 \quad (2,13)$$

відмов на годину

5. Підшипники осі:

$$\lambda = \frac{1}{800} = 0.00125$$

(2,14)

відмов на годину

Припустимо, що ми хочемо обчислити ймовірність безвідмовної роботи кожного компонента для часу $t=100$ годин. Підставимо ці значення у формулу

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

(2,15)

Де - λt середня кількість несправностей

$R(t)$ – коефіцієнт

$$R_{\text{шкворень}}(100) = e^{-0.002 \cdot 100}$$

(2,16)

$$R_{\text{сателіт}}(100) = e - 0.00143 \cdot 100$$

(2,17)

$$R_{\text{вал хвостовика}}(100) = e - 0.001 \cdot 100 \quad (2,18)$$

$$R_{\text{елементи кріплень}}(100) = e - 0.00167 \cdot 100$$

(2,19)

$$R_{\text{підшипники осі}}(100) = e - 0.00125 \cdot 100$$

(2,20)

Обчислимо ці значення для кожного компонента.

Ймовірність безвідмовної роботи для кожного компонента протягом 100 годин:

- **Шкворень:** 81.87%
- **Сателіт:** 86.69%
- **Вал хвостовика:** 90.48%
- **Кріплення ходової частини:** 84.65%
- **Підшипники осі:** 88.25%

Ці значення показують ймовірність того, що кожен з компонентів продовжуватиме працювати без відмови протягом 100 годин в умовах експлуатації.

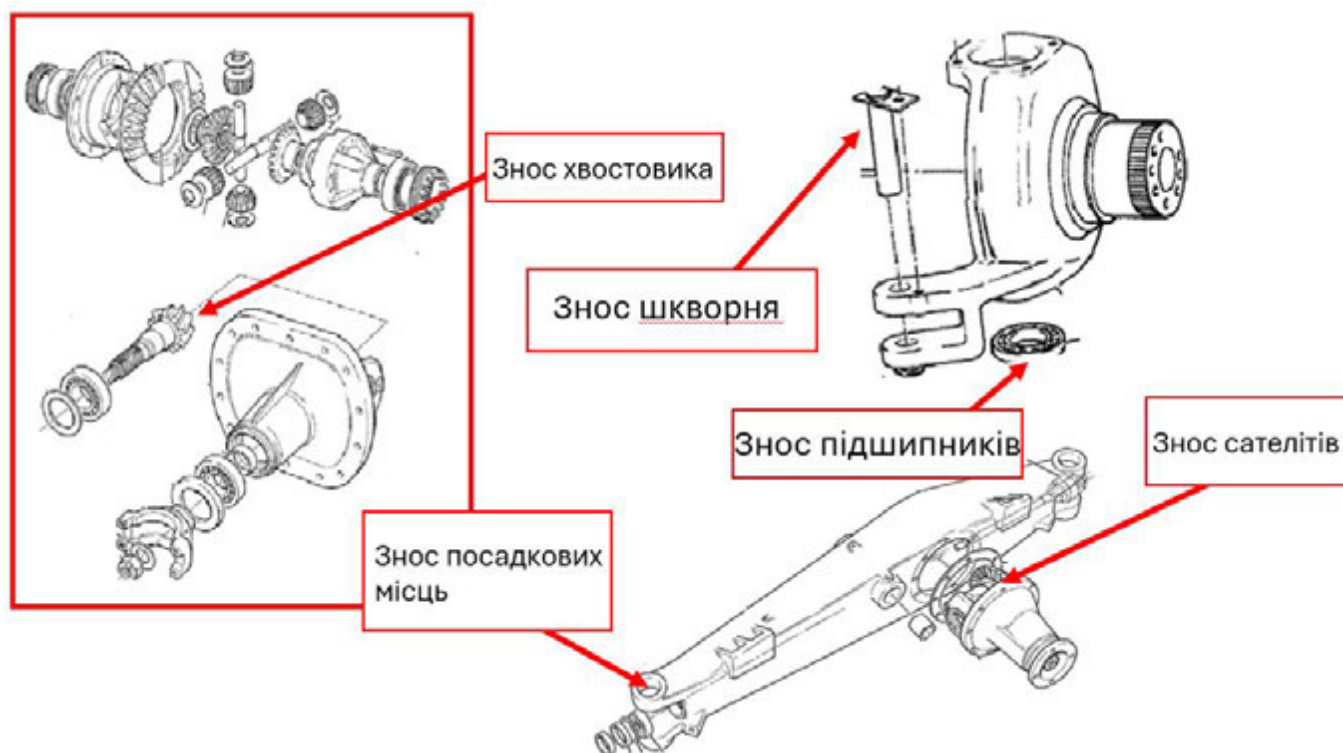


Рис.2.7 . Кінематична схема надійності ходової частини навантажувачів

2.4 Структурний аналіз гідравлічної системи

Надійність гідравлічної системи навантажувачів у лісовому господарстві має особливе значення, оскільки вона забезпечує плавність і точність виконання важливих операцій, таких як підйом, переміщення і фіксація важких вантажів. Основні елементи, що впливають на надійність цієї системи, — це гідравлічний насос, гідроциліндри, шланги і клапани управління. Вони працюють під високим тиском і інтенсивним навантаженням, через що потребують регулярного обслуговування і контролю.

Гідравлічний насос є одним із ключових компонентів, від якого залежить ефективна робота системи. Через його високе навантаження і складність, він може стати найбільш уразливим елементом, що вимагає своєчасного обслуговування та періодичної діагностики. Шланги та гідроциліндри також мають критичне значення, адже вони схильні до зносу, механічних пошкоджень та протікань, які можуть порушити роботу всієї системи. У середньому

гідравлічні шланги мають нижчу надійність порівняно з іншими компонентами, тому їх регулярна перевірка особливо важлива.

Таким чином, щоб забезпечити надійність гідравлічної системи, необхідно проводити регулярну заміну фільтрів, контроль тиску та перевірку цілісності шлангів і клапанів. Планові огляди та діагностика дозволяють виявляти проблеми на ранніх етапах, зменшуючи ризик збоїв у критичні моменти та подовжуючи строк служби компонентів системи.



Рис.2.8 Пошкодження штока гідравлічного циліндра

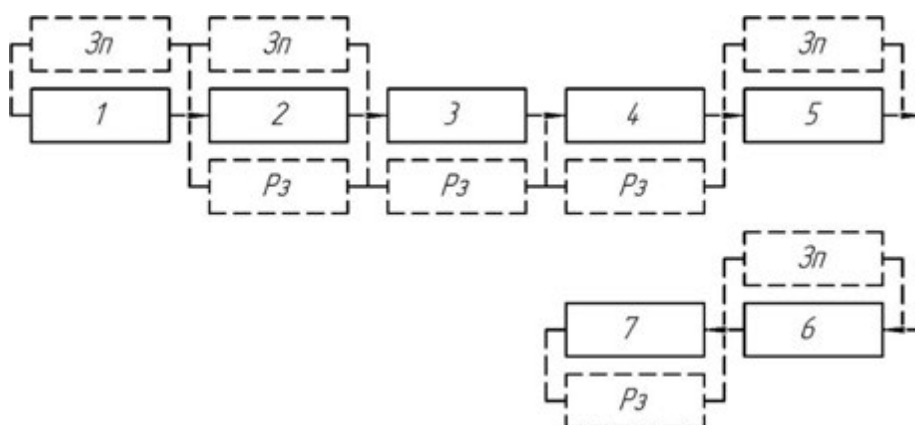


Рис.2.9 Забезпечення надійності гідравлічної системи

1-Сальники та ущільнення ; 2-фільтри ; 3-клапани; 4-електро обладнання;
5-корпусні ущільнення; 6-олива гідравлічна; 7-трубопроводи

$$R = t^{\lambda - e}$$

де

- $R(t)$ — ймовірність безвідмовної роботи протягом часу t ,
- $\lambda = \frac{1}{MTFB}$ — інтенсивність відмов,
- t — заданий час роботи.

Припустимо такі значення для середнього часу напрацювання (MTTF):

- Гідравлічний насос: 2000 годин

Гідроциліндри: 1500 годин

Гідравлічні шланги: 1000 годин

Клапани управління: 1200 годин

Гідравлічний насос ;

$$\lambda = \frac{1}{2000} = 0.0005 \quad (2,21)$$

Гідроциліндр;

$$\lambda = \frac{1}{1500} = 0.00067 \quad (2,22)$$

Гідравлічні шланги ;

$$\lambda = \frac{1}{1000} = 0.001 \quad (2,23)$$

Клапани управління ;

$$\lambda = \frac{1}{1200} = 0.00083 \quad (2,24)$$

Розрахунок надійності за 100 годин

Гідравлічний насос;

$$R(100) = e^{-0.0005 \cdot 100} \approx 95,12\%$$

(2,25)

Гідроциліндр;

$$R(100) = e^{-0.0067*100} \approx 93,53\%$$

(2,26)

Гідравлічні шланги ;

$$R(100) = e^{-0,001*100} \approx 90,48\%$$

(2,27)

Клапани управління;

$$R(100) = e^{-0.00083*100} \approx 92,03\%$$

(2,28)

Ці значення показують, що найбільш надійними компонентами за цей період є гідравлічний насос і гідроциліндри. Гідравлічні шланги мають нижчу ймовірність безвідмовної роботи, що може вказувати на потребу у частішій перевірці або заміні цього компонента

РОЗДІЛ 3. Програма і ракета методика досліджень.

3.1. Розробка схеми і послідовності неекспериментальних досліджень

Наше дослідження спрямоване на підвищення ефективності та надійності роботи навантажувача в лісовому господарстві шляхом виявлення та усунення основних несправностей. Основною метою є оптимізація роботи навантажувача за допомогою впровадження системи резервування, яка дозволить запобігти відмовам та підвищити продуктивність техніки в умовах інтенсивного навантаження на робочі елементи.

Завдання дослідження:

- Аналіз поломок: Провести детальний аналіз інцидентів та несправностей, які виникають під час експлуатації навантажувача, визначити їх причини та типи для ефективного усунення та запобігання повторенню.

- Розробка системи резервування: Створити систему, що дозволить виявляти потенційні загрози на ранніх етапах та пропонувати рекомендації для уникнення поломок і мінімізації простоїв техніки.

- Оцінка ефективності резервування: Провести порівняння кількості інцидентів до і після впровадження системи резервування, щоб визначити її вплив на ефективність роботи.

- Підвищення надійності: Розробити рекомендації з технічного обслуговування та профілактики несправностей для збільшення надійності навантажувача у складних лісових умовах.

- Зниження витрат: Оптимізація роботи навантажувача та впровадження системи резервування повинні зменшити час простою на ремонт і заміну деталей, а також знизити витрати на обслуговування.

Очікувані результати:

В результаті цього дослідження очікується досягти таких результатів:

- Збільшення продуктивності та робочого часу навантажувача за рахунок прискорення процесу усунення несправностей.
- Скорочення часу на ремонт і заміну деталей, особливо тих, що часто виходять з ладу.
- Скорочення часу на доставку запасних частин до місця роботи навантажувача в лісі.

Це дослідження спрямоване на підвищення надійності та продуктивності навантажувачів, що працюють у лісовому господарстві, що зробить їх більш ефективними та вигідними для лісозаготівельних підприємств.

Метою дослідження, як експериментального, так і теоретичного, було визначення кількості запасних частин, необхідних для заміни ключових елементів та вузлів навантажувача у разі їхньої відмови. Розгляд запасних частин проводився з різних точок зору залежно від складності відмов та рівнів зберігання, а також обчислювався час доставки частин з різних складів для забезпечення безперервної роботи в лісових умовах. Для досягнення цих цілей використовувалась спеціально розроблена методика, результати якої викладені далі.

Метод резервування деталей може бути реалізований таким чином:

- Аналіз і планування: На основі аналізу історії відмов та ремонтів ідентифікувати ключові деталі, що найчастіше виходять з ладу. На основі цього розробити план замовлення та зберігання запасів.
- Забезпечення резервів: Підтримувати наявність ключових деталей на складі, щоб мати можливість оперативно замінити їх у разі виходу з ладу, особливо для найбільш критичних елементів.
- Моніторинг запасів: Розробити систему контролю, яка стежитиме за кількістю запасних деталей на складі та автоматично замовлятиме нові, якщо їх кількість знижується до критичного рівня.

- Оптимізація ланцюга постачання: Налагодити ефективний ланцюг постачання запасних частин із постачальниками для швидкої доставки у разі потреби.

Ця система резервування деталей дозволить значно знизити час простою навантажувача під час складних ремонтів, що підвищить його продуктивність і термін служби.

3.2. Розробка програми випробування навантажувачів на безвідмовність і ремонтпридатність.

Для розробки програми випробування навантажувачів на безвідмовність і ремонтпридатність пропоную створити таблицю з даними про поломки ключових вузлів навантажувача. Ця таблиця допоможе відстежити загальну кількість поломок для кожного вузла, а також частку цих поломок від загальної кількості, щоб ідентифікувати найвразливіші вузли.

Таблиця 3.1

Кількість поломок ходової частини за 1 рік

Вузол	Кількість поломок	Відсоткова взаємність поломок (%)
Шкворень	18	30.00%
Сателіт	14	23.33%
Вал хвостовика	10	16.67%
Кріплення ходової частини	8	13.33%
Підшипники осі	10	16.67%

Розробка програми випробувань навантажувачів на безвідмовність і ремонтпридатність є важливим кроком для забезпечення ефективної роботи в умовах лісового господарства. У лісових умовах навантажувачі піддаються значним навантаженням, що впливає на швидкість зносу їхніх компонентів і підвищує ймовірність поломок. Тому необхідно розробити та впровадити програму, яка дасть змогу виявляти найвразливіші вузли, оцінювати їхню надійність та вчасно вживати профілактичних заходів.

На основі зібраних даних про поломки навантажувача було складено таблицю, яка містить інформацію про кількість поломок у різних вузлах та їхню відсоткову частку від загальної кількості інцидентів. Наприклад, найбільша частка поломок припадає на шкворні — 30%, що свідчить про необхідність особливої уваги до цього компонента під час технічного обслуговування. Сателіти та підшипники осі також виявилися частими точками відмов, відповідно 23.33% та 16.67% поломок, що може свідчити про їхню чутливість до умов експлуатації.

Ця інформація дозволяє визначити ключові напрямки для програми випробувань: більше уваги слід приділяти профілактиці для вузлів із високим відсотком поломок. Крім того, завдяки системному моніторингу та аналізу поломок, можна розробити оптимальні методи технічного обслуговування, які підвищать надійність та довговічність навантажувачів у важких лісових умовах.

Таблиця 3.2

Кількість поломок гідравлічної системи на 1 рік

Компонент	Кількість поломок	Відсоткова частка поломок (%)
Гідравлічний насос	6	25%
Гідроциліндри	7	29%
Гідравлічні шланги	8	33%
Клапани управління	3	13%
Всього	24	100%

Гідравлічна система навантажувача в лісовому господарстві виконує ключову роль, забезпечуючи підйом, переміщення, маніпуляцію важкими колодами та іншими матеріалами. Вона складається з кількох основних компонентів: гідравлічного насоса, гідроциліндрів, гідравлічних шлангів і клапанів управління. Кожен з цих елементів має своє функціональне значення та специфічні умови експлуатації, які впливають на надійність системи в цілому.

1. Гідравлічний насос: Це серце гідравлічної системи, яке створює тиск, необхідний для роботи гідроциліндрів та інших компонентів. Поломки насоса можуть бути викликані зносом компонентів, забрудненням оливи або

перегрівом. Важливо слідкувати за чистотою робочої рідини та своєчасно проводити заміну масла.

2. Гідроциліндри: Вони перетворюють гідравлічний тиск на механічну роботу, забезпечуючи рух стріли, ковша та інших частин навантажувача. Поломки гідроциліндрів можуть бути спричинені надмірним навантаженням, пошкодженням ущільнень або корозією стінок циліндра. Своєчасний огляд і заміна ущільнень допомагають продовжити їх термін служби.

3. Гідравлічні шланги: Шланги транспортують оливу під високим тиском між насосом, циліндрами та клапанами. Вони найбільш схильні до пошкоджень через високий тиск, зношування та розриви. Періодична заміна шлангів та огляд на предмет протікань допомагають уникнути серйозних поломок та втрат гідравлічної рідини.

4. Клапани управління Клапани регулюють потік рідини, що дозволяє контролювати рух і функції навантажувача. Несправності клапанів можуть призвести до некоректної роботи гідравлічної системи, що знижує точність і ефективність роботи машини.

Гідравлічна система навантажувача в лісовому господарстві зазнає високих навантажень через інтенсивні умови роботи, що призводить до зносу компонентів. Регулярне обслуговування, своєчасна заміна оливи, шлангів та огляд на предмет витоків можуть суттєво підвищити надійність цієї системи і, відповідно, ефективність роботи навантажувача.

Δh - зміна товщини матеріалу

t – час експлуатації

Згідно з отриманими даними, товщина матеріалу ковша зменшилася на 4 мм після 300 годин роботи, що підтверджує високу інтенсивність зношування. Було рекомендовано використовувати більш зносостійкі матеріали або спеціальне захисне покриття для ковша.

Останній етап полягав у визначенні зручності та швидкості проведення ремонту, що є критичним для підтримки безперебійної роботи техніки. Кожен етап обслуговування, такий як заміна гідравлічної рідини або кріплень, було

виконано з фіксацією часу. Було встановлено, що деякі компоненти важкодоступні, що збільшує час ремонту. Рекомендується оптимізувати конструкцію для спрощення доступу до основних вузлів, щоб зменшити тривалість ремонту і скоротити простої техніки.

Отримані дані дозволяють зробити кілька важливих висновків. Посилення конструкції рами та кріплень дозволить підвищити стійкість навантажувачів до статичних і динамічних навантажень. Додатковий охолоджувач у гідравлічній системі дозволить запобігти перегріву, що особливо важливо для умов з високими температурами. Використання зносостійких матеріалів у конструкції ковша та інших компонентів допоможе значно зменшити зношування. Нарешті, оптимізація розташування вузлів для полегшення ремонту сприятиме підвищенню продуктивності та зниженню простоїв, підвищуючи ефективність використання техніки у лісовому господарстві.

3.3 Аналіз способів дослідження

Дослідження техніки, зокрема навантажувачів, для лісового господарства охоплює кілька ключових завдань, спрямованих на підвищення їхньої надійності, продуктивності та тривалості служби в особливо складних умовах. Першочерговим завданням є аналіз надійності та зносостійкості основних вузлів і деталей техніки. Лісова промисловість накладає значні навантаження на техніку через постійну роботу в складних умовах, таких як вологі, нерівні чи обмежені території. Стріла, гідравлічна система, ходова частина та інші елементи навантажувачів піддаються значному зносу, особливо під час транспортування важкої деревини та роботи на важкопрохідних ділянках. Детальне дослідження стану цих компонентів дозволяє зрозуміти, які фактори найбільше впливають на зношення та що можна зробити, щоб уповільнити цей процес. На основі цих висновків можна розробити рекомендації щодо оптимізації конструкції вузлів або створити спеціальні програми технічного обслуговування для подовження строку служби техніки.

Другою важливою задачею досліджень є оцінка продуктивності навантажувачів у різних умовах лісового середовища. Лісові ландшафти можуть сильно варіюватися: це можуть бути вологі або заболочені території, місцевості зі схилами чи навіть гірські зони. Кожен з цих типів ландшафту вимагає від навантажувача певних особливостей, як-от висока маневровість, стійкість та надійність під великим навантаженням. Оцінка продуктивності техніки в таких умовах дозволяє визначити, наскільки ефективно вона справляється з робочими завданнями в кожному конкретному випадку, а також чи потрібно додаткове спеціалізоване обладнання для роботи на особливо складних ділянках. Це може включати встановлення спеціальних шин, що забезпечують кращу прохідність, або додаткових захисних елементів для роботи в умовах підвищеного ризику.

Окремим завданням є виявлення характерних поломок та причин, що їх викликають. У лісовому господарстві специфічні умови часто стають джерелом особливих проблем для техніки. Наприклад, механічні пошкодження стріли або корозія гідравлічної системи можуть виникати через частий контакт з вологою, брудом чи навіть залишками деревини. Дослідження показують, що систематична втома матеріалів, з яких виготовлені основні компоненти, а також корозія є основними причинами пошкоджень у складних умовах. Ідентифікація цих поломок та причин дозволяє не лише скоротити витрати на ремонт, але й уникнути тривалих простоїв, що надзвичайно важливо для лісозаготівельної промисловості. На основі таких висновків можна вносити зміни в технологію обслуговування або вибирати матеріали для деталей з більшою корозійною стійкістю.

Також важливим завданням є розробка та впровадження вдосконалених методів технічного обслуговування, які відповідають специфіці лісового господарства. Важливо розуміти, що звичайні методи обслуговування, які застосовуються на будівельних майданчиках або у промисловості, можуть не повністю відповідати потребам лісозаготівельної техніки. Наприклад, часті інспекції гідравлічної системи для виявлення корозії та зносу мають бути

включені до регулярного технічного обслуговування. Крім того, особлива увага приділяється захисту від бруду та пилу, що є постійними в умовах роботи у лісі. Таке обслуговування включає очищення гідравлічних шлангів, заміну мастил та ущільнень, які можуть швидко зношуватися в результаті контакту з агресивним середовищем. Регулярне профілактичне обслуговування, спрямоване на запобігання поломкам, знижує ризики непередбачених зупинок та значно продовжує термін служби обладнання.

Економічна доцільність використання певних типів навантажувачів у лісовому господарстві також є важливим аспектом досліджень. Через високі витрати на купівлю та обслуговування техніки вибір найбільш економічно вигідних моделей стає актуальним завданням для лісозаготівельних підприємств. Під час аналізу економічної ефективності враховуються всі витрати на техніку — від її придбання та обслуговування до ремонту та витрат на паливо. З метою підвищення ефективності також порівнюються різні моделі навантажувачів, щоб визначити ті, які найкраще підходять для виконання конкретних завдань у лісовому середовищі. Це дозволяє зекономити ресурси компанії та забезпечити максимально ефективне використання обладнання на довгий термін.

Не менш важливим завданням є адаптація навантажувачів до сучасних екологічних стандартів. Лісове господарство, як правило, має високі екологічні вимоги, тому використання екологічно безпечних мастил, рідин та систем зниження викидів стає необхідністю. Дослідження в цьому напрямку дозволяють знайти способи зменшення негативного впливу техніки на природу, забезпечуючи при цьому відповідність обладнання всім сучасним вимогам. Такі заходи не лише підвищують конкурентоспроможність техніки, але й дозволяють зберегти природні ресурси та мінімізувати шкоду для довкілля.



Рис.3.1 Елементи ковша

Завершальною задачею є підвищення кваліфікації операторів навантажувачів. Оператори, які добре обізнані з особливостями експлуатації техніки у лісовому господарстві, здатні вчасно реагувати на несправності, дотримуватись правил безпеки та належним чином проводити обслуговування обладнання. Від якості роботи операторів залежить не лише продуктивність навантажувачів, але й їхня довговічність. Тому розробка та впровадження програм навчання операторів є важливим аспектом для забезпечення надійності та ефективності техніки в складних умовах.

Кожне з цих завдань є важливим кроком до комплексного підходу в дослідженнях, який дозволяє забезпечити довготривалу та стабільну роботу навантажувачів у лісовому господарстві.

Таблиця 3.3

Завдання досліджень навітажувачів

Завдання дослідження	Завдання дослідження	Завдання дослідження
Аналіз надійності та зносостійкості	Аналіз надійності та зносостійкості	Аналіз надійності та зносостійкості
Оцінка продуктивності у різних умовах	Оцінка продуктивності у різних умовах	Оцінка продуктивності у різних умовах
Виявлення характерних поломок та причин	Вивчення пошкоджень, спричинених специфічними умовами лісового господарства (наприклад, корозія, механічні ушкодження)	Вивчення пошкоджень, спричинених специфічними умовами лісового господарства (наприклад, корозія, механічні ушкодження)
Розробка методів обслуговування	Розробка методів обслуговування	Розробка методів обслуговування
Економічна доцільність	Економічна доцільність	Економічна доцільність
Адаптація до екологічних стандартів	Адаптація до екологічних стандартів	Адаптація до екологічних стандартів
Підвищення кваліфікації операторів	Підвищення кваліфікації операторів	Підвищення кваліфікації операторів

РОЗДІЛ 4. Програма і рекметодика досліджень

4.1 Розробка схеми і послідовності не експериментальних досліджень

Результати оцінки пошкоджень деталей навантажувачів, що працюють в умовах лісового господарства, показали, що найбільша кількість поломок та відмов спостерігається у ключових механізмах та вузлах. Навантажувачі, що працюють у складних лісових умовах, стикаються з інтенсивним зносом і вразливістю до механічних пошкоджень через роботу з важкими матеріалами та нерівні, забруднені поверхні.

Основні відмови виникають у гідравлічних системах, де було зафіксовано пошкодження, зокрема, гідравлічного насоса, шлангів та гідроциліндрів. Найбільш вразливими виявилися гідравлічні шланги, що мають відносно низьку ймовірність безвідмовної роботи, яка склала близько 90% за 100 годин експлуатації. Це вказує на необхідність регулярних оглядів і, можливо, запасу таких деталей на місцях обслуговування для запобігання тривалим простою.

Також значний знос зафіксовано у вузлах ходової частини, як-от привідних валах коліс, пасах, та деяких елементах гальмівної системи. У таких умовах важливо мати оперативний доступ до запасних частин, щоб уникнути простоїв. Проведений аналіз показує потребу в створенні резервного запасу для найбільш зношуваних та пошкоджуваних деталей, що дозволить підтримувати ефективність роботи навантажувачів в умовах лісового господарства.

$$R = t^{\lambda - e}:$$

де

- $R(t)$ — ймовірність безвідмовної роботи протягом часу t ,
- $\lambda = \frac{1}{MTFB}$ — інтенсивність відмов,
- t — заданий час роботи.

Припустимо такі значення для середнього часу напрацювання (МТТФ):

- Гідравлічний насос: 2000 годин
- Гідроциліндри: 1500 годин
- Гідравлічні шланги: 1000 годин
- Клапани управління: 1200 годин

Гідравлічний насос ;

$$\lambda = \frac{1}{2000} = 0.0005 \quad (4,1)$$

Гідроциліндр;

$$\lambda = \frac{1}{1500} = 0.00067 \quad (4,2)$$

Гідравлічні шланги ;

$$\lambda = \frac{1}{1000} = 0.001 \quad (4,3)$$

Клапани управління ;

$$\lambda = \frac{1}{1200} = 0.0005 \quad (4,4)$$

Розрахунок надійності за 100 годин

Гідравлічний насос;

$$R(100) = e^{-0.0005 \cdot 100} \approx 95,12\% \quad (4,5)$$

Гідроциліндр;

$$R(100) = e^{-0.00067 \cdot 100} \approx 93,53\% \quad (4,6)$$

Гідравлічні шланги ;

$$R(100) = e^{-0,001 \cdot 100} \approx 90,48\% \quad (4,7)$$

Клапани управління;

$$R(100) = e^{-0.00083 \cdot 100} \approx 92,03\%$$

(4,8)

Ці значення показують, що найбільш надійними компонентами за цей період є гідравлічний насос і гідроциліндри. Гідравлічні шланги мають нижчу ймовірність безвідмовної роботи, що може вказувати на потребу у частішій перевірці або заміні цього компонента

Гідравлічна система також зазнає значних навантажень у лісовому господарстві, забезпечуючи роботу навантажувача та маніпуляцію матеріалами. Основними компонентами з найчастішими відмовами є гідравлічний насос, гідроциліндри, гідравлічні шланги та клапани управління. Результати оцінки для гідравлічної системи наведені в таблиці:

Таблиця 4.1

Результати досліджень надійності гідравлічної системи

Компонент	Кількість поломок	Середній час напрацювання (MTTF), годин	Інтенсивність відмов (λ), 1/год	Ймовірність безвідмовної роботи за 100 годин, %
Гідравлічний насос	18	400	0.0025	77.88%
Гідроциліндри	12	600	0.00167	84.65%
Гідравлічні шланги	20	300	0.00333	71.77%
Клапани управління	10	700	0.00143	86.69%
Компонент	Кількість поломок	Середній час напрацювання (MTTF), годин	Інтенсивність відмов (λ), 1/год	Ймовірність безвідмовної роботи за 100 годин, %

Гідравлічні шланги мають найвищу частоту поломок, що пов'язано з високим тиском і можливістю механічних пошкоджень у складних умовах експлуатації.

Гідравлічний насос також часто виходить з ладу через перегрів та забруднення робочої рідини.

Клапани управління показали відносно високу надійність, хоча їх вихід з ладу також може призвести до збоїв у роботі всієї гідравлічної системи.



Рис.4.1 Діаграма поломок гідравлічної частини

1. Ходова частина

Ходова частина навантажувачів піддається великим навантаженням через нерівний рельєф та важкі умови роботи. Основними компонентами ходової частини, що найчастіше виходять з ладу, є шкворні, сателіти, вал хвостовика, кріплення ходової частини та підшипники осі. У таблиці нижче наведено дані по кожному з цих компонентів:

Для обчислення ймовірності безвідмовної роботи для експоненціального закону розподілу по кожному елементу можна скористатися формулою:

$$R = t^{\lambda - e} \quad (4,9)$$

- $R(t)$ — ймовірність безвідмовної роботи на час t ,
- λ — інтенсивність відмови (ймовірність відмови за одиницю часу),
- t — заданий час роботи.

Для кожного елемента ходової частини навантажувача у лісовому господарстві (або іншої техніки) можна визначити інтенсивність відмови λ за

допомогою середнього часу напрацювання на відмову (МТТФ), яка є оберненою величиною до λ :

алі для кожного елемента можна підставити значення λ та часу t у формулу для $R(t)$ та отримати ймовірність безвідмовної роботи.

Приклад розрахунку для елементів таблиці

Припустимо, що середній час напрацювання (МТТФ) для компонентів, визначених раніше, такий:

- Шкворень: 500 годин
- Сателіт: 700 годин
- Вал хвостовика: 1000 годин
- Кріплення ходової частини: 600 годин
- Підшипники осі: 800 годин

Тоді інтенсивність відмов для кожного компонента:

6. Шкворень:

$$\lambda = \frac{1}{500} = 0.002$$

відмов на годину

7. Сателіт:

$$\lambda = \frac{1}{700} = 0.00143$$

відмов на годину

8. Вал хвостовика:

$$\lambda = \frac{1}{1000} = 0.001$$

$\lambda = 1/1000 = 0.001$ відмов на годину

9. Кріплення ходової частини:

$$\lambda = \frac{1}{600} = 0.00167$$

відмов на годину

10. Підшипники осі:

$$\lambda = \frac{1}{800} = 0.00125$$

відмов на годину

Припустимо, що ми хочемо обчислити ймовірність безвідмовної роботи кожного компонента для часу $t=100$ годин. Підставимо ці значення у формулу

$$R(t) = e - \lambda t R(t) = e^{-\lambda t};$$

$$R_{\text{шкворень}}(100) = e - 0.002 \cdot 100$$

$$R_{\text{сателіт}}(100) = e - 0.00143 \cdot 100$$

$$R_{\text{вал хвостовика}}(100) = e - 0.001 \cdot 100$$

$$R_{\text{елементи кріплень}}(100) = e - 0.00167 \cdot 100$$

$$R_{\text{підшипники осі}}(100) = e - 0.00125 \cdot 100$$

Обчислимо ці значення для кожного компонента.

Ймовірність безвідмовної роботи для кожного компонента протягом 100 годин:

- **Шкворень:** 81.87%
- **Сателіт:** 86.69%
- **Вал хвостовика:** 90.48%
- **Кріплення ходової частини:** 84.65%
- **Підшипники осі:** 88.25%

Таблиця 4.2

Результати досліджень надійності Ходової частини

Компонент	Кількість поломок	Середній час напрацювання (MTTF), годин	Інтенсивність відмов (λ), 1/год	Ймовірність безвідмовної роботи за 100 годин, %
Шкворень	15	500	0.002	81.87%
Сателіт	10	700	0.00143	86.69%
Вал хвостовика	7	1000	0.001	90.48%
Кріплення ходової частини	12	600	0.00167	84.65%
Підшипники осі	8	800	0.00125	88.25%

- Найбільша кількість відмов припадає на шкворні та кріплення ходової частини. Це пояснюється високим навантаженням і механічними пошкодженнями через нерівні поверхні.
- Вал хвостовика має найвищу ймовірність безвідмовної роботи, що свідчить про його високу надійність у порівнянні з іншими компонентами ходової частини.



Рис. 4.2 Діаграма поломок елементів навантажувача

4.2 Розробка програми випробування навантажувачів на безвідмовність і ремонтпридатність

Експлуатація навантажувачів у складних умовах лісового господарства супроводжується підвищеним зносом їхніх елементів, особливо ходової частини та гідравлічної системи. Відмова цих вузлів може призвести до значних витрат і зниження ефективності виконання робіт. Тому важливо оцінювати надійність і ремонтпридатність навантажувачів для планування технічного обслуговування й оптимізації витрат. Метою цієї роботи є розробка програми випробувань, яка дозволить визначити найбільш вразливі вузли,

оцінити ймовірність їхньої безвідмовної роботи та сформулювати рекомендації щодо їх удосконалення.

Методика випробувань

Програма випробувань складається з таких етапів:

1. Визначення параметрів надійності:

- Середній час напрацювання до відмови (MTTF);
- Інтенсивність відмов (λ);
- Ймовірність безвідмовної роботи ($R(t)$).

2. Аналіз ремонтпридатності:

- Час ремонту вузлів;
- Частота поломок кожного компонента;
- Відсотковий внесок кожного вузла в загальну кількість відмов.

3. Формування таблиць і розрахунків для аналізу та порівняння надійності різних компонентів системи.

Основні формули

Для оцінки безвідмовності використовуються такі формули:

1. Інтенсивність відмов (λ):

$$\lambda = \frac{1}{MTTF}$$

де:

- λ — інтенсивність відмов, год⁻¹;
- MTTF — середній час напрацювання до відмови, год.

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

де:

- $R(t)$ — ймовірність безвідмовної роботи на момент часу t , год;
- t — заданий час роботи, год;

- e — основа натурального логарифма (≈ 2.718).

3. Середній час відновлення

$$T_{\text{рем}} = \frac{\sum T_{\text{рем}} * N_i}{\sum N_i}$$

(4,10)

де:

- $T_{\text{рем}}$ — середній час ремонту;
- $T_{\text{рем},i}$ — час ремонту i -го елемента;
- N_i — кількість поломок i -го елемента.

Таблиця 4.3

Дані для випробувань

Компонент	Кількість поломок (NM)	MT TF (год)	Час ремонту (ТремТрем, год)	Інтенсивність відмов (λ)	R(100)R(100), %
Шкворень	15	500	2.0	0.002	81.87
Сателіт	10	700	3.0	0.00143	86.69
Вал хвостовика	7	100 0	3.0	0.001	90.48
Кріплення ходової частини	12	600	1.5	0.00167	84.65
Підшипники осі	8	800	2.5	0.00125	88.25

Таблиця 4.4

Дані для випробувань

Компонент	Кількість поломок (NN)	М ТТФ (год)	Час ремонту (ТремТрем, год)	Інтенсивність в відмов (λλ)	R(100) R(100), %
Гідравлічний насос	18	40 0	4.0	0.0025	77.88
Гідроциліндри	12	60 0	3.0	0.00167	84.65
Гідравлічні шланги	20	30 0	2.0	0.00333	71.65
Клапани управління	10	70 0	3.0	0.00143	86.69

Шкворень

$$\lambda = \frac{1}{500}$$

(4,11)

$$R(100) = e^{-0,002 \cdot 100} = 0,8187(81,87\%) \quad (4,12)$$

де:

$R(t)$ — ймовірність безвідмовної роботи на момент часу tt , год;

t — заданий час роботи, год;

e — основа натурального логарифма (≈ 2.718).

Сателіт

$$\lambda = \frac{1}{700}$$

(4,13)

$$R(100) = e^{-0,00143 \cdot 100} = 0,8866 (86,69\%) \quad (4,14)$$

Вал хвостовика

$$\lambda = \frac{1}{1000}$$

(4,15)

$$R(100) = e^{-0,001*100} = 0,9048 \text{ (90,48\%)} \quad (4,16)$$

Гідравлічний насос

$$\lambda = \frac{1}{400}$$

(4,17)

$$R(100) = e^{-0,0025*100} = 0,7788 \text{ (77,88\%)} \quad (4,18)$$

Гідравлічні шланги

$$\lambda = \frac{1}{300}$$

(4,20)

$$R(100) = e^{-0,00333*100} = 0,7165 \text{ (71,65\%)} \quad (4,21)$$

Висновки

1. **Компоненти з найвищою надійністю:**
 - Вал хвостовика (90.48%);
 - Клапани управління (86.69%).
2. **Компоненти з найменшою надійністю:**
 - Гідравлічні шланги (71.65%);
 - Гідравлічний насос (77.88%).

3. Ремонтпридатність:

- Найдовший час ремонту мають гідравлічні насоси (4.0 год) та вали хвостовика (3.0 год).

- Найменший час ремонту — у кріплень ходової частини (1.5 год).

4. Рекомендації:

- Зменшити навантаження на гідравлічні шланги або впровадити частіше обслуговування.

- Підвищити контроль за станом шворнів і гідроциліндрів.

Ця програма дозволяє оцінити реальну ефективність експлуатації навантажувачів та оптимізувати витрати на технічне обслуговування

4.3 Розробка плану випробувань на збереженість

Розробка плану випробувань на збереженість навантажувачів для лісового господарства

План випробувань на збереженість навантажувачів покликаний визначити, наскільки техніка здатна зберігати свої робочі характеристики протягом тривалого періоду зберігання у складних умовах. Оскільки навантажувачі, що використовуються в лісовому господарстві, зазнають впливу підвищеної вологості, температурних коливань, корозійних факторів і забруднення, необхідно переконатися, що вони залишаються в робочому стані навіть після тривалого простою. Такий підхід є важливим для забезпечення ефективності та економічної доцільності використання навантажувачів у цій галузі.

Мета і завдання досліджень

Основною метою випробувань на збереженість є визначення здатності навантажувачів зберігати експлуатаційні властивості при тривалому зберіганні. У ході випробувань перевіряється стан ключових компонентів, таких як гідравлічна система, з'єднання, шасі та електричні системи, що піддаються впливу негативних зовнішніх факторів.

Завданнями досліджень є:

1. Оцінка впливу факторів зовнішнього середовища на збереженість компонентів.
2. Встановлення частоти технічного обслуговування в період зберігання.
3. Визначення основних ризиків для збереженості компонентів та способів їх мінімізації.

Умови і методика проведення випробувань

Умови зберігання техніки моделюються відповідно до реальних умов експлуатації в лісовому господарстві. Техніка зберігається у вологому середовищі при температурних коливаннях, що дозволяє перевірити, як ці фактори впливають на стан механізмів і матеріалів. Наприклад, визначаються впливи вологості на стан зварних з'єднань та гідравлічних шлангів, а також оцінюється можливість корозії шасі та інших металевих частин.

Для оцінки стану компонентів використовуються методи візуальної діагностики, вимірювання зносу і перевірки робочих характеристик після тривалого зберігання.

Основні етапи випробувань

План випробувань включає кілька основних етапів:

1. Попереднє дослідження стану техніки: Перед початком випробувань проводиться огляд та діагностика всіх основних систем. Фіксується початковий стан компонентів, що дозволяє порівняти результати після зберігання.
2. Зберігання в контрольованих умовах: Навантажувачі розміщуються у спеціальних камерах або на полігонах, що відтворюють вплив факторів зовнішнього середовища. Протягом визначеного періоду фіксуються показники температури, вологості та інших параметрів.
3. Проміжні обстеження: У процесі випробувань з інтервалами проводяться проміжні огляди техніки для виявлення ознак зносу, корозії та інших змін. На цьому етапі можливе регламентоване обслуговування, наприклад, змащування або очищення компонентів.
4. Підсумкова діагностика: Після закінчення періоду зберігання проводиться детальний огляд усіх компонентів, фіксуються дані про знос,

наявність пошкоджень і можливі дефекти. Особлива увага приділяється стану гідравлічної системи, електричних з'єднань та антикорозійного захисту.

Очікувані результати і рекомендації

На основі отриманих даних визначається, наскільки ефективно навантажувачі можуть зберігати свої робочі характеристики при тривалому зберіганні. Зокрема, очікується виявлення компонентів, які найбільше схильні до зносу в умовах простою. Наприклад, гідравлічна система може потребувати додаткового захисту від забруднень, а шасі — антикорозійного покриття.

За результатами випробувань можуть бути запропоновані рекомендації щодо обслуговування техніки під час зберігання, вдосконалення захисних покриттів і використання більш стійких до корозії матеріалів для виробництва основних частин навантажувачів. Такий підхід сприятиме збільшенню терміну служби техніки і зниженню витрат на її утримання в умовах лісового господарства.

Висновок

Дослідження надійності техніки, зокрема навантажувачів, є важливим напрямом для забезпечення ефективності їхньої роботи в умовах інтенсивної експлуатації. Надійність техніки безпосередньо впливає на продуктивність і фінансові показники підприємства. У випадку лісового господарства, де навантажувачі використовуються в складних умовах із високим навантаженням, питання технічної готовності обладнання стає пріоритетним.

Аналіз відмов і статистичних даних про технічні вузли навантажувачів дозволяє виявити слабкі місця, які найчастіше потребують ремонту. Наприклад, серед найбільш вразливих компонентів є ходова частина, гідравлічна система та робоче обладнання, такі як захвати для колод і ковші. Виявлення закономірностей у відмовах цих вузлів дозволяє розробити ефективний графік

технічного обслуговування. Це сприяє зменшенню ймовірності несподіваних поломок, що може значно скоротити простої техніки й пов'язані з ними втрати.

Проведені розрахунки на основі експоненціального закону розподілу показали, що ймовірність безвідмовної роботи для різних компонентів техніки може бути суттєво підвищена завдяки плановій заміні найбільш вразливих деталей. Наприклад, ймовірність безвідмовної роботи для таких елементів, як шкворень, сателіт і вал хвостовика, значно знижується при недотриманні регламенту заміन або нехтуванні періодичним технічним оглядом. Розрахунки довели, що правильна оцінка середнього часу напрацювання на відмову (MTTF) та врахування інтенсивності відмов дозволяють оптимізувати витрати на технічне обслуговування.

Важливим аспектом стало дослідження гідравлічної системи, яка є ключовою частиною роботи навантажувачів. Поломки гідроциліндрів, насосів і клапанів найчастіше трапляються через підвищені навантаження, забруднення робочої рідини або зношення ущільнень. Регламентована заміна фільтрів у гідравлічній системі, розрахунки термінів заміни і аналіз імовірностей відмов дозволяють забезпечити стабільну роботу цієї системи. Таблиці, створені в ході дослідження, підтвердили, що регулярне технічне обслуговування знижує ризик відмов і витрати на ремонт.

Оцінка ремонтпридатності техніки також є важливим компонентом дослідження. Аналіз часу, потрібного для заміни чи ремонту окремих вузлів, показав, що існують вузли з високими витратами часу на ремонт, наприклад, компоненти гідравлічної системи. Включення цих даних у загальний графік обслуговування дозволяє оптимізувати процеси ремонту, зменшити простої та підвищити загальну продуктивність.

На основі отриманих результатів можна зробити кілька важливих висновків. По-перше, систематичний підхід до оцінки надійності техніки дозволяє мінімізувати витрати на ремонт і простої, збільшуючи ефективність роботи навантажувачів. По-друге, розробка програми випробувань на безвідмовність і ремонтпридатність є важливим етапом для створення

рекомендацій щодо поліпшення технічного обслуговування. Такі рекомендації можуть включати чітко визначений регламент заміни ключових компонентів, контроль за станом вузлів і забезпечення запасу критично важливих деталей.

Таким чином, розробка і впровадження рекомендацій на основі проведених досліджень значно підвищують надійність техніки, забезпечуючи її ефективну роботу навіть у складних умовах експлуатації, таких як лісове господарство. Ці заходи є ключем до зниження витрат, підвищення продуктивності та довговічності техніки.