МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Терещенко Владислав Віталійович

УДК 637.2:621.798

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Організація технічного сервісу машинно-тракторного парку з розробкою пристрою для очистки олив

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ Терещенко В.В.

Керівник роботи
Міненко С.В.
кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2026

АНОТАЦІЯ

Терещенко Владислав Віталійович. Організація технічного сервісу машинно-тракторного парку з розробкою пристрою для очистки олив. – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2026.

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання організації технічного сервісу у машинно-тракторному парку сільськогосподарського підприємства. Обґрунтовано склад машинно-тракторного парку для аграрного підприємства площею 2300 га в умовах Поліського регіону. Виконано розрахунок трудомісткості технічного обслуговування і ремонту підібраної техніки. Детально розроблено технологічний процес технічного обслуговування №1 вантажного автомобіля МАЗ-5551. Запропоновано організацію поста ТО-1, підібрано необхідне обладнання, інструменти та визначено послідовність виконання основних операцій. Розроблено конструкцію проектного пристрою, що забезпечує циркуляційне очищення мастила, його часткове обезводнення та подальшу роздачу або перекачування в бак зберігання. Розглянуто заходи з охорони праці під час технічного обслуговування вантажних автомобілів. Виконано техніко-економічне обґрунтування проєктних рішень, яке підтверджує доцільність їх упровадження у виробництво.

Ключові слова: машинно-тракторний парк, технічний сервіс, технічне обслуговування, вантажний автомобіль, пристрій для очистки олив, трудомісткість.

ANNOTATION

Vladislav Vitaliyovych Tereshchenko. Organisation of technical maintenance for the machinery and tractor fleet, including the development of a device for cleaning engine oil. *– Qualification work on the rights of the manuscript*.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2026.

This qualification thesis examines the organisation of technical maintenance for the machinery and tractor fleet of an agricultural enterprise. It justifies the composition of the machinery and tractor fleet for an agricultural enterprise covering an area of 2,300 hectares in the Polissia region. Calculations have been carried out to determine the labour intensity of the technical maintenance and repair of the selected machinery. The maintenance process for MAZ-5551 lorry (Maintenance Station No. 1) has been developed in detail. A proposal has been made for the organisation of Maintenance Station No. 1, the necessary equipment and tools have been selected, and the sequence of the main operations has been defined. A design has been developed for a device that ensures the recirculating cleaning of lubricating oil, its partial dehydration and subsequent distribution or transfer to a storage tank. Health and safety measures during the maintenance of lorries have been considered. A technical and economic justification of the design solutions has been carried out, confirming the feasibility of their implementation in production.

Keywords: vehicle and tractor fleet, technical service, maintenance, lorry, oil purification device, labour intensity.

ЗМІСТ

ВСТУП……..……..……7
РОЗДІЛ 1. ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ ПРОЕКТНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА…….10
1.1 Вихідні умови та виробнича характеристика підприємства……..……10
1.2 Обґрунтування складу машинно-тракторного парку……...…11
1.3 Організація системи технічного сервісу МТП……...……...…14
1.4 Методика розрахунку річної трудомісткості технічного обслуговування та ремонту……..…….14
1.5 Розрахунок трудомісткості технічного обслуговування і ремонту підібраної техніки……..…..15
1.6 Деталізація програми ТО-1 вантажних автомобілів……...……...…..17
1.7 Визначення потреби у ремонтно-обслуговуючому персоналі……..…...…..18
Висновки по розділу…….….18
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК І ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ №1 ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ……20
2.1 Призначення ТО-1 та вибір об’єкта обслуговування…….…..20
2.2 Вихідні дані та розрахунок річної програми ТО-1……....……..21
2.3 Розрахунок трудомісткості ТО-1……...……22
2.4 Технологічна послідовність виконання ТО-1……...……...…….23
2.5 Операційно-технологічна карта ТО-1……...……...….25
2.6 Організація поста ТО-1 і добір обладнання…….…...…..26
2.7 Контроль якості, оформлення результатів і висновки до розділу……..……28
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ МАСТИЛА…….…30
3.1 Вплив забруднення моторних мастил на їхні технологічні властивості…....30
3.2 Методи і технічні засоби для очищення відпрацьованих мастил……...…33

3.3 Значення мікрофільтрації в технологічному процесі очищення мастил……...…..…..36
3.4 Аналіз і завдання досліджень з очищення мастила……...……...…37
3.5 Будова та робота найпростішого пристрою для очищення мастила……..39
3.6 Будова та робота проектного пристрою…….……...……40
3.7 Розрахунок пристрою……..44
3.8 Розрахунок приводу робочих органів……...…...……..45
3.9 Розрахунок і вибір підшипників……...…...……..49
3.10 Розрахунок запобіжної муфти……...…...50
3.11 Техніка безпеки при експлуатації пристрою……...…...…51
3.12 Безпека при експлуатації електрообладнання…….....……..52
3.13 Організація технічного обслуговування пристрою та контроль якості очищення……..……..54
3.14 Оцінка очікуваного ефекту від впровадження пристрою……...…..56
Висновки по розділу…….…….57
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ…….…….59
4.1 Аналіз умов праці під час технічного сервісу машинно-тракторного парку……...59
4.2 Вимоги безпеки до організації поста ТО-1 вантажних автомобілів……...60
4.3 Санітарно-гігієнічні вимоги, освітлення і вентиляція……...….61
4.4 Пожежна, електрична та екологічна безпека……...…….62
4.5 Інструктажі, допуск до робіт і дії у разі аварійної ситуації……...……63
Висновки по розділу……..……64
РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ…….….66
5.1 Мета та вихідні дані економічного обґрунтування……....….66
5.2 Розрахунок річної програми ТО-1 та трудових витрат……...……69
5.3 Визначення капітальних вкладень у проектне рішення……..…..….67
5.4 Розрахунок річних експлуатаційних витрат……...…….…68
5.5 Розрахунок додаткового економічного ефекту……..……..69

5.6 Показники економічної ефективності проекту……...…..70
Висновки до розділу…….…….71
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ……...……73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….76

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Ефективне функціонування сучасного сільськогосподарського підприємства значною мірою залежить від технічного стану машинно-тракторного парку, рівня організації його технічного сервісу та своєчасності виконання технічного обслуговування і ремонту. У процесі виробництва сільськогосподарської продукції трактори, комбайни, вантажні автомобілі, ґрунтообробні, посівні та збиральні машини працюють у складних умовах, які характеризуються сезонністю, підвищеним пиловим навантаженням, значними коливаннями температури, нерівномірністю завантаження техніки та необхідністю виконання робіт у стислі агротехнічні строки. За таких умов особливо важливого значення набуває раціональна система технічного обслуговування, яка забезпечує підтримання машин у працездатному стані, зменшення кількості відмов і підвищення ефективності використання техніки.

Машинно-тракторний парк аграрного підприємства є складною виробничо-технічною системою, до складу якої входять енергетичні засоби, транспортні машини, сільськогосподарські агрегати, ремонтно-обслуговуюче обладнання та виробнича інфраструктура. Однією з важливих складових цієї системи є вантажні автомобілі, які забезпечують перевезення насіння, добрив, паливно-мастильних матеріалів, запасних частин, урожаю та інших вантажів. Від їх технічної готовності залежить безперервність виконання польових робіт, своєчасне забезпечення виробничих підрозділів необхідними ресурсами та ефективність логістичних процесів у господарстві.

Особливе місце в системі технічного сервісу автомобілів займає технічне обслуговування №1, яке передбачає виконання комплексу контрольно-діагностичних, кріпильних, регулювальних, мастильних, заправних і перевірних операцій.

Його основне призначення полягає у своєчасному виявленні та усуненні початкових ознак несправностей, підтриманні працездатності основних систем

автомобіля, зменшенні інтенсивності спрацювання деталей і запобіганні виникненню відмов у процесі експлуатації. Якісне виконання ТО-1 дає змогу продовжити строк служби автомобіля, знизити витрати на поточний ремонт і підвищити безпеку його використання.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи зумовлена необхідністю вдосконалення організації технічного сервісу у машинно-тракторному парку сільськогосподарського підприємства, зокрема в частині обслуговування вантажних автомобілів. У багатьох аграрних господарствах технічне обслуговування транспортних засобів виконується несистемно, без належного планування трудомісткості робіт, раціонального розміщення обладнання та чіткого дотримання технологічної послідовності операцій. Це призводить до збільшення простоїв техніки, підвищення витрат на ремонт, зниження коефіцієнта технічної готовності та погіршення економічних показників роботи підприємства.

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення організації технічного сервісу у машинно-тракторному парку проєктного сільськогосподарського підприємства з детальною розробкою технологічного процесу технічного обслуговування №1 вантажних автомобілів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання: обґрунтувати склад машинно-тракторного парку для сільськогосподарського підприємства площею 2300 га в умовах Поліського регіону; визначити трудомісткість технічного обслуговування і ремонту підібраної техніки; розробити технологічний процес виконання ТО-1 вантажного автомобіля; визначити необхідне обладнання, інструменти та організацію робочого місця; розглянути питання охорони праці під час виконання робіт; виконати техніко-економічне обґрунтування запропонованих проєктних рішень.

Об’єктом дослідження є процес організації технічного сервісу машинно-тракторного парку сільськогосподарського підприємства. **Предметом дослідження** є технологічний процес технічного обслуговування №1

вантажного автомобіля, що використовується у складі транспортної ланки господарства.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Білецький В., Рогозін О., Терещенко В. Трибологічні аспекти використання біорозкладних мастил у вузлах тертя сільськогосподарських машин. Інновації в агропромисловому комплексі, машинобудуванні та транспорті. Матеріали доповідей. Національний університет водного господарства та природокористування, 22–23 квітня 2026 року. С. 8-11.

2. Білецький В. Р., Савченко В. М., Рогозін О. Г., Терещенко В. В., Пеценко А. В. Способи повторного використання відпрацьованих мастильних матеріалів. Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 119-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 19-20 лют. 2026 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2026. С. 99-104.

Практичне значення роботи полягає в тому, що запропоновані рішення можуть бути використані для покращення організації технічного сервісу в аграрному підприємстві, підвищення технічної готовності вантажних автомобілів, скорочення простоїв машин, зниження експлуатаційних витрат і забезпечення своєчасного виконання виробничих процесів. Розроблений технологічний процес ТО-1 сприяє впорядкуванню ремонтно-обслуговуючих робіт, раціональному використанню робочого часу та підвищенню якості технічного обслуговування.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, п’яти розділів, висновку та списку використаних джерел з 36 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 58 сторінок комп’ютерного тексту, містить 10 таблиць та 2 додатки.

РОЗДІЛ 1
ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ ПРОЕКТНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Вихідні умови та виробнича характеристика підприємства

Проєктне сільськогосподарське підприємство розміщується у Поліському регіоні та має 2300 га сільськогосподарських угідь. Для цієї зони характерні порівняно легкі за механічним складом дерново-підзолисті ґрунти, підвищена зволоженість, значна мінливість погодних умов у періоди весняно-польових і збиральних робіт, а також потреба у виконанні технологічних операцій у стислий агротехнічний строк. Тому машинно-тракторний парк повинен забезпечувати не тільки достатню тягову потужність, а й високу мобільність, надійність та можливість швидкого технічного обслуговування без тривалого простою машин.

Основною метою першого розділу є обґрунтування складу машинно-тракторного парку, визначення річної програми технічного сервісу і розрахунок трудомісткості технічного обслуговування та ремонту підібраної техніки. Окрема увага приділяється вантажним автомобілям, оскільки в подальших розділах кваліфікаційної роботи передбачається детальна розробка операції технічного обслуговування №1 для цієї групи машин.

Для умов господарства приймається рослинницький напрям із частковим формуванням кормової бази.

Структура посівних площ підібрана з урахуванням типових культур Полісся, можливостей реалізації продукції та необхідності рівномірного завантаження тракторів, комбайнів і автомобілів протягом року.

Таблиця 1.1 – Прийнята структура використання земельних угідь підприємства

Культура або група угідь	Площа, га	Частка, %	Обґрунтування
Озима пшениця	550	24,0	основна зернова культура, потребує інтенсивної системи удобрення
Озиме жито і тритикале	250	10,9	стійкі культури для легших ґрунтів Полісся
Озимий ріпак	250	10,9	вимагає якісного передпосівного обробітку і своєчасного захисту
Кукурудза на зерно	450	19,6	висока потреба у транспорті під час збирання
Соя	300	13,0	потребує точного висіву та якісної міжопераційної логістики
Картопля та кормові культури	150	6,5	характерні для Полісся, підвищують навантаження на універсальні трактори
Багаторічні трави	250	10,9	використовуються для кормової бази та поліпшення структури ґрунту
Пари, сидерати, протиерозійні площі	150	6,5	технологічний резерв для відновлення родючості

Наведена структура забезпечує поєднання зернових, технічних, зернобобових і кормових культур. Для технічного сервісу це важливо, оскільки навантаження на техніку розподіляється між весняною сівбою, доглядом за посівами, збиранням ранніх зернових, збиранням кукурудзи та осіннім обробітком ґрунту. У той же час пікові навантаження залишаються значними, тому під час комплектування МТП приймається резерв продуктивності 15–20 %.

1.2 Обґрунтування складу машинно-тракторного парку

Підбір машинно-тракторного парку виконано за принципом відповідності техніки річному обсягу механізованих робіт, ґрунтово-кліматичним умовам Полісся та можливостям ремонтно-обслуговуючої бази господарства. Для підприємства площею 2300 га доцільно використовувати змішаний парк, у якому енергонасичені трактори виконують найбільш важкі операції, трактори середнього класу забезпечують основний обсяг передпосівних і транспортних робіт, а універсально-просапні трактори працюють на догляді за посівами, підживленні, обприскуванні та допоміжних операціях.

Комбайновий парк приймається у складі двох зернозбиральних комбайнів середнього класу. Таке рішення дозволяє зменшити ризик затримки збирання ранніх зернових, ріпаку, сої та кукурудзи. Для перевезення врожаю і матеріалів передбачаються чотири вантажні автомобілі вантажопідйомністю 10–15 т, які працюють у полі, на внутрішньогосподарських перевезеннях та під час доставлення зерна до складів або пунктів реалізації.

Таблиця 1.2 – Рекомендований склад самохідної техніки підприємства

Найменування техніки	Кількість, шт.	Основне призначення
Енергонасичений трактор 180–220 к.с. (типу ХТЗ-17221, МТЗ-3522 або аналог)	2	основний і глибокий обробіток ґрунту, агрегатування широкозахватних знарядь
Трактор середнього тягового класу 120–140 к.с. (типу МТЗ-1221 або аналог)	4	передпосівний обробіток, сівба, транспортні та навантажувальні роботи
Універсально-просапний трактор 80–90 к.с. (типу МТЗ-82.1 або аналог)	6	обприскування, внесення добрив, міжрядний обробіток, допоміжні роботи
Фронтальний навантажувач на тракторній базі	1	навантаження добрив, насіння, матеріалів, обслуговування складів
Зернозбиральний комбайн середнього класу з жаткою 6–7 м	2	збирання зернових, ріпаку, сої та кукурудзи із відповідними адаптерами
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю 10–15 т	4	перевезення зерна, насіння, добрив, запасних частин і ремонтних матеріалів
Автомобіль технічної допомоги/майстерня на базі малотоннажного шасі	1	виїзне обслуговування машин у полі, підвезення інструменту та вузлів

Таблиця 1.3 – Основні причіпні та навісні машини

Машина або агрегат	Кількість, шт.	Призначення
Оборотний плуг 4–5 корпусів	2	оранка під просапні й технічні культури
Дискова борона важка 4–6 м	3	лущення стерні, заробляння решток, підготовка ґрунту
Культиватор передпосівний 6–8 м	3	вирівнювання і передпосівний обробіток
Комбінований ґрунтообробний агрегат	2	скорочення проходів, збереження вологи
Сівалка зернова 6 м	2	сівба зернових, ріпаку, трав
Просапна сівалка 8-рядна	1	сівба кукурудзи та сої
Причіпний обприскувач 18–24 м	2	хімічний захист посівів
Розкидач мінеральних добрив	2	основне і підживлювальне внесення добрив
Тракторні причепи та зерновози	8	внутрішньогосподарські перевезення

Прийнятий склад машин дає змогу сформувати технологічні ланки для виконання основних робіт: обробіток ґрунту, внесення добрив, сівба, захист рослин, збирання, транспортування та післязбиральне обслуговування техніки. Наявність кількох тракторів одного тягового класу спрощує забезпечення запасними частинами і дозволяє взаємозамінювати агрегати у випадку відмови. Для умов Полісся це особливо важливо, оскільки через вологу погоду робочі вікна можуть бути короткими, а простій однієї машини призводить до порушення агротехнічних строків.

1.3 Організація системи технічного сервісу МТП

Технічний сервіс машинно-тракторного парку розглядається як сукупність організаційних і технологічних заходів, спрямованих на підтримання машин у працездатному стані. Він включає щозмінне обслуговування, періодичні технічні обслуговування, сезонне обслуговування, діагностування, поточний ремонт, зберігання машин, забезпечення запасними частинами та контроль якості виконаних робіт.

Для проектного підприємства приймається планово-попереджувальна система технічного обслуговування. Її суть полягає у виконанні регламентованих операцій через установлені інтервали напрацювання або пробігу. Такий підхід дозволяє запобігати значній частині відмов, своєчасно виявляти початкові ознаки зношування, зменшувати витрати на аварійні ремонти і забезпечувати готовність техніки до пікових сезонів.

У ремонтно-обслуговуючій зоні господарства доцільно передбачити пост технічного обслуговування тракторів і комбайнів, окремий пост для вантажних автомобілів, мийно-очисну дільницю, слюсарно-механічну дільницю, склад запасних частин, мастильних матеріалів і шин, а також майданчик для короткочасного та сезонного зберігання машин. Для зменшення простоїв частину операцій щозмінного обслуговування і дрібного ремонту слід виконувати безпосередньо у полі за допомогою автомобіля технічної допомоги.

1.4 Методика розрахунку річної трудомісткості технічного обслуговування та ремонту

Розрахунок річної трудомісткості виконано за групами машин. Для тракторів і навантажувача базою розрахунку є річне напрацювання у мото-годинах, для вантажних автомобілів – річний пробіг у кілометрах, для комбайнів – сезонне напрацювання у мото-годинах. Кількість обслуговувань визначається діленням річного напрацювання групи машин на встановлену періодичність. Отримані значення округлюються до більшого цілого, оскільки навіть неповне досягнення інтервалу у межах року потребує планування робіт у графіку сервісу.

Кількість технічних обслуговувань для групи машин визначається за залежністю:

$$N_{ТО} = T_р / t_п, \quad (1.1)$$

де $N_{ТО}$ – кількість обслуговувань за рік; $T_р$ – річне напрацювання машин відповідної групи, мото-год або км; $t_п$ – періодичність виконання певного виду технічного обслуговування.

Загальна трудомісткість робіт за групою техніки визначається за формулою:

$$T_{річ} = N_{ТО-1} \cdot t_{ТО-1} + N_{ТО-2} \cdot t_{ТО-2} + N_{ТО-3} \cdot t_{ТО-3} + N_{СТО} \cdot t_{СТО} + T_{ПР}, \quad (1.2)$$

де $t_{ТО-1}$, $t_{ТО-2}$, $t_{ТО-3}$, $t_{СТО}$ – прийняті нормативні трудомісткості одного обслуговування, люд.-год.; $N_{СТО}$ – кількість сезонних обслуговувань; $T_{ПР}$ – трудомісткість поточного ремонту за рік.

Для поточного ремонту прийнято питомі трудомісткості залежно від групи машин, оскільки фактичний обсяг таких робіт залежить від умов експлуатації, технічного стану машин та якості попередніх обслуговувань.

Для тракторів прийнято періодичність ТО-1 через 125 мото-год, ТО-2 через 500 мото-год, ТО-3 через 1000 мото-год. Для зернозбиральних комбайнів прийнято ТО-1 через 60 мото-год і ТО-2 через 240 мото-год. Для вантажних автомобілів прийнято ТО-1 через 4000 км пробігу, ТО-2 через 16000 км, сезонне обслуговування – двічі на рік. Ці значення використовуються для попереднього проектного розрахунку і можуть уточнюватися за інструкціями конкретних моделей машин.

1.5 Розрахунок трудомісткості технічного обслуговування і ремонту підібраної техніки

Річне напрацювання прийнято з урахуванням площі підприємства, структури посівів і ролі кожної групи техніки у виробничому процесі. Енергонасичені трактори завантажуються найбільше в період основного та передпосівного обробітку ґрунту. Трактори середнього класу працюють на більшості технологічних операцій, а універсально-просапні трактори мають значне завантаження на обслуговуванні посівів і транспортних роботах. Вантажні автомобілі використовуються протягом усього року, але найбільше навантаження припадає на збирання врожаю і доставлення матеріалів під час посівної кампанії.

Таблиця 1.4 – Розрахунок річної трудомісткості ТО і ремонту машинно-тракторного парку

Група техніки	К-ть, шт.	Річне напрацювання на 1 машину	ТО-1, разів	ТО-2, разів	ТО-3, разів	СТО, разів	ПР, люд.-год.	Разом, люд.-год.
Енергонасичені трактори 180–220 к.с.	2	950 мото-год	16	4	2	4	152.0	351.2
Трактори 120–140 к.с.	4	850 мото-год	28	7	4	8	238.0	531.0
Трактори 80–90 к.с.	6	750 мото-год	36	9	5	12	270.0	567.0
Фронтальний навантажувач	1	700 мото-год	6	2	1	2	49.0	114.0
Зернозбиральні комбайни	2	280 мото-год	10	3	–	4	84.0	217.0
Вантажні автомобілі 10–15 т	4	18000 км	18	5	–	8	468.0	677.0
Причіпні та навісні с.-г. машини	25	за сезонами	–	–	–	–	–	304.0

За результатами розрахунку річна трудомісткість планових робіт з технічного обслуговування і поточного ремонту становить 2761.2 люд.-год. Для урахування непередбачених робіт, додаткового діагностування, підготовки машин до зберігання та організаційних втрат вводиться коефіцієнт резерву 1,10. Тоді розрахункова програма ремонтно-обслуговуючої бази дорівнює:

$$T_{пр} = 2761.2 \cdot 1{,}10 = 3037.3 \text{ люд.-год.}$$

Одержаний обсяг робіт є достатнім для обґрунтування кількості виконавців, складу постів технічного обслуговування та потреби в обладнанні. Він також показує, що найбільшу частку сервісного навантаження формують трактори універсального і середнього класу, а також вантажні автомобілі, які мають значну трудомісткість поточного ремонту через інтенсивну роботу в умовах польових доріг і змінних навантажень.

1.6 Деталізація програми ТО-1 вантажних автомобілів

Оскільки темою кваліфікаційної роботи передбачено детальну розробку технічного обслуговування №1 вантажних автомобілів, у першому розділі доцільно виділити цю групу машин окремо. Для чотирьох автомобілів прийнято середній річний пробіг 18000 км на одну машину. Загальний пробіг

автопарку становить 72000 км. За періодичності ТО-1 через 4000 км кількість обслуговувань становить:

$$N_{ТО\text{-}1\ авт} = 72000 / 4000 = 18\ разів.$$

Технічне обслуговування №1 вантажного автомобіля передбачає комплекс контрольно-діагностичних, кріпильних, мастильних, регулювальних і завершальних робіт. Його завданням є підтримання працездатності автомобіля між більшими за обсягом обслуговуваннями, виявлення несправностей, які можуть призвести до відмови, та усунення дрібних дефектів без розбирання основних агрегатів.

Таблиця 1.5 – Орієнтовна структура трудомісткості одного ТО-1 вантажного автомобіля

Група робіт	Зміст операцій	Трудомісткість, люд.-год.
Контрольно-діагностичні роботи	перевірка герметичності систем, люфтів, стану шин, гальм і рульового керування	0,70
Кріпильні роботи	перевірка і підтягування кріплень агрегатів, ресор, карданної передачі, коліс	0,95
Мастильні роботи	змащування шарнірів, карданних валів, контроль рівнів оливи та робочих рідин	0,85
Регулювальні роботи	регулювання приводу гальм, натягу пасів, вільного ходу педалей	0,80
Електротехнічні роботи	контроль освітлення, акумулятора, генератора і стартера	0,40
Очищення і завершальний контроль	миття вузлів, усунення дрібних підтікання, запис у журнал ТО	0,80

Сумарна трудомісткість одного ТО-1 вантажного автомобіля приймається 4.50 люд.-год. Річна трудомісткість ТО-1 автопарку становить:

$$T_{ТО\text{-}1\ авт} = 18 \cdot 4.50 = 81.0\ люд.\text{-}год.$$

Під час проектування поста ТО-1 слід передбачити оглядову канаву або підйомне обладнання, комплект слюсарного інструменту, мастильно-заправне обладнання, переносні лампи безпечної напруги, манометр для перевірки тиску в шинах, пристрої для контролю люфтів, засоби очищення і тара для відпрацьованих матеріалів. Робоче місце повинно забезпечувати зручний доступ до ходової частини, трансмісії, рульового керування, гальмівної системи та електрообладнання.

1.7 Визначення потреби у ремонтно-обслуговуючому персоналі

Кількість виробничих робітників визначається за річною трудомісткістю робіт і дійсним фондом робочого часу одного працівника. Для попереднього проектного розрахунку приймаємо номінальний фонд робочого часу одного робітника 1760 год/рік. З урахуванням відпусток, втрат часу, виконання підготовчо-заключних операцій і нерівномірності завантаження приймаємо коефіцієнт використання фонду часу 0,85. Дійсний фонд становить:

$$Ф_д = 1760 \cdot 0,85 = 1496 \text{ год/рік.}$$

Потрібна кількість робітників ремонтно-обслуговуючої зони визначається за формулою:

$$Р = Т_{пр} / Ф_д. \quad (1.3)$$

Для прийнятого парку машин отримаємо: Р = 3037.3 / 1496 = 2.03. Отже, для виконання річної програми технічного сервісу необхідно прийняти 3 виробничих робітники. У період підготовки до весняно-польових і збиральних робіт доцільно залучати механізаторів до окремих операцій обслуговування, а складні ремонтні роботи, які потребують спеціального обладнання, передавати спеціалізованим сервісним підприємствам.

Рекомендований склад персоналу ремонтно-обслуговуючої бази: слюсар-ремонтник машинно-тракторного парку, слюсар з ремонту автомобілів, електрик-діагност, а функції майстра або відповідального за технічний стан машин може виконувати інженер-механік підприємства. За необхідності один працівник може суміщати частину операцій, але відповідальність за якість ТО-1 вантажних автомобілів доцільно закріпити за окремим виконавцем або ланкою.

Висновки по розділу

Для проектного сільськогосподарського підприємства Поліського регіону площею 2300 га підібрано машинно-тракторний парк, який включає енергонасичені, середні та універсально-просапні трактори, зернозбиральні комбайни, вантажні автомобілі, автомобіль технічної допомоги, а також комплект причіпних і навісних сільськогосподарських машин. Такий склад

парку відповідає прийнятій структурі посівних площ і забезпечує виконання основних технологічних операцій у встановлені агротехнічні строки.

Розрахована річна трудомісткість технічного обслуговування і поточного ремонту становить 2761.2 люд.-год., а з урахуванням резерву – 3037.3 люд.-год. Найбільш трудомісткими групами є вантажні автомобілі та трактори, тому саме для них необхідно забезпечити якісне планування ТО, своєчасне діагностування і наявність запасних частин. Для виконання річної програми технічного сервісу прийнято 3 виробничих робітники, а в сезонні піки можливе залучення механізаторів та використання виїзної майстерні.

Отримані результати є вихідною базою для подальшого проектування ремонтно-обслуговуючої дільниці та детальної розробки технологічного процесу технічного обслуговування №1 вантажних автомобілів.

РОЗДІЛ 2
РОЗРАХУНОК І ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ №1 ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ

2.1 Призначення ТО-1 та вибір об’єкта обслуговування

Технічне обслуговування №1 вантажного автомобіля є регламентованим комплексом операцій, який виконується між щозмінним обслуговуванням і більш поглибленим ТО-2. Його головне призначення полягає у попередженні відмов, своєчасному виявленні послаблення кріплень, порушень герметичності систем, зниження рівня мастильних матеріалів, підвищеного зношування шин, деталей підвіски, рульового керування та гальмівної системи. Для аграрного підприємства своєчасне виконання ТО-1 особливо важливе, оскільки автомобілі працюють не лише на дорогах загального користування, а й на польових дорогах, тимчасових під’їздах до комбайнів, складах зерна, майданчиках зберігання добрив і насіння.

У першому розділі для проектного підприємства площею 2300 га було прийнято чотири вантажні автомобілі вантажопідйомністю 10–15 т. Для детальної розробки ТО-1 у цьому розділі як типовий представник цієї групи приймаємо вантажний автомобіль-самоскид МАЗ-5551. Такий автомобіль придатний для перевезення зерна, насіння, мінеральних добрив, будівельних і ремонтних матеріалів, а також для роботи з причепом у складі транспортної ланки під час збирання врожаю. Умови експлуатації в Поліському регіоні характеризуються підвищеною вологістю, забрудненням ходової частини ґрунтом, частими короткими рейсами і нерівномірністю навантаження протягом року.

ТО-1 для автомобіля МАЗ-5551 виконується на спеціалізованому посту ремонтно-обслуговуючої бази господарства. Роботи мають проводитися після попереднього очищення автомобіля, зовнішнього огляду і короткого опитування водія щодо зауважень, виявлених під час останніх рейсів. За результатами обслуговування автомобіль допускають до подальшої

експлуатації або спрямовують на поточний ремонт, якщо виявлені несправності не можуть бути усунені в межах регламенту ТО-1.

Таблиця 2.1 – Проектна характеристика автомобіля, прийнятого для розробки ТО-1

Показник	Прийняте значення	Значення для організації ТО-1
Марка автомобіля	МАЗ-5551, самоскид	типовий автомобіль групи 10–15 т, прийнятої в МТП
Кількість у господарстві	4 шт.	формує окрему річну програму ТО-1 автопарку
Середній річний пробіг	18000 км на автомобіль	прийнято з урахуванням перевезення врожаю та матеріалів
Періодичність ТО-1	4000 км	використовується для проектного розрахунку
Характер роботи	зернові, добрива, насіння, ремонтні матеріали	значне запилення, забруднення ходової частини і змінні навантаження
Місце виконання ТО-1	пост технічного обслуговування автомобілів	мийка, оглядова канава, мастильне обладнання, інструмент

2.2 Вихідні дані та розрахунок річної програми ТО-1

Річна програма ТО-1 визначається за загальним пробігом автомобілів і прийнятою періодичністю обслуговування. У проектному господарстві автомобілі використовуються протягом усього року, однак найбільша частина пробігу припадає на періоди посівної кампанії, внесення добрив, заготівлі кормів та збирання врожаю. Тому графік ТО-1 необхідно складати так, щоб автомобіль проходив обслуговування до початку пікових транспортних робіт, а не після появи несправності.

Загальний річний пробіг автопарку визначаємо за формулою:

$$L_{заг} = n_a \cdot L_p, \quad (2.1)$$

де n_a – кількість автомобілів, шт.; L_p – середній річний пробіг одного автомобіля, км.

$$Lзаг = 4 \cdot 18000 = 72000 \text{ км.}$$

Кількість технічних обслуговувань №1 за рік визначаємо за залежністю:

$$N_{ТО\text{-}1} = L_{заг} / l_{ТО\text{-}1}, \quad (2.2)$$

де $l_{ТО\text{-}1}$ – періодичність виконання ТО-1, км.

$$N_{ТО\text{-}1} = 72000 / 4000 = 18 \text{ обслуговувань.}$$

Отримане значення означає, що кожен автомобіль у середньому проходить 4–5 обслуговувань ТО-1 на рік. Для організації робіт це дає змогу рівномірно розподілити навантаження між місяцями, але перед жнивами і осінніми перевезеннями слід передбачати позачерговий контроль технічного стану автомобілів.

Таблиця 2.2 – Розрахунок річної програми ТО-1 вантажних автомобілів

Показник	Позначення	Одиниця	Значення	Пояснення
Кількість автомобілів	n_a	шт.	4	прийнято за складом МТП
Річний пробіг одного автомобіля	$L_р$	км	18000	середнє проектне значення
Загальний пробіг автопарку	$L_{заг}$	км	72000	4 · 18000
Періодичність ТО-1	$l_{ТО\text{-}1}$	км	4000	прийнято для проектного розрахунку
Кількість ТО-1 за рік	$N_{ТО\text{-}1}$	разів	18	72000 / 4000

2.3 Розрахунок трудомісткості ТО-1

Трудомісткість одного ТО-1 залежить від технічного стану автомобіля, фактичних умов експлуатації, оснащення поста і кваліфікації виконавців. Для проектного розрахунку приймаємо сумарну трудомісткість одного ТО-1 автомобіля МАЗ-5551 4,50 люд.-год. У цю величину включені контрольно-діагностичні, кріпильні, мастильні, регулювальні, електротехнічні та завершальні операції.

Річна трудомісткість робіт ТО-1 визначається за формулою:

$$T_{ТО\text{-}1} = N_{ТО\text{-}1} \cdot t_{ТО\text{-}1}, \quad (2.3)$$

де $t_{ТО\text{-}1}$ – трудомісткість одного обслуговування, люд.-год.

$$T_{ТО\text{-}1} = 18 \cdot 4{,}50 = 81{,}0 \text{ люд.-год.}$$

Для врахування підготовчо-завершальних робіт, переміщення автомобіля на пост, оформлення документації, усунення дрібних відхилень і можливих сезонних ускладнень вводимо коефіцієнт резерву $k_р = 1{,}15$:

$$T_{пр} = T_{ТО\text{-}1} \cdot k_р = 81{,}0 \cdot 1{,}15 = 93{,}2 \text{ люд.-год.} \quad (2.4)$$

Отже, для виконання річної програми ТО-1 вантажних автомобілів господарства необхідно передбачити 93,2 люд.-год трудових витрат. Цей обсяг

не потребує створення окремої постійної бригади лише для ТО-1 автомобілів, але вимагає обладнаного поста, планового графіка постановки машин і закріплення відповідальних виконавців.

Таблиця 2.3 – Структура трудомісткості одного ТО-1 автомобіля МАЗ-5551

Група робіт	Основний зміст	Трудомісткість, люд.-год	Частка, %
Контрольно-діагностичні	огляд герметичності, люфтів, шин, гальм, рульового керування	0,70	15,6
Кріпильні	перевірка і підтягування кріплень агрегатів, ресор, коліс, карданної передачі	0,95	21,1
Мастильні	змащування шарнірів, карданних валів, перевірка рівнів оливи і рідин	0,85	18,9
Регулювальні	регулювання приводів гальм, вільного ходу педалей, натягу пасів	0,80	17,8
Електротехнічні	контроль акумулятора, генератора, стартера, освітлення і сигналізації	0,40	8,9
Очищення і завершальний контроль	очищення вузлів, усунення дрібних підтікань, запис у журнал ТО	0,80	17,7
Разом	повний комплекс ТО-1	4,50	100,0

Тривалість перебування автомобіля на посту визначаємо за формулою:

$$\tau_п = t_{ТО\text{-}1} / (m \cdot \eta_п), \quad (2.5)$$

де m – кількість виконавців на посту; $\eta_п$ – коефіцієнт використання робочого часу поста. Приймаємо m = 2 особи, $\eta_п$ = 0,85.

$$\tau_п = 4,50 / (2 \cdot 0,85) = 2,65 \text{ год.}$$

З урахуванням приймання, підготовки інструменту, заїзду на пост і оформлення записів тривалість одного ТО-1 приймаємо 3,0 год. Один універсальний пост автомобільного ТО за таких умов може обслужити до двох автомобілів за зміну, що повністю забезпечує потребу проектного господарства.

2.4 Технологічна послідовність виконання ТО-1

ТО-1 виконується за потоково-постовим принципом на універсальному посту. Послідовність робіт повинна забезпечувати мінімальне повторне переміщення виконавців навколо автомобіля і зручний доступ до вузлів.

Найраціональніше починати з миття та приймання автомобіля, потім виконати зовнішній огляд, перевірити агрегати зверху, перейти до робіт під автомобілем на оглядовій канаві, після цього виконати мастильні, регулювальні та електротехнічні операції.

Мийка і приймання → Зовнішній огляд → Перевірка двигуна → Трансмісія і ходова частина → Гальма та рульове керування → Мастильні роботи → Електрообладнання → Контрольний пуск і запис у журнал

Рис. 2.1. Узагальнена послідовність виконання ТО-1 вантажного автомобіля.

На стадії приймання автомобіль очищають від ґрунту, пилу, решток рослин і мастильних забруднень. Особливу увагу приділяють місцям кріплення ресор, гальмівним механізмам, карданній передачі, зоні двигуна і паливної апаратури. Після миття автомобіль встановлюють на пост, загальмовують стоянковим гальмом, під колеса підкладають упори, вимикають двигун і знімають напругу з електроспоживачів.

Контрольно-діагностичні операції передбачають огляд двигуна, коробки передач, заднього моста, систем охолодження, живлення, мащення, пневматичного приводу гальм і гідропідсилювача рульового керування. Перевіряють наявність підтікань, стан шлангів, трубопроводів і з’єднань. За наявності слідів підтікання визначають джерело, підтягують кріплення або замінюють ущільнювальні елементи під час поточного ремонту.

Кріпильні роботи виконують після огляду. Перевіряють кріплення двигуна до рами, генератора, стартера, паливного бака, ресор, амортизаторів, стрем’янок, карданних валів, коліс і кузова. Послаблені з’єднання підтягують установленим інструментом без надмірного зусилля, щоб не пошкодити різьбу. Особливо важливо контролювати кріплення коліс, оскільки автомобілі під час збирання врожаю часто працюють з високим навантаженням і на нерівних під’їзних шляхах.

Мастильні роботи включають змащування шарнірів рульових тяг, елементів приводу зчеплення і гальм, карданних шарнірів, шліцьових з’єднань

карданної передачі та інших точок згідно з картою мащення. Одночасно перевіряють рівень моторної оливи, охолоджувальної рідини, рідини гідропідсилювача, оливи у коробці передач і ведучому мосту. Доливання виконують тільки чистими матеріалами з маркуванням, що відповідає експлуатаційній документації.

Регулювальні операції спрямовані на відновлення нормальної роботи гальмівного приводу, зчеплення, пасових передач і механізмів керування. Перевіряють вільний хід педалей, стан приводів, відсутність заїдань, правильність повернення педалей у початкове положення. У пневматичній системі гальм контролюють швидкість наростання тиску, герметичність з’єднань і справність зливу конденсату з повітряних балонів.

Електротехнічні роботи полягають у перевірці надійності кріплення акумуляторних батарей, чистоти клем, роботи стартера, генератора, зовнішнього освітлення, покажчиків повороту, стоп-сигналів, звукового сигналу, склоочисників і контрольних приладів. Виявлені перегорілі лампи замінюють, окиснені контакти очищують, пошкоджену ізоляцію проводів спрямовують на ремонт.

Після завершення основних операцій виконують контрольний пуск двигуна, перевіряють роботу приладів, відсутність сторонніх шумів, стабільність тиску в системі мащення і заряджання акумулятора. За потреби проводять короткий контрольний виїзд на території підприємства з перевіркою гальм і рульового керування. Результати ТО-1 записують у журнал технічного обслуговування із зазначенням пробігу, дати, виконавців і виявлених несправностей.

2.5 Операційно-технологічна карта ТО-1

Для забезпечення однакової якості обслуговування кожне ТО-1 необхідно виконувати за операційно-технологічною картою. Карта встановлює перелік робіт, порядок їх виконання, засоби оснащення та орієнтовну трудомісткість. У практичній роботі вона може уточнюватися залежно від фактичного технічного

стану автомобіля, але вилучення обов’язкових контрольних операцій не допускається.

Таблиця 2.4 – Операційно-технологічна карта ТО-1 автомобіля МАЗ-5551

№	Операція	Зміст виконання	Оснащення	t, люд.-год
1	Приймання і очищення	опитати водія, зафіксувати пробіг, очистити кабіну, раму, колеса, агрегати від бруду	мийна установка, щітки, журнал ТО	0,30
2	Зовнішній огляд	перевірити комплектність, підтікання, стан кузова, рами, трубопроводів і шлангів	переносна лампа, набір ключів	0,25
3	Двигун і системи	перевірити рівень оливи, охолоджувальної рідини, натяг пасів, кріплення агрегатів	щуп, ключі, вимірювальна лінійка	0,50
4	Зчеплення і трансмісія	перевірити вільний хід педалі, стан карданів, люфти і кріплення фланців	ключі, шприц мастильний	0,45
5	Рульове керування	перевірити люфт, шарніри тяг, рівень рідини ГУР, відсутність підтікань	люфтомір, ключі	0,35
6	Гальмівна система	перевірити герметичність пневмосистеми, дію робочого і стоянкового гальм, злити конденсат	манометр, мильний розчин, інструмент	0,60
7	Підвіска, колеса, шини	перевірити ресори, стрем’янки, амортизатори, гайки коліс, тиск і стан шин	манометр, динамометричний ключ	0,50
8	Мастильні роботи	змастити точки згідно з картою мащення, долити експлуатаційні рідини за потреби	мастильний шприц, лійки, тара	0,55
9	Електрообладнання	перевірити АКБ, генератор, стартер, освітлення, сигналізацію, контрольні прилади	тестер, ареометр, ключі	0,35
10	Завершальний контроль	пуск двигуна, контроль приладів, перевірка гальм, оформлення записів	журнал ТО, контрольно-діагностичні засоби	0,65
	Разом	повний комплекс робіт ТО-1		4,50

У таблиці 2.4 наведено розгорнутий перелік операцій. Оскільки частина робіт може виконуватися паралельно двома виконавцями, фактична тривалість перебування автомобіля на посту менша за сумарну трудомісткість. Для проектного розрахунку прийнято нормативну трудомісткість 4,50 люд.-год, що відповідає наведеній структурі робіт.

2.6 Організація поста ТО-1 і добір обладнання

Пост ТО-1 вантажних автомобілів доцільно розмістити у зоні автомобільного обслуговування ремонтної майстерні. Він повинен мати тверде

покриття, оглядову канаву або естакаду, достатнє освітлення, вентиляцію, місце для розміщення мастильно-заправного обладнання та комплект інструменту. Проїзд до поста організовують так, щоб автомобіль міг заїхати і виїхати без складного маневрування, а поруч залишався прохід для виконавців.

Таблиця 2.5 – Основне обладнання та інструмент поста ТО-1

Найменування	Призначення	Кількість
Оглядова канава або естакада	доступ до трансмісії, мостів, гальмівних камер, карданної передачі	1
Комплект слюсарного інструменту	кріпильні та регулювальні роботи	1 комплект
Динамометричний ключ	контроль затягування відповідальних різьбових з’єднань	1
Мастильний шприц і заправні лійки	змащування шарнірів і доливання рідин	1–2
Манометр шинний і контрольний манометр пневмосистеми	перевірка тиску в шинах і пневмогальмах	по 1
Переносна лампа безпечної напруги	огляд нижньої частини автомобіля	2
Електротестер, ареометр	контроль електрообладнання й акумуляторів	1 комплект
Тара для відпрацьованих матеріалів	збір забрудненого мастила, ганчір’я і фільтрувальних матеріалів	за потребою

Робоче місце повинно бути забезпечене картами мащення, журналом ТО, відомістю дефектів, інструкцією з охорони праці та нормами витрат експлуатаційних матеріалів. Інструмент розміщують на пересувному візку або стенді, що скорочує підготовчо-завершальний час. Мастильні матеріали зберігають у закритій промаркованій тарі, щоб уникнути змішування і забруднення.

Виконавцями ТО-1 є два слюсарі з ремонту автомобілів або один слюсар і водій автомобіля під контролем майстра. Водій бере участь у прийманні автомобіля, повідомляє про особливості останньої роботи, допомагає перевіряти освітлення, гальма і сигнали. Відповідальність за якість регламентних операцій несе майстер або механік автопарку.

Кількість постів для ТО-1 визначаємо за співвідношенням річної трудомісткості до річного фонду часу одного поста. За 249 робочих днів, тривалості зміни 8 год і коефіцієнті використання поста 0,85 річний фонд становить: $Фп = 249 \cdot 8 \cdot 0{,}85 = 1693{,}2$ год. Необхідна кількість постів: Хп =

93,2 / 1693,2 = 0,055. Отже, для автомобілів проектного господарства достатньо одного універсального поста ТО, який використовується також для інших операцій автомобільного сервісу.

2.7 Контроль якості, оформлення результатів і висновки до розділу

Якість ТО-1 контролюють у три етапи: поточний контроль під час виконання операцій, приймальний контроль після завершення робіт і експлуатаційний контроль під час наступної роботи автомобіля. Поточний контроль передбачає перевірку правильності застосування інструменту, чистоти мастильних матеріалів, дотримання послідовності операцій і відсутності пропусків. Приймальний контроль включає огляд автомобіля майстром, контрольний пуск двигуна, перевірку тиску повітря в гальмівній системі, дії освітлювальних приладів, відсутності підтікань і сторонніх шумів.

За результатами обслуговування заповнюють журнал ТО. У ньому зазначають дату, марку і державний номер автомобіля, пробіг, вид виконаного обслуговування, перелік виявлених дефектів, виконавців і підпис відповідальної особи. Якщо під час ТО-1 виявлено несправності, що потребують заміни вузлів, значного регулювання або розбирання агрегатів, автомобіль не випускають на лінію до виконання поточного ремонту.

Виконані розрахунки показують, що для автопарку з чотирьох автомобілів МАЗ-5551 із середнім річним пробігом 18000 км на одну машину необхідно виконати 18 обслуговувань ТО-1 на рік. Сумарна нормативна трудомісткість становить 81,0 люд.-год, а з урахуванням резерву – 93,2 люд.-год. Тривалість одного обслуговування при роботі двох виконавців приймається близько 3 год. Для умов проектного підприємства достатньо одного універсального поста ТО-1, оснащеного оглядовою канавою, мастильним обладнанням, контрольно-вимірювальними приладами та комплектом слюсарного інструменту.

Запропонована технологія ТО-1 дозволяє систематизувати обслуговування вантажних автомобілів, зменшити кількість відмов у періоди

пікових перевезень, підвищити безпеку руху і забезпечити готовність транспортної ланки до виконання виробничих завдань аграрного підприємства.

РОЗДІЛ 3
РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ МАСТИЛА

3.1 Вплив забруднення моторних мастил на їхні технологічні властивості

Надійна робота двигунів і гідравлічних систем сільськогосподарської техніки значною мірою визначається станом мастильного матеріалу. У процесі виробництва, транспортування, зберігання та безпосередньої експлуатації в мастило потрапляють тверді частинки, вода, продукти окиснення, залишки палива, пил і металевий знос. Тому навіть свіже мастило, яке надходить у господарство, не можна розглядати як абсолютно чисте середовище. Забруднення доцільно поділяти на виробничі, що з'являються ще на етапі виготовлення та зберігання, і експлуатаційні, які накопичуються під час роботи машин.

Виробничі домішки утворюються внаслідок недостатнього очищення тари, резервуарів, трубопроводів, заправних пристроїв та інших елементів нафтогосподарства. До цієї групи належать частинки пилу, окалини, залишки ущільнювальних матеріалів, мікрокраплини води та інші сторонні включення. Експлуатаційні домішки мають інше походження: вони надходять у мастило з повітрям, паливом, продуктами зношування деталей, а також утворюються внаслідок термічного та окисного старіння самої оливної основи. У реальних умовах обидві групи забруднень діють одночасно, посилюючи негативний вплив одна одної.

Для моторних мастил особливо небезпечними є абразивні частинки мінерального походження. Частинки кварцового пилу, сполуки кремнію й алюмінію, а також тверді металеві включення мають високу твердість і при потраплянні в зони тертя працюють як мікрорізальний інструмент. Дослідження, наведені в літературних джерелах, показують, що в товарних дизельних мастилах, які застосовуються в сільськогосподарській техніці, вміст

забруднень може досягати 0,14 % за масою, а в автотракторних мастилах за подібних умов – до 0,28 % [5]. Наявність частинок розміром понад 50 мкм особливо небажана, оскільки вони швидко погіршують роботу фільтрів і прискорюють зношування деталей.

Забруднене мастило втрачає здатність стабільно утворювати мастильну плівку. Внаслідок цього збільшується коефіцієнт тертя, підвищується температура у вузлах тертя, погіршується відведення теплоти та зростає витрата енергії на подолання механічних опорів. Одночасно прискорюється утворення лакових відкладень, нагару і шламів, які осідають на гарячих поверхнях двигуна, у каналах системи змащення та на фільтрувальних елементах. Якщо такі процеси не контролювати, мастило швидко переходить із робочого стану в непридатний для подальшої експлуатації.

Вода є одним із найактивніших чинників погіршення якості мастила. Вона може потрапляти в систему через конденсацію вологи, негерметичність ущільнень, неправильне зберігання або під час миття агрегатів. У присутності води зростає швидкість гідролізу присадок, прискорюються корозійні процеси та відбувається коагуляція дрібнодисперсних домішок. З літературних даних відомо, що за наявності вологи концентрація корисних присадок може знижуватися до 50–60 % від початкової [8]. Це означає, що мастило може ще зберігати зовнішню текучість, але вже не виконувати повною мірою захисні функції.

Старіння мастила в двигуні є складним комплексом хімічних і фізичних перетворень. Висока температура, кисень повітря, залишки палива, продукти згоряння та каталізуюча дія металевих поверхонь спричиняють окиснення вуглеводнів. Унаслідок цього утворюються кислоти, смолисті речовини, полімеризовані продукти, вуглецеві частинки та інші включення. Частина продуктів старіння розчиняється в мастилі, а частина переходить у нерозчинний стан і стає джерелом механічного забруднення.

Найінтенсивніше руйнування мастильного матеріалу відбувається в зоні поршневих кілець. Тут тонка плівка мастила одночасно контактує з нагрітими

поверхнями, продуктами згоряння палива та киснем повітря. У цій зоні можливе як термічне розкладання мастила, так і його окиснення з утворенням твердих частинок сажі та смолистих відкладень. Саме тому стан мастила тісно пов'язаний із технічним станом циліндро-поршневої групи, герметичністю камери згоряння і якістю процесу згоряння палива.

У процесі роботи зменшується лужний резерв мастила, тобто його здатність нейтралізувати кислотні продукти. Оксиди сірки, які утворюються під час згоряння палива, у присутності води перетворюються на сірчисту та сірчану кислоти. Ці кислоти реагують із присадками, поверхнями деталей і продуктами окиснення. Зниження лужності є небезпечним, оскільки воно сприяє корозійному зношуванню, підвищенню кількості відкладень і скороченню строку служби мастила.

Водночас слід зазначити, що в процесі експлуатації змінюється не вся маса мастила. Значна частина вуглеводневої основи, за даними дослідників, може залишатися придатною для подальшого використання після видалення води, механічних домішок і частини продуктів старіння. Саме ця обставина обґрунтовує доцільність очищення та відновлення відпрацьованого мастила в ремонтних майстернях і на пунктах технічного обслуговування. Замість повної утилізації такого продукту можна організувати його повторне використання для менш відповідальних вузлів або після відповідного відновлення – для технологічних потреб господарства.

Особливе значення має вплив мікрозабруднень на режим граничного змащення. Коли мастильна плівка недостатньо товста і поверхні деталей контактують через мікронерівності, тверді частинки руйнують адсорбційні та хімічні захисні шари. У таких умовах швидко зростають мікросхоплювання, задири і втомні пошкодження поверхонь. Отже, чистота мастила є не другорядним показником, а одним з основних чинників довговічності двигуна та економічності експлуатації машинно-тракторного парку.

Таблиця 3.1 – Основні джерела та наслідки забруднення моторних мастил

Джерело забруднення	Типові домішки	Основні наслідки для мастила і деталей
Зберігання і транспортування	Пил, вода, частинки тари, окалина	Погіршення стабільності, забивання фільтрів, зростання абразивності
Процес згоряння палива	Сажа, кислоти, залишки палива	Зниження лужності, утворення шламу і нагару
Зношування деталей	Металеві частинки, продукти тертя	Прискорення абразивного зношування, підвищення температури вузлів
Окиснення мастила	Смоли, лаки, органічні кислоти	Збільшення в'язкості, утворення відкладень, зниження мийних властивостей
Порушення герметичності системи	Вода, охолоджувальна рідина, пил	Корозія, емульгування, руйнування присадок

3.2 Методи і технічні засоби для очищення відпрацьованих мастил

Відновлення відпрацьованих моторних мастил може виконуватися хімічними, фізико-хімічними та фізичними методами. Вибір конкретного способу залежить від виду домішок, їх концентрації, вимог до кінцевої якості продукту, наявного обладнання та економічної доцільності. Для великих спеціалізованих підприємств прийнятними є складні технологічні схеми з реагентами, нагріванням, вакуумною перегонкою або адсорбційним очищенням. Для майстерень сільськогосподарських підприємств більш практичними є прості, безпечні й ремонтопридатні пристрої, які не потребують дефіцитних матеріалів і складної хімічної підготовки.

Хімічні методи базуються на введенні реагентів, що вступають у взаємодію з кислотними, смолистими, асфальтеновими та іншими сполуками. Після реакції утворені продукти переходять у осад або легко відокремлюються від мастила. До цієї групи належать кислотне й лужне очищення, оброблення сполуками кальцію, осушення спеціальними реагентами та інші операції. Перевагою хімічних методів є глибоке очищення, але вони потребують точного дозування, нейтралізації відходів, дотримання екологічних вимог і кваліфікованого персоналу. Саме тому в умовах ремонтної бази господарства такі методи застосовують обмежено.

Фізико-хімічні методи використовують явища коагуляції, адсорбції, іонного обміну або селективного розчинення домішок. Коагуляція сприяє укрупненню дрібнодисперсних частинок, які після цього легше осаджуються або затримуються фільтрами. Адсорбційні методи передбачають пропускання мастила через сорбенти, здатні вибірково поглинати смолисті речовини, кислоти, воду й інші небажані компоненти. Однак сорбенти потребують періодичної заміни або регенерації, а їх відпрацювання створює додаткові витрати. Такі технології доцільні тоді, коли потрібно отримати мастило високої якості й виправдано ускладнення процесу.

Фізичні методи очищення найчастіше застосовуються у господарствах, тому що вони не пов'язані з використанням небезпечних реагентів. До них належать відстоювання, фільтрування, центрифугування, магнітне очищення, оброблення в електричному полі, вібраційні та комбіновані методи. Основна дія таких способів полягає у відділенні твердих частинок, води та частини важких продуктів старіння за рахунок різниці густини, розміру частинок, електричних або магнітних властивостей. Найбільш доступними для практичного застосування є фільтри та центрифуги.

Відстоювання є найпростішим способом попереднього очищення. Воно не потребує складного обладнання, але потребує часу і забезпечує видалення лише грубодисперсних домішок та вільної води. Ефективність відстоювання зростає при підігріванні мастила, оскільки зменшується його в'язкість і частинки швидше осідають. Проте надмірне нагрівання недопустиме, адже воно може прискорити окиснення і спричинити додаткове старіння мастила. Тому відстоювання варто розглядати як допоміжну операцію перед фільтруванням або центрифугуванням.

Фільтрування дає змогу затримувати частинки, розміри яких більші за пори або канали фільтрувального матеріалу. За характером роботи фільтри поділяють на поверхневі та глибинні. Поверхневі фільтри затримують домішки переважно на поверхні елемента, тоді як глибинні накопичують частинки у товщі пористого матеріалу. У системах очищення мастил використовують

сітчасті, щілинні, паперові, картонні, тканинні, керамічні та металокерамічні фільтри. Кожний тип має свої переваги й обмеження за тонкістю очищення, ресурсом, гідравлічним опором і можливістю регенерації.

Відцентрове очищення здійснюється за рахунок дії відцентрових сил, які значно перевищують силу тяжіння. У роторі центрифуги тверді частинки та вода переміщуються до стінок, де утворюють осад, а очищене мастило повертається в систему. Швидкість осадження залежить від частоти обертання ротора, різниці густини частинки й мастила, розміру частинок та в'язкості середовища. Чим вища температура мастила в допустимих межах, тим менша його в'язкість і тим ефективніше протікає процес відділення домішок.

Разом з тим центрифуга не є універсальним засобом. Частинки дуже малого розміру, особливо органічні продукти старіння та вуглецеві включення, можуть залишатися в мастилі навіть після багаторазового проходження через ротор. Тому для підвищення ефективності доцільно поєднувати відцентрове очищення з підігріванням, дроселюванням і фільтруванням. Така комбінована схема забезпечує видалення грубих і середніх домішок, зменшує вміст води та покращує загальний стан відпрацьованого мастила без застосування складних хімічних операцій.

Таблиця 3.2 – Порівняльна характеристика методів очищення відпрацьованих мастил

Метод	Що видаляє	Переваги	Недоліки
Відстоювання	Крупні частинки, вільну воду	Простота, низька вартість	Тривалість процесу, низька тонкість очищення
Фільтрування	Механічні домішки заданого розміру	Доступність, можливість ступінчастого очищення	Засмічення елементів, зростання опору
Центрифугування	Тверді частинки, воду, шлам	Висока продуктивність, багаторазове використання	Менша ефективність для колоїдних і дуже дрібних частинок
Коагуляція та адсорбція	Смоли, кислоти, дрібнодисперсні домішки	Підвищення якості регенерату	Потреба в реагентах або сорбентах
Хімічна регенерація	Кислотні, смолисті, асфальтенові сполуки	Глибоке очищення	Складність, екологічні вимоги, утворення відходів

3.3 Значення мікрофільтрації в технологічному процесі очищення мастил

Мікрофільтрація займає важливе місце серед технологій регенерації мастил, оскільки дає змогу відокремлювати високодисперсні механічні домішки та частину продуктів окиснення. На відміну від грубого фільтрування, мікрофільтрація працює з частинками мікронного й субмікронного діапазону. Саме такі частинки часто залишаються в мастилі після відстоювання і звичайного фільтрування, але вони можуть спричиняти інтенсивне зношування, забивання тонких каналів і утворення відкладень на гарячих деталях.

У промислових технологіях мікрофільтрація часто поєднується з попереднім центрифугуванням, нагріванням, видаленням води та легких паливних фракцій. Така послідовність є обґрунтованою, оскільки пористі мікрофільтрувальні елементи швидко втрачають пропускну здатність при надходженні великої кількості грубих забруднень. Попереднє очищення зменшує навантаження на мембранний або керамічний елемент, стабілізує витрату мастила і підвищує ресурс фільтра.

У практиці відомі технологічні схеми, де мастило спочатку очищається від грубодисперсних домішок і вільної води, потім нагрівається, проходить стадію осадження або центрифугування, а після цього спрямовується на мікрофільтрацію. При цьому пористі керамічні або мембранні елементи можуть затримувати смолисті речовини, асфальтени, частинки нагару і лакоподібні продукти. Окремі установки передбачають періодичне промивання фільтрувальних елементів зворотним потоком, що зменшує втрати продуктивності та подовжує строк їх служби.

Для умов ремонтної майстерні застосування повноцінної мембранної мікрофільтрації може бути економічно складним, однак її принципи доцільно враховувати при розробці пристрою. Це означає, що очищення слід організовувати ступінчасто: спочатку видаляти великі домішки і воду, далі зменшувати в'язкість підігріванням, потім застосовувати фільтр грубого очищення й центрифугу. За потреби завершальним елементом може бути

тонкий фільтр або змінний картридж, який працює вже з попередньо підготовленим мастилом і не перевантажується шламом.

Мікрофільтрація також має важливе значення для оцінювання якості очищеного мастила. Колір регенерованого продукту не завжди є визначальним показником, адже найдрібніші вуглецеві частинки можуть залишати мастило темним, але не обов'язково погіршувати його змащувальні властивості. Натомість більш важливими показниками є відсутність води, зменшення кількості абразивних частинок, стабільність в'язкості та збереження протизношувальних властивостей. Тому технологічний процес очищення має оцінюватися не тільки візуально, а й за фізико-хімічними та експлуатаційними параметрами.

3.4 Аналіз і завдання досліджень з очищення мастила

Раціональне використання нафтопродуктів є важливим резервом зниження експлуатаційних витрат у сільському господарстві. Машинно-тракторний парк споживає значну кількість мастильних матеріалів, а їх передчасна заміна призводить до збільшення собівартості ремонтно-обслуговувальних робіт. Крім економічного аспекту, очищення і повторне використання мастила має екологічне значення, оскільки зменшує обсяг відпрацьованих нафтопродуктів, які потребують зберігання, транспортування та утилізації.

Аналіз роботи автотракторних двигунів свідчить, що зношування деталей залежить від багатьох чинників: конструкції вузлів, матеріалів, якості обробки поверхонь, режиму навантаження, температури, якості палива і стану мастила. У запилених умовах польових робіт особливе значення мають абразивні частинки, які потрапляють у двигун з повітрям, паливом або через забруднене мастило. Частка абразивного зношування деталей циліндро-поршневої групи може становити 80–90 % загального експлуатаційного зношування. Це підтверджує необхідність системного підходу до підтримання чистоти мастильних матеріалів.

Проблема очищення відпрацьованих мастил має кілька взаємопов'язаних складників. По-перше, необхідно визначити характер і розмірний склад забруднень, адже від цього залежить вибір фільтрувальних елементів і параметрів центрифуги. По-друге, слід оцінити фізико-хімічний стан мастила: в'язкість, наявність води, кислотність, лужний резерв, вміст нерозчинних домішок. По-третє, треба забезпечити технологічну простоту, безпечність і ремонтопридатність пристрою, щоб він міг використовуватися без залучення складного лабораторного або промислового обладнання.

Класифікація забруднень є необхідною умовою розробки ефективного пристрою. За походженням вони можуть бути мінеральними, металевими, органічними, водними або змішаними. За розмірами їх доцільно поділяти на грубодисперсні, середньодисперсні, дрібнодисперсні та колоїдні. За впливом на деталі виділяють абразивні, корозійно-активні, шламоутворювальні та такі, що знижують стабільність присадок. Такий поділ дає змогу обґрунтувати послідовність операцій очищення.

У межах даної роботи доцільно орієнтуватися на комбінований спосіб очищення, який включає відстоювання, сітчасте попереднє очищення, підігрівання, фільтрування і відцентрове відділення домішок. Такий варіант найбільш придатний для умов ремонтної майстерні, оскільки використовує доступні вузли списаних машин, не потребує дорогих реагентів і дає змогу організувати циркуляційний режим очищення. Повторне проходження мастила через фільтр і центрифугу підвищує ступінь видалення домішок без значного ускладнення конструкції.

Метою розробки є створення пристрою, який забезпечить підігрівання, очищення, часткове обезводнення і роздачу мастила споживачам або в бак для зберігання. Для досягнення мети потрібно виконати такі завдання: проаналізувати властивості забруднених мастил; обґрунтувати технологічну схему очищення; розробити конструктивну схему пристрою; виконати розрахунок основних елементів приводу; вибрати підшипники, шпонкове

з'єднання та запобіжну муфту; сформулювати вимоги безпеки при експлуатації та обслуговуванні.

Очікуваний результат застосування пристрою полягає у підвищенні культури збирання відпрацьованих мастил, зменшенні вмісту води й абразивних домішок, скороченні витрат на закупівлю свіжих мастильних матеріалів та покращенні екологічної ситуації на ремонтно-обслуговувальній базі. Пристрій не замінює повністю промислову регенерацію, але є практичним технічним засобом для господарств, де накопичуються невеликі та середні обсяги відпрацьованих мастил.

3.5 Будова та робота найпростішого пристрою для очищення мастила

Під час технічного обслуговування і ремонту тракторів, автомобілів та іншої сільськогосподарської техніки відпрацьоване мастило зливають у спеціальний резервуар. Якщо зливання здійснювати без попереднього очищення, разом із мастилом у резервуар потрапляють великі сторонні предмети, грудки бруду, шматки ущільнень, металева стружка та інші домішки. Надалі вони ускладнюють перекачування, забивають трубопроводи та фільтри, а також знижують якість зібраного продукту. Тому на першому етапі доцільно встановити простий пристрій для грубого очищення і відстоювання.

Найпростіший пристрій являє собою ємність, установлену над резервуаром для збирання мастила. Вона поділена перегородкою на дві секції, причому перегородка не доходить до дна приблизно на третину висоти. У першій секції розміщується знімна кришка для заливання мастила та дві сітки різної крупності. Верхня сітка затримує великі домішки, а нижня виконує додаткове очищення від менших частинок. Після проходження через сітки мастило переходить під перегородкою у другу секцію, де частково відстоюється, а далі через трубопровід спрямовується в основний резервуар.

Конструкція такого пристосування є простою, але технологічно корисною. Знімні сітки дають змогу швидко очищати фільтрувальні поверхні від накопичених домішок. Перегородка з нижнім проходом знижує швидкість

руху мастила, сприяє випадінню осаду та запобігає прямому потраплянню великих частинок у резервуар. Періодичне зливання осаду з нижньої частини ємності забезпечує стабільну роботу пристрою і зменшує ризик повторного забруднення очищеного шару мастила.

Застосування пристрою попереднього очищення поліпшує культуру виробництва і створює підготовлений потік мастила для подальшого відновлення. Воно особливо корисне тоді, коли відпрацьоване мастило надходить від різних машин і має неоднорідний склад забруднень. У такому випадку грубе відокремлення великих частинок є обов'язковою операцією перед перекачуванням, підігріванням, фільтруванням або центрифугуванням.

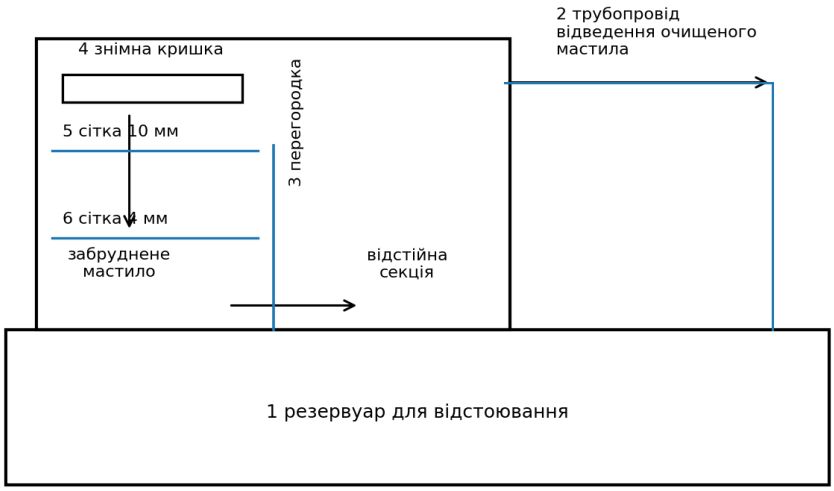


Рис. 3.1. Схема найпростішого пристрою для попереднього очищення мастила

3.6 Будова та робота проектного пристрою

Проектний пристрій призначений для нагрівання, циркуляційного очищення, часткового обезводнення і роздачі змащувального мастила. Його конструкція орієнтована на виготовлення в умовах ремонтної майстерні з використанням доступних вузлів списаних машин, стандартних деталей і листового металу. Такий підхід знижує вартість виготовлення, спрощує ремонт і дає можливість адаптувати конструкцію до наявних у господарстві матеріалів.

Основою пристрою є резервуар, у якому накопичується мастило, що підлягає очищенню. Як резервуар може бути використана стандартна металева бочка з видаленим верхнім днищем. Для зменшення тепловтрат зовнішню поверхню резервуара доцільно теплоізолювати негорючим або малогорючим матеріалом, захищеним від механічного пошкодження. Верхня частина резервуара закривається кришкою із заливною горловиною або рамою, на якій монтуються основні вузли системи очищення.

Перекачування мастила забезпечує масляний насос, наприклад насос від двигуна СМД-14 або аналогічний за продуктивністю агрегат. Дросель виконує подвійну функцію: створює необхідний гідравлічний опір і сприяє підігріванню мастила внаслідок перетворення частини енергії потоку на теплоту. Для регулювання тиску може використовуватися редукційний клапан, відрегульований відповідно до прийнятого робочого режиму. Така схема дозволяє відмовитися від окремого нагрівального елемента або зменшити його роль у системі.

Грубе очищення виконує фільтр, запозичений від дизельного двигуна або підібраний за пропускною здатністю. Після проходження через фільтр мастило надходить до реактивної масляної центрифуги. Ротор центрифуги приводиться в обертання реактивними силами струменів мастила, що виходять із сопел. Унаслідок обертання тверді домішки та частина води відкидаються до стінок ротора, де накопичуються у вигляді осаду. Очищене мастило повертається в резервуар або подається на роздачу залежно від положення кранів.

Для контролю кількості виданого мастила встановлюють лічильник рідини або, у спрощеному варіанті, використовують калібрований резервуар з мірною лінійкою. Роздача здійснюється через гнучкий рукав високого тиску і роздаточний пістолет. Запорний кран дає змогу перемикати режим циркуляційного очищення на режим видачі мастила споживачам. Якщо роздаточний кран закритий, мастило через зливний клапан і направляючий жолоб повертається в резервуар, забезпечуючи повторну циркуляцію.

Важливим елементом є система контролю температури. Для ефективного відцентрового очищення мастило необхідно нагріти до 60–70 °С, оскільки при такій температурі його в'язкість знижується, а частинки домішок легше відокремлюються. Електроконтактний термометр може автоматично вмикати або вимикати електродвигун при досягненні заданої температури. За ручного керування допускається застосування звичайного термометра, однак оператор повинен постійно контролювати температуру, щоб уникнути перегрівання.

У процесі роботи мастило забирається насосом з нижніх шарів резервуара, тобто з тієї зони, де ймовірність накопичення забруднень є найбільшою. Далі воно проходить через дросель, фільтр і центрифугу. Після дво-, три- або чотириразового проходження через систему мастило може подаватися на зберігання або використовуватися для заправлення відповідних агрегатів. Кількість циклів очищення залежить від початкового стану мастила, його в'язкості, наявності води і механічних домішок.

Дроселювання має не лише нагрівальний ефект. При різкій зміні тиску і швидкості потоку порушуються слабкі зв'язки між дрібними частинками домішок і молекулами рідкого середовища. Це сприяє укрупненню або вивільненню частинок, які надалі краще відділяються у центрифузі. Крім того, спрямування дросельованого струменя в товщу мастила зменшує шум і забезпечує більш рівномірний розподіл теплоти по всьому об'єму резервуара.

Часткове видалення води відбувається двома шляхами. Одна частина вологи зв'язується в осаді, що відкладається на стінках ротора центрифуги, а інша випаровується при виході мастила через сопла, де тиск струменя різко знижується. Для нормального видалення парів води зливна порожнина центрифуги повинна сполучатися з атмосферою, а направляючий жолоб має подавати мастило в нижню частину резервуара, щоб зменшити його спінювання та насичення повітрям.

З метою часткового відновлення експлуатаційних властивостей у схемі передбачається можливість введення присадок. Для цього встановлюють окремий резервуар або дозатор, з якого присадка надходить у бак очищеного

мастила у визначеній кількості. Дозування повинно виконуватися обережно, з урахуванням марки мастила, його залишкових властивостей і призначення очищеного продукту. Недопустиме довільне змішування несумісних присадок, оскільки це може погіршити стабільність і спричинити випадання осаду.



Рис. 3.2. Функціональна схема проектного пристрою для очищення мастила

Таблиця 3.3 – Основні елементи проектного пристрою та їх призначення

Позначення	Елемент	Призначення
1	Резервуар	Накопичення мастила, відстоювання та забезпечення циркуляції
2	Дросель	Створення опору потоку, підігрівання та підготовка мастила до центрифугування
3	Насос	Подача мастила через фільтр, центрифугу і роздаточну магістраль
10	Фільтр грубого очищення	Затримання великих і середніх механічних домішок
11	Реактивна центрифуга	Відокремлення твердих частинок і частини води відцентровими силами
13	Лічильник або мірна лінійка	Контроль кількості виданого очищеного мастила
15	Електроконтактний термометр	Контроль температури і напівавтоматичне керування
16, 17	Зливний трубопровід і жолоб	Повернення мастила в резервуар у режимі циркуляції

3.7 Розрахунок пристрою

Розрахунок проектного пристрою виконується для перевірки працездатності прийнятої конструктивної схеми та вибору основних параметрів гідравлічної і механічної частин. Вихідними даними є потужність електродвигуна, подача насоса, орієнтовний коефіцієнт корисної дії, необхідна температура очищення, а також умови роботи фільтра і центрифуги. Розрахунки мають підтвердити, що насос здатний забезпечити необхідну циркуляцію мастила, а привід – передати потрібний крутний момент без перевантаження.

Робочий тиск у магістралі визначають з умови балансу потужності гідравлічної системи. Для практичного розрахунку приймаємо потужність електропривода N = 5,5 кВт, подачу насоса $Q_ф$ = 32 л/хв і коефіцієнт корисної дії η = 0,85. Тоді розрахунковий тиск можна визначити за формулою:

$$P = 60 \cdot N \cdot \eta / Q_ф, \qquad (3.1)$$

де P – робочий тиск у магістралі, МПа; N – потужність електропривода, кВт; Qф – фактична подача насоса, л/хв; η – коефіцієнт корисної дії насоса та приводу.

Підставляючи прийняті значення, одержуємо:

$$P = 60 \cdot 5,5 \cdot 0,85 / 32 = 8,77 \text{ МПа}.$$

Отримане значення тиску є достатнім для роботи фільтра, центрифуги та роздаточної магістралі. При цьому в конструкції обов'язково передбачається редукційний або запобіжний клапан, який обмежує максимальний тиск і захищає насос, шланги та з'єднання від аварійного перевантаження.

Таблиця 3.4 – Вихідні дані та результати гідравлічного розрахунку

Показник	Позначення	Значення	Одиниця
Потужність електропривода	N	5,5	кВт
Подача насоса	Qф	32	л/хв
ККД насоса і приводу	η	0,85	-
Розрахунковий робочий тиск	P	8,77	МПа
Температура тонкого очищення	t	60–70	°C

Для стабільної роботи пристрою важливо забезпечити герметичність усіх з'єднань, правильне налаштування клапана та відсутність різких перегинів гнучкого рукава. Надмірні місцеві опори знижують фактичну подачу насоса і можуть спричинити зайве нагрівання мастила. Тому під час виготовлення пристрою діаметри трубопроводів і штуцерів слід вибирати з урахуванням подачі насоса, а фільтрувальні елементи – з запасом за пропускною здатністю.

3.8 Розрахунок приводу робочих органів

3.8.1 Розрахунок клинопасової передачі приводу вала

Привід насоса виконується від електродвигуна через клинопасову передачу. Така передача проста у виготовленні, допускає певне демпфування ударних навантажень, легко обслуговується і дає змогу підібрати потрібне передаточне відношення зміною діаметрів шківів. Вихідними даними для розрахунку є потужність електродвигуна N = 5,5 кВт, частота обертання вала електродвигуна ne = 1450 хв$^{-1}$ і необхідна частота обертання вала насоса nн = 2000 хв$^{-1}$.

Передаточне відношення, необхідне для приводу насоса, визначаємо за формулою:

$$i = n_н / n_е = 2000 / 1450 = 1{,}38. \qquad (3.2)$$

Оскільки необхідно підвищити частоту обертання, ведучий шків на валу електродвигуна приймається більшим за ведений шків насоса. З урахуванням стандартного ряду та допустимого ковзання паса приймаємо діаметр ведучого шківа d1 = 170 мм, а діаметр веденого шківа d2 = 125 мм. Фактичне передаточне відношення з урахуванням коефіцієнта ковзання ε = 0,01 становить:

$$i_ф = d1 \cdot (1 - ε) / d_2 = 170 \cdot 0{,}99 / 125 = 1{,}35. \qquad (3.3)$$

Фактична частота обертання вала насоса за таких параметрів дорівнює приблизно 1450 · 1,35 = 1958 хв$^{-1}$, що є прийнятним для прийнятої конструктивної схеми. Кутова швидкість вала електродвигуна визначається за залежністю:

$$\omega = \pi \cdot n_e / 30 = 3{,}14 \cdot 1450 / 30 = 151{,}8 \text{ рад/с}. \quad (3.4)$$

Крутний момент на валу електродвигуна становить:

$$T_1 = N \cdot 10^3 / \omega = 5{,}5 \cdot 10^3 / 151{,}8 = 36{,}2 \text{ Н·м} = 36{,}2 \cdot 10^3 \text{ Н·мм}. \quad (3.5)$$

Розрахункова швидкість паса при діаметрі ведучого шківа 170 мм дорівнює:

$$v = \pi \cdot d_1 \cdot n_e / 60000 = 3{,}14 \cdot 170 \cdot 1450 / 60000 = 12{,}9 \text{ м/с}. \quad (3.6)$$

Одержана швидкість перебуває в допустимому діапазоні для клинопасових передач малої та середньої потужності. Для зменшення пробуксовування паса необхідно забезпечити правильне натягування, співвісність шківів і захист передачі від потрапляння мастила. Орієнтовна колова сила на пасі визначається за формулою:

$$F_t = 2 \cdot T_1 / d_1 = 2 \cdot 36{,}2 \cdot 10^3 / 170 = 426 \text{ Н}. \quad (3.7)$$

З урахуванням режиму роботи, можливих короткочасних перевантажень і нерівномірності натягу для подальшого розрахунку вала приймаємо розрахункове радіальне навантаження від пасової передачі $F_r = 1527{,}1$ Н, що відповідає підвищеному запасу міцності. Кількість пасів визначаємо за допустимою потужністю одного паса з урахуванням коефіцієнтів довжини, кута обхвату та режиму роботи. За розрахунком достатньо одного клинового паса, однак конструкція рами повинна забезпечувати можливість його регулювання і заміни.

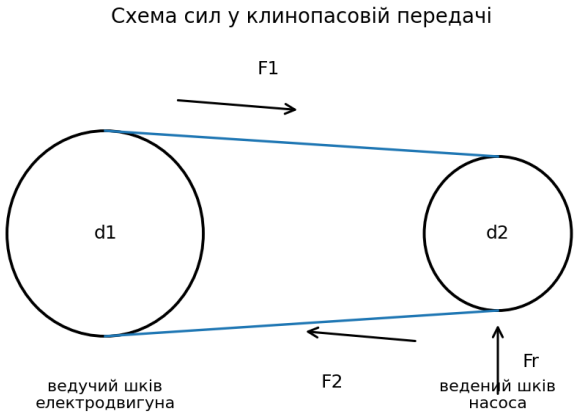


Рис. 3.3. Схема сил, що діють у клинопасовій передачі

Таблиця 3.5 – Основні результати розрахунку клинопасової передачі

Параметр	Позначення	Значення
Потужність електродвигуна	N	5,5 кВт
Частота обертання електродвигуна	n_e	1450 хв$^{-1}$
Необхідна частота обертання насоса	$n_н$	2000 хв$^{-1}$
Розрахункове передаточне відношення	i	1,38
Діаметр ведучого шківа	d_1	170 мм
Діаметр веденого шківа	d_2	125 мм
Крутний момент на валу двигуна	T_1	36,2·10³ Н·мм
Швидкість паса	v	12,9 м/с
Кількість пасів	z	1 шт.

3.8.2 Розрахунок діаметрів валів

Приводний вал працює в умовах одночасної дії крутного моменту і згинальних навантажень від клинопасової передачі. Тому його діаметр визначають з урахуванням міцності на згин і кручення, а також конструктивних вимог до посадки шківів, підшипників і муфт. Вихідними даними приймаємо потужність на валу 5,5 кВт, силу дії пасової передачі Fr = 1527,1 Н і крутний момент на валу насоса T2 = 49,6 · 10³ Н·мм.

Крутний момент на веденому валу з урахуванням передаточного відношення можна записати у вигляді:

$$T_2 = T_1 \cdot i = 36{,}2 \cdot 10^3 \cdot 1{,}37 = 49{,}6 \cdot 10^3 \text{ Н·мм}. \quad (3.8)$$

Реакції опор визначаються за рівняннями статичної рівноваги для прийнятої розрахункової схеми. За результатами розрахунку отримано реакції Rx_2 = 92,4 Н і Ry_2 = 113,9 Н. Згинаючі моменти у двох взаємно перпендикулярних площинах становлять:

$$M_y = Rx_2 \cdot e = 92{,}4 \cdot 314 = 29{,}1 \cdot 10^3 \text{ Н·мм}; \quad (3.9)$$

$$Mx = Ry_2 \cdot e = 113{,}9 \cdot 314 = 35{,}7 \cdot 10^3 \text{ Н·мм}. \quad (3.10)$$

Сумарний згинаючий момент визначаємо як геометричну суму моментів у двох площинах:

$$M = \sqrt{(Mx^2 + My^2)} = \sqrt{((35{,}7 \cdot 10^3)^2 + (29{,}1 \cdot 10^3)^2)} = 46{,}1 \cdot 10^3 \text{ Н·мм}. \quad (3.11)$$



Рис. 3.4. Розрахункова схема приводного вала.

Попередній діаметр вала визначаємо за допустимою напругою. Для прийнятого матеріалу і умов роботи з урахуванням запасу міцності приймаємо допустиму напругу [σ] = 40 МПа. Тоді:

$$d = \sqrt[3]{(32 \cdot M / (\pi \cdot [\sigma]))} = \sqrt[3]{(32 \cdot 46{,}1 \cdot 10^3 / (3{,}14 \cdot 40))} = 22{,}7 \text{ мм}. \quad (3.12)$$

З урахуванням посадки підшипників, шпонкового паза, концентрації напружень і технологічного запасу приймаємо діаметр вала під підшипники $d_в$ = 25 мм, а діаметр ділянки під шпонку – 22 мм. Таке рішення забезпечує достатню міцність і дає змогу застосувати стандартні підшипники та шпонкові з'єднання.

3.8.3 Розрахунок шпоночного з'єднання

Шпонкове з'єднання призначене для передавання крутного моменту від шківа або муфти на вал. Для вала діаметром 22 мм приймаємо призматичну шпонку розмірами b = 8 мм, h = 7 мм, t_1 = 4 мм, t2 = 3,3 мм, робочою довжиною l = 20 мм. Перевірку виконуємо за напруженнями зминання і зрізування.

$$\sigma_{зм} = 2 \cdot T_2 / (d \cdot l \cdot (h - t_1)), \quad (3.13)$$

$$\tau_{зр} = 2 \cdot T_2 / (d \cdot b \cdot l). \quad (3.14)$$

Підставляючи $T_2 = 46{,}9 \cdot 10^3$ Н·мм, d = 22 мм, b = 8 мм, h = 7 мм, t_1 = 4 мм і l = 20 мм, отримуємо:

$$\sigma_{зм} = 2 \cdot 46{,}9 \cdot 10^3 / (22 \cdot 20 \cdot 3) = 71{,}1 \text{ МПа};$$

$$\tau_{зр} = 2 \cdot 46{,}9 \cdot 10^3 / (22 \cdot 8 \cdot 20) = 26{,}6 \text{ МПа}.$$

Допустимі напруження приймаємо $[\sigma_{зм}]$ = 100 МПа і $[\tau_{зр}]$ = 60 МПа. Оскільки розрахункові значення менші за допустимі, вибрана шпонка задовольняє умови міцності. Для запобігання розхитуванню з'єднання поверхні шпонкового паза повинні бути чистими, без задирок, а посадка шківа – щільною, але такою, що допускає демонтаж під час ремонту.

3.9 Розрахунок і вибір підшипників

Підшипники вибираються для приводного вала з урахуванням діаметра посадочної шийки, частоти обертання, характеру навантаження і умов експлуатації. Для вала діаметром 25 мм доцільно застосувати радіально-сферичний дворядний кульковий підшипник типу 1205. Такий підшипник допускає невеликі перекоси вала, має достатню вантажопідйомність і зручний для монтажу в умовах ремонтної майстерні.

Основні параметри прийнятого підшипника: внутрішній діаметр d = 25 мм, зовнішній діаметр D = 52 мм, ширина B = 15 мм, радіус фаски r = 1,5 мм, динамічна вантажопідйомність C = 12,1 кН, гранична частота обертання nmax = 10000 хв$^{-1}$. Оскільки робоча частота обертання вала значно менша за граничну, за швидкісним критерієм підшипник придатний.

Еквівалентне динамічне навантаження визначається з урахуванням коефіцієнта обертання, коефіцієнта безпеки та температурного коефіцієнта. При R = 113,9 Н, k_x = 1, $k_б$ = 1,4 і k_t = 1 маємо:

$$R_E = x \cdot k_x \cdot R \cdot k_б \cdot k_t = 1 \cdot 1 \cdot 113{,}9 \cdot 1{,}4 \cdot 1 = 159{,}5 \text{ Н}. \qquad (3.15)$$

Розрахункова довговічність за такої величини навантаження значно перевищує необхідний ресурс, оскільки відношення динамічної вантажопідйомності до еквівалентного навантаження є великим. Отже, підшипник типу 1205 забезпечує потрібну працездатність. Під час монтажу необхідно передбачити захист підшипникових вузлів від потрапляння пилу та мастила, а також можливість періодичного огляду і заміни ущільнень.

Таблиця 3.6 – Прийняті параметри підшипника приводного вала

Параметр	Значення
Тип підшипника	1205, радіально-сферичний дворядний
Внутрішній діаметр d	25 мм
Зовнішній діаметр D	52 мм
Ширина B	15 мм
Динамічна вантажопідйомність C	12,1 кН
Еквівалентне навантаження RE	159,5 Н
Висновок	Підшипник забезпечує необхідну довговічність

3.10 Розрахунок запобіжної муфти

Для захисту приводу від аварійних перевантажень між валами встановлюється запобіжна муфта. Найпростішим і надійним варіантом для умов майстерні є муфта зі зрізним штифтом. У нормальному режимі штифт передає крутний момент, а при перевищенні допустимого навантаження руйнується на зріз, роз'єднуючи привід і запобігаючи пошкодженню насоса, вала, пасової передачі або електродвигуна.

Матеріалом штифта приймаємо сталь 45, а втулки виготовляємо зі сталі 40 або іншого конструкційного матеріалу з достатньою твердістю. Відстань від осі вала до осі штифта приймаємо R = 50 мм. Номінальний крутний момент на валу становить $T_{ном} = 49{,}6 \cdot 10^3$ Н·мм. Максимальний момент для спрацювання муфти приймаємо на 10 % більшим за номінальний:

$$T_{max} = 1{,}10 \cdot T_{ном} = 1{,}10 \cdot 49{,}6 \cdot 10^3 = 54{,}6 \cdot 10^3 \text{ Н·мм}. \quad (3.16)$$

Сила, що діє на зрізний штифт, дорівнює:

$$F_{max} = T_{max} / R = 54{,}6 \cdot 10^3 / 50 = 1092 \text{ Н}. \quad (3.17)$$

За прийнятою допустимою напругою зрізування для матеріалу штифта розрахунковий діаметр виходить меншим за 4 мм, тому за стандартним рядом приймаємо $d_{шт} = 4$ мм. Зовнішній діаметр втулки приймаємо $d_{вт} = 16$ мм, а її довжину вибираємо з умови надійного центрування та зручності монтажу. Таке

конструктивне рішення є простим, ремонтопридатним і не потребує складного регулювання.

Після спрацювання муфти необхідно зупинити електродвигун, визначити причину перевантаження, перевірити стан насоса, фільтра, центрифуги і трубопроводів, а вже потім встановлювати новий штифт. Використання штифтів із матеріалу невідомої міцності або збільшеного діаметра недопустиме, оскільки це може призвести до руйнування дорожчих елементів приводу.

3.11 Техніка безпеки при експлуатації пристрою

До роботи з пристроєм допускаються працівники не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний і первинний інструктажі з охорони праці, ознайомилися з конструкцією пристрою та правилами його безпечного обслуговування. Оператор повинен знати призначення основних вузлів, порядок запуску і зупинки, допустиму температуру мастила, правила користування запірною арматурою, а також дії у разі підтікання, перегрівання, стороннього шуму або спрацювання запобіжної муфти.

Перед початком роботи робоче місце необхідно прибрати від сторонніх предметів, перевірити справність освітлення, наявність засобів пожежогасіння, цілісність шлангів, надійність болтових з'єднань, стан огороджень пасової передачі та кріплення електродвигуна. Особливу увагу слід звернути на герметичність гідравлічної частини, оскільки витік мастила може спричинити ковзання, забруднення підлоги і пожежну небезпеку. Усі кришки, захисні кожухи та знімні елементи перед запуском мають бути встановлені на свої місця.

Під час роботи забороняється відкривати рухомі та нагріті частини пристрою, торкатися пасової передачі, опускати руки в резервуар з мастилом, виконувати регулювання або очищення фільтрів без зупинки електродвигуна. Забороняється залишати пристрій без нагляду в режимі підігрівання, а також перевищувати рекомендовану температуру очищення. При появі вібрації,

різкого шуму, запаху перегрітого мастила або падіння тиску пристрій потрібно негайно зупинити і з'ясувати причину несправності.

Оператор повинен працювати в спецодязі, який щільно прилягає до тіла і не має звисаючих частин. Рукави повинні бути застебнуті або зав'язані, волосся прибране під головний убір. Для захисту рук застосовують рукавиці, стійкі до дії мастил, а при переливанні або очищенні фільтрів бажано використовувати захисні окуляри. Після закінчення роботи слід прибрати розливи мастила, очистити зовнішні поверхні пристрою і переконатися, що всі крани закриті.

При забиванні фільтрувальних елементів або сіток пристрій зупиняють, відключають електроживлення, знижують тиск у системі і лише після цього виконують очищення. Осад із резервуара і центрифуги необхідно збирати в окрему тару для подальшої утилізації або передачі спеціалізованій організації. Недопустимо зливати відходи мастила на ґрунт, у каналізацію або водні об'єкти.

Таблиця 3.7 – Основні небезпечні чинники та заходи запобігання

Небезпечний чинник	Можливі наслідки	Запобіжні заходи
Рухомі частини приводу	Травмування рук, захоплення одягу	Огородження пасової передачі, заборона регулювання під час роботи
Гаряче мастило	Опіки, займання	Контроль температури, справні крани, рукавиці та окуляри
Підвищений тиск у магістралі	Розрив шлангів, розбризкування мастила	Запобіжний клапан, огляд шлангів, поступовий запуск
Розлив мастила	Ковзання, пожежна небезпека	Піддони, прибирання розливів, сорбенти
Засмічення фільтра або центрифуги	Перевантаження насоса, перегрівання	Регулярне очищення, контроль тиску і шуму

3.12 Безпека при експлуатації електрообладнання

Електрообладнання пристрою включає електродвигун, пускову апаратуру, кабелі, захисне заземлення та елементи контролю температури. Обслуговувати і ремонтувати електричну частину має право лише працівник з відповідною кваліфікацією та групою з електробезпеки. Усі роботи, пов'язані з ремонтом електродвигуна, пускової шафи або електроконтактного термометра,

виконують тільки після повного відключення напруги і перевірки її відсутності індикатором.

Пускову шафу необхідно розміщувати в доступному, сухому та захищеному від потрапляння мастила місці. На час ремонту на органах керування вивішують попереджувальний плакат «Не вмикати – працюють люди». Корпус електродвигуна, металева рама і шафа керування повинні бути надійно заземлені. Справність заземлення перевіряють періодично, а також після кожного ремонту або переміщення пристрою.

Під час роботи забороняється використовувати пошкоджені кабелі, саморобні подовжувачі, несправні вимикачі або оголені контакти. Інструмент для роботи з електрообладнанням повинен мати ізольовані рукоятки, а працівник має користуватися діелектричними рукавицями та взуттям у випадках, передбачених інструкцією. Не допускається миття електрообладнання струменем води або очищення його легкозаймистими розчинниками.

Особливу увагу слід приділити захисту електродвигуна від перевантаження. При заклинюванні насоса, забиванні фільтра або надмірному зростанні тиску електродвигун може працювати з перевищенням струму, що призводить до перегрівання обмоток. Тому у схемі керування доцільно передбачити автоматичний вимикач або тепловий захист, а також аварійне вимкнення. Після спрацювання захисту повторний запуск дозволяється лише після встановлення причини несправності.

Дотримання вимог електробезпеки є обов'язковою умовою експлуатації пристрою. Поєднання мастильних матеріалів, металевих конструкцій, нагрівання і електроприводу створює підвищені ризики, тому нехтування заземленням, ізоляцією або правилами відключення напруги може призвести до ураження електричним струмом, пожежі або виходу обладнання з ладу.

3.13 Організація технічного обслуговування пристрою та контроль якості очищення

Ефективність пристрою залежить не лише від конструкції, а й від правильної організації його експлуатації. Перед кожним запуском слід перевірити рівень мастила в резервуарі, справність насоса, положення кранів, чистоту сіток, стан фільтра і відсутність сторонніх предметів біля рухомих частин. Особливо важливо переконатися, що в резервуар не потрапили великі предмети, здатні пошкодити насос або перекрити маслозабірник. Після зовнішнього огляду оператор короткочасно вмикає привід і перевіряє відсутність сторонніх шумів та підтікання.

Технологічний процес очищення доцільно виконувати за сталою послідовністю. Спочатку мастило зливають через пристрій попереднього очищення і залишають для короткочасного відстоювання. Потім вмикають насос у режимі циркуляції через дросель і фільтр, поступово нагріваючи мастило до рекомендованої температури. Після досягнення 60–70 °C забезпечують проходження мастила через центрифугу. Тривалість очищення встановлюють за об'ємом мастила, його початковим станом і кількістю циклів проходження через систему.

Контроль якості очищення може виконуватися виробничими і лабораторними методами. У виробничих умовах оцінюють наявність води, осаду, сторонніх включень, стабільність потоку через фільтр і відсутність піни. Більш об'єктивна оцінка передбачає визначення масової частки механічних домішок, в'язкості, кислотного числа, температури спалаху та наявності води. Якщо після очищення мастило планують використовувати в відповідальних вузлах, його необхідно перевіряти за ширшим переліком показників.

Зберігати очищене мастило потрібно окремо від відпрацьованого. Тара має бути чистою, закритою, промаркованою і захищеною від потрапляння води та пилу. На етикетці або в журналі обліку доцільно зазначати дату очищення, орієнтовну марку мастила, кількість циклів очищення, температуру процесу і

призначення продукту. Такий облік полегшує контроль якості і не допускає змішування мастил різного походження без потреби.

Технічне обслуговування пристрою повинно бути плановим. Після кожної зміни очищають зовнішні поверхні, перевіряють наявність підтікань і зливають осад з доступних порожнин. Після кількох циклів роботи розбирають і очищають сітки, промивають фільтрувальний елемент або замінюють його, перевіряють стан ротора центрифуги та ущільнень. Періодичність цих операцій залежить від забрудненості мастила, але їх не можна відкладати до повного забивання фільтра, оскільки це призводить до перевантаження насоса і зростання температури.

Під час експлуатації слід вести журнал роботи пристрою. У ньому фіксують дату, обсяг очищеного мастила, температуру, кількість проходів через систему, виявлені несправності, заміну фільтрів і очищення центрифуги. Такий журнал дає змогу аналізувати фактичну продуктивність пристрою, своєчасно планувати обслуговування і оцінювати економічний ефект від його застосування.

Таблиця 3.8 – Рекомендована періодичність технічного обслуговування пристрою

Операція	Періодичність	Мета виконання
Огляд резервуара, шлангів і кранів	Перед кожним запуском	Виявлення підтікань, механічних пошкоджень і сторонніх предметів
Очищення знімних сіток	Після кожної партії забрудненого мастила	Запобігання зменшенню пропускної здатності
Очищення або заміна фільтра	За зростанням опору або після 2–3 циклів роботи	Підтримання стабільної подачі насоса
Очищення ротора центрифуги	Після накопичення осаду або за регламентом	Забезпечення ефективного відцентрового очищення
Перевірка пасової передачі	Один раз на тиждень під час активної експлуатації	Контроль натягу, зношування паса і співвісності шківів
Перевірка електрозахисту і заземлення	Періодично та після ремонту	Попередження ураження електричним струмом

Таблиця 3.9 – Орієнтовні показники контролю очищеного мастила

Показник	Спосіб контролю	Ознака задовільного стану
Вміст води	Відстоювання проби або лабораторне визначення	Відсутність видимого шару води та емульсії
Механічні домішки	Фільтрування контрольної проби	Незначна кількість осаду на фільтрі
В'язкість	Віскозиметр або порівняльна оцінка	Відповідність призначенню очищеного мастила
Колір і прозорість	Візуальний огляд у скляній посудині	Відсутність грубого осаду, допускається темний колір
Запах перегріву або палива	Органолептична оцінка з дотриманням безпеки	Відсутність різкого запаху палива чи термічного розкладу

3.14 Оцінка очікуваного ефекту від впровадження пристрою

Впровадження пристрою для очищення та відновлення мастила має комплексний ефект. Насамперед зменшуються витрати на закупівлю мастильних матеріалів, оскільки частина відпрацьованого мастила після очищення може бути використана повторно для технологічних потреб, змащування менш відповідальних вузлів, консервації деталей або інших робіт, де вимоги до якості нижчі, ніж у двигуні. Крім того, очищення мастила перед зберіганням підвищує його стабільність і полегшує подальшу передачу на регенерацію або утилізацію.

Другим важливим результатом є підвищення культури ремонтного виробництва. Наявність спеціального пристрою дисциплінує процес зливання, збирання і зберігання мастил, зменшує кількість випадкових розливів і запобігає змішуванню мастила з водою, брудом та іншими відходами. Це безпосередньо впливає на санітарний стан майстерні, пожежну безпеку і зручність роботи персоналу.

Екологічний ефект полягає у зменшенні обсягів небезпечних відходів і ризику потрапляння нафтопродуктів у ґрунт або воду. Відпрацьоване мастило містить продукти зношування, окиснення, паливо і воду, тому його не можна зливати безконтрольно. Організоване очищення та зберігання дає змогу поводитися з ним як з цінним вторинним ресурсом, а не як з випадковим відходом ремонтного процесу.

Технічний ефект проявляється в кращій підготовці мастила до повторного застосування. Видалення води і абразивних частинок знижує ризик корозії, забивання каналів і прискореного зношування. Разом із тим очищене мастило не слід безконтрольно використовувати в найвідповідальніших системах без перевірки його фізико-хімічних властивостей. Тому пристрій варто розглядати як елемент системи раціонального мастиловикористання, а не як повну заміну промислової регенерації.

Практична перевага запропонованого пристрою полягає в простоті виготовлення. Більшість вузлів може бути взята зі списаних машин або підібрана з наявних агрегатів. Це знижує капітальні витрати та спрощує ремонт. При цьому використання фільтра, центрифуги, дроселя, запобіжної муфти та електроконтактного термометра забезпечує достатній рівень технологічності і безпечності для умов ремонтно-обслуговувальної бази.

Отже, очікуваний ефект від впровадження пристрою складається з економії мастильних матеріалів, зменшення витрат на поводження з відходами, підвищення чистоти виробничого процесу, поліпшення екологічної безпеки та зниження ризиків передчасного зношування деталей при використанні якісніше підготовленого мастила. Найбільший результат буде досягнуто за умови поєднання пристрою з належним обліком мастил, плановим технічним обслуговуванням і контролем якості очищеного продукту.

Висновки по розділу

У розділі розглянуто вплив забруднення моторних мастил на їхні технологічні та експлуатаційні властивості. Показано, що механічні домішки, вода, продукти окиснення і зношування деталей знижують стабільність мастила, погіршують умови змащення та прискорюють зношування вузлів автотракторної техніки. Обґрунтовано, що значна частина основи відпрацьованого мастила після видалення небажаних домішок може бути використана повторно.

Проаналізовано хімічні, фізико-хімічні та фізичні способи очищення. Для умов ремонтної майстерні найбільш доцільним визнано комбінований метод, який поєднує відстоювання, сітчасте попереднє очищення, підігрівання, фільтрування і центрифугування. Розроблено конструкцію проектного пристрою, що забезпечує циркуляційне очищення мастила, його часткове обезводнення та подальшу роздачу або перекачування в бак зберігання.

Виконані розрахунки підтверджують працездатність прийнятої схеми. Визначено розрахунковий робочий тиск у магістралі, підібрано параметри клинопасової передачі, перевірено вал, шпонкове з'єднання, підшипники і запобіжну муфту. Окремо сформульовано вимоги охорони праці та електробезпеки, дотримання яких є необхідним для безпечної експлуатації пристрою в умовах ремонтно-обслуговувальної бази.

РОЗДІЛ 4
ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз умов праці під час технічного сервісу машинно-тракторного парку

Охорона праці у проекті організації технічного сервісу машинно-тракторного парку розглядається як система організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і протипожежних заходів, спрямованих на збереження життя і здоров’я працівників. У ремонтно-обслуговуючій зоні проектного сільськогосподарського підприємства виконуються діагностичні, кріпильні, мастильні, регулювальні та ремонтні роботи. Найбільш характерним об’єктом детального опрацювання є пост технічного обслуговування №1 вантажних автомобілів МАЗ-5551, прийнятих у складі автопарку підприємства.

ТО-1 вантажного автомобіля виконується на універсальному посту із застосуванням слюсарного інструменту, мастильно-заправного обладнання, компресора, переносного освітлення, оглядової канави або естакади. Умови праці у такій зоні залежать від технічного стану автомобіля, організації робочого місця, наявності вентиляції, справності електрообладнання, рівня освітленості, культури поводження з паливом, мастилами та відпрацьованими матеріалами. Під час виконання робіт працівники можуть контактувати з гарячими поверхнями, обертовими деталями, забрудненими мастильними матеріалами, пилом, вихлопними газами та інструментом, який створює додаткові механічні ризики.

Нормативною основою організації безпечних робіт є Закон України «Про охорону праці», Правила охорони праці на автомобільному транспорті, Правила пожежної безпеки в Україні, інструкції з охорони праці для слюсарів з ремонту автомобілів, водіїв, електрогазозварників та працівників, які обслуговують компресорне і підіймальне обладнання. На підприємстві повинні бути призначені відповідальні особи за безпечний стан обладнання, проведення

інструктажів, своєчасну перевірку знань, ведення журналів і допуск працівників до виконання робіт.

Таблиця 4.1 – Небезпечні та шкідливі виробничі фактори під час ТО-1 автомобіля МАЗ-5551

Фактор	Джерело виникнення	Можливі наслідки	Основні заходи запобігання
Механічний	колеса, карданні вали, інструмент, піддомкрачування	удари, защемлення, падіння деталей	упори під колеса, справні підставки, заборона роботи під автомобілем лише на домкраті
Хімічний	паливо, моторні оливи, гальмівні рідини, мийні засоби	подразнення шкіри, забруднення повітря	рукавиці, закрита тара, місцева витяжка, своєчасне прибирання проливів
Термічний	двигун, випускна система, нагріті рідини	опіки, займання матеріалів	обслуговування після охолодження, використання захисних рукавиць
Електричний	АКБ, переносні лампи, електроінструмент	ураження струмом, коротке замикання	напруга переносного освітлення до 36 В, заземлення, справна ізоляція
Пожежний	пальне, мастила, промаслене ганчір’я	пожежа, задимлення приміщення	вогнегасники, металева тара для ганчір’я, заборона відкритого вогню

4.2 Вимоги безпеки до організації поста ТО-1 вантажних автомобілів

Пост ТО-1 повинен мати тверде рівне покриття, зручні під’їзди, достатню ширину проходів і безпечне розміщення обладнання. Автомобіль встановлюють на пост після очищення від ґрунту, рослинних решток і мастильних забруднень. Перед початком робіт двигун вимикають, коробку передач переводять у нейтральне положення, автомобіль загальмовують стоянковим гальмом, під колеса встановлюють противідкотні упори. Ключ запалювання зберігається у відповідального виконавця або майстра, щоб виключити випадковий запуск двигуна.

Роботи під автомобілем виконують лише за наявності оглядової канави, естакади або надійних підставок. Забороняється перебувати під машиною, яка утримується тільки домкратом. Під час перевірки кріплення карданної передачі, ресор, стрем’янок, коліс і гальмівних механізмів застосовують інструмент відповідного розміру. Нарощування ключів випадковими трубами, використання зношених головок, ударних прийомів без потреби та робота інструментом із пошкодженими рукоятками не допускаються.

Оглядова канава повинна мати справні сходи, неслизьку підлогу, бортики або направляючі реборди, освітлення безпечної напруги, вентиляційний канал і закриті ніші для інструменту. У канаві не допускається накопичення води, мастила, пального, ганчір’я і сторонніх предметів. Після закінчення зміни робоче місце прибирають, проливи засипають сорбентом або піском, промаслене ганчір’я складають у металевий ящик із кришкою.

Безпечна технологічна послідовність виконання ТО-1 наведена у вигляді схеми 4.1. Вона дозволяє уникнути хаотичного переміщення працівників і зменшити ризик пропуску операцій.

Приймання автомобіля та зовнішнє очищення → встановлення на пост і фіксація коліс → огляд агрегатів та систем → кріпильні роботи → мастильні операції → регулювання і контроль електрообладнання → прибирання робочого місця → контрольний запуск і оформлення журналу ТО

Рис. 4.1. Послідовність безпечного виконання ТО-1.

4.3 Санітарно-гігієнічні вимоги, освітлення і вентиляція

У зоні технічного сервісу необхідно підтримувати мікроклімат, який не погіршує працездатність виконавців і не створює додаткових ризиків. У холодний період року слід забезпечити опалення, відсутність протягів у робочій зоні та можливість сушіння спецодягу. У теплий період важливими є приплив свіжого повітря, видалення вихлопних газів і випарів мастил, а також зменшення перегрівання робочих місць. Пуск двигуна в приміщенні допускається тільки на короткий час і за умови під’єднання відсмоктувального рукава або увімкнення загальнообмінної вентиляції.

Освітлення поста повинно забезпечувати чітку видимість вузлів автомобіля, різьбових з’єднань, рівнів рідин, маркування проводів і контрольних приладів. Для ремонтно-обслуговуючої зони приймаємо розрахункову освітленість E = 300 лк. Розміри поста ТО-1 для автомобіля МАЗ-5551 приймаємо: довжина 12 м, ширина 6 м, висота 4 м. Площа поста становить $S = 12 \cdot 6 = 72$ м^2.

Розрахунок кількості світильників виконуємо методом світлового потоку:

$$F = E \cdot S \cdot k \cdot z / \eta, \quad (4.1)$$

де F – потрібний сумарний світловий потік, лм; E – нормована освітленість, лк; S – площа поста, м^2; k = 1,5 – коефіцієнт запасу; z = 1,1 – коефіцієнт нерівномірності освітлення; η = 0,50 – коефіцієнт використання світлового потоку.

$$F = 300 \cdot 72 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}1 / 0{,}50 = 71280 \text{ лм}.$$

Приймаємо світлодіодні світильники зі світловим потоком 4000 лм. Кількість світильників: n = 71280 / 4000 = 17,8, тому приймаємо 18 світильників, розміщених у три ряди по шість штук. Додатково передбачаються переносні лампи безпечної напруги для огляду нижньої частини автомобіля та вузлів у моторному відсіку.

Для розрахунку вентиляції визначаємо об’єм поста: $V = 12 \cdot 6 \cdot 4 = 288$ м^3. Для зони ТО приймаємо кратність повітрообміну n = 3 год-1. Потрібна продуктивність вентиляції:

$$L = V \cdot n = 288 \cdot 3 = 864 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Отже, для поста ТО-1 доцільно встановити припливно-витяжну вентиляцію продуктивністю не менше 900 м^3/год. З урахуванням втрат у повітроводах приймаємо вентилятор продуктивністю 1000 м^3/год. Для видалення вихлопних газів при короткочасному запуску двигуна слід передбачити гнучкий газовідвідний рукав, який приєднується до випускної труби автомобіля.

4.4 Пожежна, електрична та екологічна безпека

Пост ТО-1 вантажних автомобілів належить до виробничих дільниць із підвищеною пожежною небезпекою через наявність пального, мастильних матеріалів, акумуляторних батарей, промасленого ганчір’я та електрообладнання. У приміщенні забороняється курити, користуватися відкритим вогнем, зберігати зайві запаси палива, залишати ввімкнений електроінструмент без нагляду. Мастильні матеріали зберігають у закритій маркованій тарі, а відпрацьовані оливи збирають в окремі ємності з кришками.

Засоби пожежогасіння розміщують біля виходу з поста і в зоні зберігання мастильних матеріалів. Доцільно передбачити порошкові вогнегасники, ящик з піском, лопату, покривало з негорючого матеріалу та інформаційну табличку з порядком дій у разі пожежі. Підходи до засобів пожежогасіння і евакуаційні виходи не повинні захаращуватися деталями, шинами, тарою або інструментом.

Електроінструмент допускається до роботи за умови справної ізоляції, наявності захисного заземлення або подвійної ізоляції, цілісності кабелю і штепсельних з’єднань. Переносні світильники в оглядовій канаві та вологих місцях повинні працювати від безпечної напруги. Під час обслуговування акумуляторної батареї необхідно уникати короткого замикання клем, користуватися захисними окулярами і рукавицями, не допускати потрапляння електроліту на шкіру та одяг.

Екологічна безпека під час ТО-1 забезпечується роздільним збиранням відпрацьованих олив, фільтрів, ганчір’я, тари з-під мастил і забруднених сорбентів. Відпрацьовані матеріали не можна зливати на ґрунт, у каналізацію або водойми. Для проектного підприємства доцільно передбачити герметичну тару для відпрацьованої оливи, піддон під місцем її зливання, сорбент для аварійних проливів і журнал обліку передачі відходів спеціалізованим організаціям.

Таблиця 4.2 – Добір засобів індивідуального захисту для робіт ТО-1

Вид робіт	Засоби індивідуального захисту	Примітка
Миття, очищення, прибирання проливів	комбінезон, гумові рукавиці, захисні окуляри	використовувати мийні засоби за інструкцією
Кріпильні та слюсарні операції	спецодяг, рукавиці, захисне взуття	інструмент підбирати за розміром кріплення
Мастильні операції	оливостійкі рукавиці, окуляри, фартух за потреби	уникати контакту оливи зі шкірою
Перевірка АКБ та електрообладнання	окуляри, рукавиці, інструмент з ізольованими ручками	не допускати короткого замикання

4.5 Інструктажі, допуск до робіт і дії у разі аварійної ситуації

До виконання ТО-1 допускаються працівники, які пройшли медичний огляд у встановлених випадках, вступний і первинний інструктажі з охорони

праці, навчання безпечним методам праці та перевірку знань. Повторний інструктаж проводять у строки, визначені для відповідної категорії робіт. Позаплановий інструктаж необхідний у разі зміни обладнання, впровадження нової технології, порушення вимог безпеки або після перерви в роботі. Цільовий інструктаж проводять перед виконанням разових робіт підвищеної небезпеки.

Майстер або відповідальний за технічний стан автопарку до початку зміни перевіряє справність поста, наявність інструменту, вогнегасників, аптечки, противідкотних упорів, вентиляції і освітлення. Виконавець зобов’язаний працювати у справному спецодязі, застосовувати засоби захисту, не виконувати операції, для яких він не має допуску, і негайно повідомляти про несправності обладнання. Усі дефекти, виявлені під час ТО-1, записують у журнал технічного обслуговування або дефектну відомість.

У разі пожежі необхідно припинити роботи, вимкнути електроживлення, повідомити керівника робіт і пожежно-рятувальну службу, розпочати гасіння первинними засобами без ризику для життя. У разі розливу пального або оливи місце проливу огороджують, засипають сорбентом або піском, забруднений матеріал збирають у закриту тару. У разі травмування працівника роботи негайно припиняють, надають домедичну допомогу, викликають медичних працівників і зберігають обстановку на місці події, якщо це не створює небезпеки для інших осіб.

Для зниження ризиків на посту ТО-1 доцільно застосовувати систему щоденного контролю. Вона включає перевірку справності освітлення, вентиляції, протипожежних засобів, інструменту, оглядової канави, стану проходів і наявності попереджувальних знаків. Результати перевірки можуть фіксуватися у короткому чек-листі майстра дільниці.

Висновки по розділу

У розділі визначено основні небезпечні та шкідливі фактори, що виникають під час технічного сервісу машинно-тракторного парку та

виконання ТО-1 вантажного автомобіля МАЗ-5551. Найбільш суттєвими є механічні небезпеки під час роботи під автомобілем, контакт із мастильними матеріалами, вплив вихлопних газів, пожежна небезпека та ризик ураження електричним струмом.

Запропоновано організаційні та технічні заходи безпеки: фіксацію автомобіля противідкотними упорами, застосування справного інструменту, безпечне освітлення оглядової канави, припливно-витяжну вентиляцію, роздільне збирання відходів, забезпечення поста вогнегасниками, аптечкою і засобами індивідуального захисту. Виконано розрахунок штучного освітлення поста площею 72 м2, за результатом якого прийнято 18 світлодіодних світильників. Розрахована продуктивність вентиляції становить 864 м3/год, тому для проекту прийнято вентилятор продуктивністю 1000 м3/год.

Реалізація наведених заходів дозволить зменшити виробничі ризики, підвищити культуру технічного сервісу, забезпечити безпечні умови праці слюсарів і водіїв та підтримати готовність вантажних автомобілів до виконання транспортних робіт у сільськогосподарському підприємстві.

РОЗДІЛ 5
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

5.1 Мета та вихідні дані економічного обґрунтування

Метою техніко-економічного обґрунтування є визначення доцільності проектних рішень з організації технічного сервісу машинно-тракторного парку та створення обладнаного поста для виконання технічного обслуговування №1 вантажних автомобілів. У попередніх розділах прийнято, що проектне сільськогосподарське підприємство працює у Поліському регіоні, має 2300 га сільськогосподарських угідь і використовує змішаний машинно-тракторний парк. До складу автомобільної групи входять чотири вантажні автомобілі типу МАЗ-5551 вантажопідйомністю 10-15 т.

Проектне рішення полягає у переході від несистемного виконання частини робіт або звернення до сторонніх майстерень до планового обслуговування автомобілів на власному універсальному посту ТО-1. Такий підхід забезпечує скорочення простою автомобілів, зменшення витрат на оплату сторонніх послуг, своєчасне виявлення початкових несправностей та підвищення технічної готовності автопарку у напружені періоди польових робіт.

Розрахунки виконані за проектними орієнтовними цінами та нормативами, прийнятими для порівняння двох варіантів: базового і проектного. Базовий варіант передбачає виконання ТО-1 із залученням стороннього сервісу або з більшими організаційними втратами. Проектний варіант передбачає виконання ТО-1 у ремонтно-обслуговуючій зоні підприємства за розробленою технологічною картою.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для економічного розрахунку

Показник	Позначення	Значення
Кількість автомобілів МАЗ-5551	$n_а$	4 шт.
Річний пробіг одного автомобіля	$L_р$	18000 км
Загальний річний пробіг автопарку	$L_{заг}$	72000 км
Періодичність ТО-1	$l_{ТО-1}$	4000 км
Кількість ТО-1 за рік	$N_{ТО-1}$	18 разів
Трудомісткість одного ТО-1	$t_{ТО-1}$	4,50 люд.-год
Розрахункова годинна ставка виконавця	$С_г$	110 грн/год
Коефіцієнт нарахувань на оплату праці	$k_н$	1,22
Розрахункова ціна дизельного пального	$Ц_п$	55 грн/л
Річна трудомісткість поточного ремонту автомобілів	$T_{пр}$	468 люд.-год

5.2 Розрахунок річної програми ТО-1 та трудових витрат

Річну програму ТО-1 визначаємо за загальним пробігом автомобільної групи та прийнятою періодичністю обслуговування. Для чотирьох автомобілів МАЗ-5551 загальний пробіг становить:

$$L_{заг} = n_а \cdot L_р = 4 \cdot 18000 = 72000 \text{ км.}$$

Кількість технічних обслуговувань №1 за рік дорівнює:

$$N_{ТО-1} = L_{заг} / l_{ТО-1} = 72000 / 4000 = 18 \text{ разів.}$$

Нормативна трудомісткість одного ТО-1 приймається 4,50 люд.-год. Тоді річна трудомісткість виконання робіт становить:

$$T_{ТО-1} = N_{ТО-1} \cdot tТО\text{-}1 = 18 \cdot 4{,}50 = 81{,}0 \text{ люд.-год.}$$

Для урахування підготовчо-завершальних операцій, постановки автомобіля на пост, оформлення документації та можливого збільшення обсягу дрібних регулювальних робіт вводимо коефіцієнт резерву 1,15. Розрахункова трудомісткість робіт за рік становить:

$$T_р = 81{,}0 \cdot 1{,}15 = 93{,}2 \text{ люд.-год.}$$

Одержаний обсяг робіт підтверджує, що для підприємства достатньо одного універсального поста ТО-1, який може використовуватися також для поточного ремонту, діагностування та сезонного обслуговування автомобілів. За двох виконавців тривалість перебування автомобіля на посту становить

близько 3 год, що дозволяє виконувати роботи без порушення графіка перевезень.

5.3 Визначення капітальних вкладень у проектне рішення

Для впровадження проектного варіанта необхідно доукомплектувати пост ТО-1 обладнанням, інструментом і контрольно-вимірювальними засобами. Частина обладнання може бути використана з наявної ремонтної майстерні, тому у кошторис включаються тільки витрати, безпосередньо пов’язані з організацією автомобільного поста.

Таблиця 5.2 – Орієнтовний кошторис капітальних вкладень

Найменування витрат	Призначення	Сума, грн
Облаштування оглядової канави або естакади	доступ до нижньої частини автомобіля	50000
Комплект слюсарного та динамометричного інструменту	кріпильні та регулювальні операції	40000
Мастильно-заправне обладнання	змащування вузлів і доливання рідин	25000
Контрольно-діагностичні прилади	перевірка гальм, електрообладнання, тиску в шинах	28000
Поліпшення освітлення і вентиляції поста	безпечні умови праці та якість огляду	20000
Верстак, шафа для інструменту, тара для відпрацьованих матеріалів	організація робочого місця	12000
Підготовка документації, навчання виконавців	впровадження технологічної карти ТО-1	10000
Разом капітальних вкладень	К	185000

Загальна сума капітальних вкладень становить 185000 грн. Ці витрати мають одноразовий характер і забезпечують можливість якісного виконання ТО-1 власними силами підприємства протягом декількох років. У подальших розрахунках приймаємо норму амортизаційних відрахувань 10 % на рік, а витрати на утримання та дрібний ремонт обладнання - 3 % від його вартості.

5.4 Розрахунок річних експлуатаційних витрат

У базовому варіанті витрати формуються за рахунок оплати стороннього сервісу, організаційних втрат, додаткових переміщень і очікування автомобіля. Для розрахунку приймаємо вартість одного ТО-1 у сторонньому або несистемно організованому варіанті 3200 грн, а додаткові витрати на

переміщення та оформлення – 550 грн на одне обслуговування. Річні витрати базового варіанта становлять:

$$С_б = 18 \cdot (3200 + 550) = 67500 \text{ грн.}$$

У проектному варіанті основними складовими витрат є оплата праці виконавців, матеріали, енергія, утримання обладнання, амортизація та накладні витрати. Оплата праці з нарахуваннями визначається за формулою:

$$С_{зп} = Т_{ТО\text{-}1} \cdot С_г \cdot k_н = 81{,}0 \cdot 110 \cdot 1{,}22 = 10870 \text{ грн.}$$

Витрати на матеріали включають мастильні матеріали, обтиральні засоби, дрібні кріпильні елементи та витратні матеріали. Приймаємо 600 грн на одне ТО-1. Витрати на електроенергію, воду та мийно-очисні операції приймаємо 90 грн на одне ТО-1. Накладні витрати приймаємо у розмірі 15 % від суми заробітної плати, матеріалів та енерговитрат.

Таблиця 5.3 – Річні експлуатаційні витрати проектного варіанта

Стаття витрат	Розрахунок	Сума, грн
Оплата праці з нарахуваннями	81,0 · 110 · 1,22	10870
Матеріали та витратні засоби	18 · 600	10800
Електроенергія, вода, очищення	18 · 90	1620
Утримання обладнання	185000 · 0,03	5550
Амортизація обладнання	185000 · 0,10	18500
Накладні витрати	(10870 + 10800 + 1620) · 0,15	3494
Разом	$С_п$	50834

Річні експлуатаційні витрати у проектному варіанті становлять 50834 грн. Пряма економія тільки на виконанні ТО-1 дорівнює:

$$Е_1 = С_б - С_п = 67500 - 50834 = 16666 \text{ грн.}$$

5.5 Розрахунок додаткового економічного ефекту

Крім прямої економії витрат на виконання ТО-1, проектне рішення дає додатковий ефект за рахунок скорочення простоїв, зменшення обсягу аварійних ремонтів і поліпшення паливної економічності автомобілів. При базовому варіанті тривалість втрат часу на одне обслуговування з урахуванням

очікування та переміщення приймаємо 8 год. У проектному варіанті тривалість перебування автомобіля на посту становить 3 год. Отже, скорочення простою за рік становить:

$$\Delta t_{пр} = 18 \cdot (8 - 3) = 90 \text{ маш.-год.}$$

За умовної вартості однієї машино-години простою 260 грн річна економія від підвищення оперативності обслуговування становить:

$$E_2 = 90 \cdot 260 = 23400 \text{ грн.}$$

Своєчасне ТО-1 зменшує ймовірність роботи автомобілів із послабленими кріпленнями, недостатнім рівнем мастила, неправильним тиском у шинах, підтіканням рідин або несправностями пневматичної гальмівної системи. У першому розділі річна трудомісткість поточного ремонту вантажних автомобілів прийнята 468 люд.-год. За розрахункової вартості однієї люд.-год поточного ремонту з урахуванням запасних частин 284,2 грн та очікуваного зниження трудомісткості на 10 % маємо:

$$E_3 = 468 \cdot 284{,}2 \cdot 0{,}10 = 13301 \text{ грн.}$$

Додатково враховуємо зменшення витрати пального внаслідок контролю тиску в шинах, регулювання приводів, усунення підтікання і підтримання справного стану систем автомобіля. За річного пробігу 72000 км, середньої витрати пального 32 л/100 км та очікуваного зниження витрати на 1,5 % річна економія пального становить:

$$Q_{ек} = 72000 \cdot 32 / 100 \cdot 0{,}015 = 345{,}6 \text{ л.}$$

$$E_4 = 345{,}6 \cdot 55 = 19008 \text{ грн.}$$

Сумарний річний економічний ефект від упровадження проектних рішень становить:

$$E_р = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 = 16666 + 23400 + 13301 + 19008 = 72375 \text{ грн.}$$

5.6 Показники економічної ефективності проекту

Основними показниками ефективності приймаємо річний економічний ефект, строк окупності капітальних вкладень і коефіцієнт економічної

ефективності. Строк окупності визначається відношенням капітальних вкладень до річного економічного ефекту:

$$Т_{ок} = К / Е_р = 185000 / 72375 = 2,56 \text{ року.}$$

Коефіцієнт економічної ефективності показує, яка частина вкладених коштів повертається протягом року за рахунок одержаного ефекту:

$$Е_к = Е_р / К = 72375 / 185000 = 0,39.$$

Таблиця 5.4 – Узагальнені техніко-економічні показники

Показник	Одиниця	Значення
Кількість автомобілів МАЗ-5551	шт.	4
Річна кількість ТО-1	разів	18
Річна трудомісткість ТО-1 з резервом	люд.-год	93,2
Капітальні вкладення у пост ТО-1	грн	185000
Витрати базового варіанта	грн/рік	67500
Витрати проектного варіанта	грн/рік	50834
Скорочення простою автомобілів	маш.-год/рік	90
Сумарний річний економічний ефект	грн/рік	72375
Строк окупності вкладень	року	2,56
Коефіцієнт економічної ефективності	-	0,39

Отриманий строк окупності 2,56 року є прийнятним для ремонтно-обслуговуючої бази сільськогосподарського підприємства, оскільки обладнання поста використовується не тільки для ТО-1 автомобілів, а й для діагностування, сезонного обслуговування та окремих операцій поточного ремонту. Фактичний ефект може бути вищим у роки інтенсивного транспортного навантаження під час збирання зернових, кукурудзи, сої та перевезення мінеральних добрив.

Висновки до розділу

У п’ятому розділі виконано техніко-економічне обґрунтування проектних рішень з організації технічного сервісу у машинно-тракторному парку та впровадження обладнаного поста ТО-1 вантажних автомобілів МАЗ-5551. Для автопарку з чотирьох автомобілів річна програма становить 18 обслуговувань ТО-1, а розрахункова трудомісткість з урахуванням резерву - 93,2 люд.-год.

Капітальні вкладення на облаштування поста, придбання інструменту, мастильно-заправного обладнання, діагностичних засобів і поліпшення умов праці прийняті у сумі 185000 грн. Річні витрати проектного варіанта становлять 50834 грн, що менше базового варіанта. Додатковий ефект формується за рахунок скорочення простоїв автомобілів, зменшення обсягу поточного ремонту та економії пального.

Сумарний річний економічний ефект становить 72375 грн, строк окупності капітальних вкладень – 2,56 року, а коефіцієнт економічної ефективності – 0,39. Отже, запропоновані проектні рішення є економічно доцільними і можуть бути рекомендовані для впровадження у ремонтно-обслуговуючій базі проектного сільськогосподарського підприємства.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання організації технічного сервісу у машинно-тракторному парку проєктного сільськогосподарського підприємства з детальною розробкою технічного обслуговування №1 вантажних автомобілів. Актуальність теми зумовлена тим, що ефективність використання машинно-тракторного парку безпосередньо залежить від своєчасного виконання операцій технічного обслуговування, якісного ремонту, раціонального планування трудових ресурсів і належної організації виробничої бази технічного сервісу.

У першому розділі було обґрунтовано склад машинно-тракторного парку для аграрного підприємства площею 2300 га, розташованого в Поліському регіоні. З урахуванням природно-кліматичних умов, структури посівних площ і потреб господарства підібрано основні енергетичні засоби, ґрунтообробні, посівні, збиральні машини, транспортні засоби та допоміжне обладнання. Виконані розрахунки дали змогу визначити загальну трудомісткість технічного обслуговування і ремонту машинно-тракторного парку, що є основою для планування роботи ремонтно-обслуговуючої служби підприємства.

У другому розділі детально розроблено технологічний процес технічного обслуговування №1 вантажного автомобіля МАЗ-5551, який використовується у складі транспортної ланки господарства. Визначено основні операції ТО-1, зокрема контрольно-діагностичні, кріпильні, регулювальні, мастильні, заправні та перевірні роботи.

Розраховано річну програму технічного обслуговування, трудомісткість робіт, кількість виконавців і тривалість виконання операцій. Запропонована організація ТО-1 дозволяє підвищити технічну готовність автомобіля, зменшити кількість відмов у період експлуатації та забезпечити стабільну роботу транспортного підрозділу підприємства.

У проєктній частині роботи обґрунтовано доцільність організації спеціалізованого поста технічного обслуговування вантажних автомобілів.

Запропоновані рішення передбачають раціональне розміщення обладнання, використання необхідного інструменту, пристроїв і засобів діагностування, що дає змогу скоротити простої техніки, підвищити якість виконання робіт та покращити умови праці ремонтного персоналу. Особлива увага приділена послідовності виконання операцій ТО-1, що забезпечує зручність обслуговування автомобіля та зменшує витрати робочого часу.

У розділі з охорони праці проаналізовано основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть виникати під час технічного обслуговування вантажних автомобілів. Розроблено заходи щодо безпечної організації робочого місця, застосування засобів індивідуального захисту, дотримання вимог електробезпеки, пожежної безпеки, виробничої санітарії та безпечного використання технологічного обладнання. Запропоновані заходи спрямовані на зниження ризику травматизму, покращення умов праці та забезпечення безпечного виконання робіт на посту ТО-1.

У техніко-економічному обґрунтуванні визначено економічну доцільність упровадження запропонованих проєктних рішень. Розраховано витрати на організацію поста ТО-1, експлуатаційні витрати, очікуваний економічний ефект, строк окупності та коефіцієнт економічної ефективності. Отримані результати свідчать, що впровадження організованої системи технічного обслуговування вантажних автомобілів дозволяє зменшити витрати на ремонт, скоротити простої техніки, підвищити коефіцієнт технічної готовності машин і забезпечити більш ефективне використання транспортних засобів у господарстві.

Таким чином, у кваліфікаційній роботі досягнуто поставлену мету – розроблено заходи з удосконалення організації технічного сервісу машинно-тракторного парку з детальною розробкою технічного обслуговування №1 вантажних автомобілів. Запропоновані технічні, організаційні та економічні рішення мають практичне значення для сільськогосподарського підприємства, оскільки сприяють підвищенню надійності техніки, покращенню якості

технічного сервісу, зниженню експлуатаційних витрат і забезпеченню безперебійного виконання виробничих процесів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 4276:2004. Система технічного обслуговування та ремонту техніки. Терміни та визначення понять. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 32 с.

2. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. Київ : Держстандарт України, 1995. 91 с.

3. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Київ : Мінрегіон України, 2018. 137 с.

4. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Київ : Мінрегіон України, 2013. 141 с.

5. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Київ : МОЗ України, 1999. 10 с.

6. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Київ : МОЗ України, 1999. 34 с.

7. НПАОП 0.00-1.71-13. Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями. Київ : Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2013. 78 с.

8. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : підручник. Київ : Знання-Прес, 2003. 511 с.

9. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: технологія : підручник. Київ : Вища школа, 2007. 527 с.

10. Волков В. П., Матейчик В. П., Никонов О. Я. Технічна експлуатація автомобілів : підручник. Харків : ХНАДУ, 2006. 468 с.

11. Кузнєцов Є. С. Технічна експлуатація автомобілів : підручник. Москва : Транспорт, 2001. 535 с.

12. Напольський Г. М. Технологічне проектування автотранспортних підприємств і станцій технічного обслуговування : навч. посіб. Київ : Вища школа, 2004. 263 с.

13. Канарчук В. Є., Лудченко О. А., Чигринець А. Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів : навч. посіб. Київ : Вища школа, 1994. 342 с.

14. Технічний сервіс машин в агропромисловому комплексі : навч. посіб. / за ред. О. В. Дацишина. Київ : Урожай, 2001. 256 с.

15. Машиновикористання в землеробстві : підручник / за ред. В. Ю. Ільченка, Ю. П. Нагірного. Київ : Урожай, 1996. 384 с.

16. Експлуатація машинно-тракторного парку : навч. посіб. / В. Ю. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімонт та ін. Київ : Урожай, 1993. 288 с.

17. Ремонт машин та обладнання : підручник / О. І. Сідашенко, О. А. Науменко, А. Я. Поліський та ін. Київ : Агроосвіта, 2014. 665 с.

18. Технологія технічного обслуговування машин : навч. посіб. / М. І. Черновол, В. М. Бойко, В. В. Аулін та ін. Кіровоград : КНТУ, 2007. 328 с.

19. Борак К. В., Ткачук Б. М., Торгонський В. С. Перспективи розвитку технічного сервісу МТП в АПК. Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 118-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 20-21 лют. 2025 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України. С. 61-62.

20. Борак К. В., Вазінський М. Ю., Дубінін Д. Ю. Особливості технічного обслуговування сучасних дизельних двигунів. Напрями розвитку технологічних систем і логістики в АПВ: матеріали VI Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 22 травня 2025 р. Харків: ДБТУ, 2025. С. 35-39.

21. Борак К.В., Міненко С.В., Савчук В.С., Буката Д.О. Перспективні напрямки підвищення надійності дизельних автотракторних двигунів. Матеріали XVIII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 20-22 жовтня 2025 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс] / Міністерство освіти

і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2025. С. 74-77.

22. Паливно-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення : навч. посіб. / В. Б. Анілович, В. М. Бойко, В. О. Дубровін та ін. Київ : Урожай, 2003. 280 с.

23. Економіка підприємства : підручник / за заг. ред. С. Ф. Покропивного. Київ : КНЕУ, 2006. 528 с.

24. Борак К. В., Куликівський В. Л. Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів. Ч. 1: Теоретичні основи матеріалознавства : навч. посіб. Житомир : Поліський нац. ун-т, 2024. 101 с.