

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

П О Я С Н Ю В А Л Ь Н А З А П И С К А

до дипломного проєкту
освітнього ступеня "Бакалавр"

на тему:

**ПРОЕКТ ДІЛЬНИЦІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА
ДІАГНОСТУВАННЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ**

Виконав: студент 4го курсу, групи АІ-3-21
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ ГОЛОВЧЕНКО Ярослав Романович

Керівник: _____ КАЛГАНКОВ Євген Васильович

Рецензент: _____

Дніпро 2025

ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«__» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Головченку Ярославу Романовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Проект дільниці технічного обслуговування та діагностування машинно-тракторного парку

керівник роботи Калганков Євген Васильович, ст. викладач

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«7» травня 2025 року № 964

2. Строк подання студентом роботи 5.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проєкту Структура машинно-тракторного парку та обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт. Розрахунки базуються на нормативних документах з технічного обслуговування сільськогосподарської техніки. Враховано чисельність персоналу, фінансові показники та матеріально-технічну базу господарства. Дані про склад обладнання, площу дільниці та графік виконання робіт подані згідно з вихідним завданням.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз господарської діяльності фермерського господарства. 2. Обґрунтування програми ремонту та проєктних рішень. 3. Конструктивна частина. 4. Охорона праці. 5. Економічне обґрунтування проєкту. Висновки. Література.

РЕФЕРАТ

Головченко, Я. (2025). *Проект дільниці технічного обслуговування та діагностування машинно-тракторного парку: Дипломний проєкт* (Невидан. бакалавр. кваліфікац. робота). ДДАЕУ, Дніпро, Україна. 78 с.

Дипломний проєкт присвячено розробці технічного обґрунтування та організації дільниці технічного обслуговування і діагностування машинно-тракторного парку в умовах фермерського господарства. У першому розділі надано загальну характеристику господарства, проаналізовано його природні умови, матеріально-технічну базу, особливості ремонтної служби та визначено основні задачі проєкту. У другому розділі обґрунтовано оптимальну програму ремонтів, розраховано загальну трудомісткість, визначено чисельність працівників, підібрано технологічне обладнання, спроектовано площу та технологічну схему дільниці.

У конструктивному розділі розроблено переносний пристрій для діагностування форсунок, детально описано його будову, принцип дії та проведено розрахунки основних елементів. Особливу увагу приділено вибору електроприводу, елементів приводу та зварних з'єднань. Розділ з охорони праці включає аналіз умов безпеки у господарстві, а також розробку заходів пожежної безпеки під час ремонту техніки. В економічній частині оцінено ефективність проєкту, визначено собівартість ремонтних робіт, рентабельність та термін окупності інвестицій.

Результати дослідження підтверджують технічну та економічну доцільність створення дільниці ТО і діагностування, а також впровадження нових конструктивних рішень, спрямованих на підвищення ефективності обслуговування машин.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА ТА АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	9
1.1. Коротка характеристика господарства, природні умови	9
1.2. Аналіз матеріально-технічної бази господарства	11
1.3. Аналіз матеріально-технічної бази ремонтного господарства.....	13
1.4. Існуюча організація та технологія ремонту машинно-тракторного парку в господарстві.....	14
1.5. Основні висновки і задачі проекту	16
2. ОБГРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ РЕМОНТУ ТА ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ..	17
2.1. Визначення оптимальної програми ремонту.....	17
2.2. Розрахунок загальної трудомісткості ремонтних робіт	25
2.3. Розподіл трудомісткості між дільницями майстерні.....	29
2.4. Загальний технологічний процес технічного обслуговування та діагностування машин в господарстві	30
2.5. Розрахунок кількості працівників дільниці ТО та діагностування.....	34
2.6. Підбір обладнання дільниці ТО та діагностування	35
2.7. Розрахунок площі та технологічне планування дільниці ТО та діагностування.....	36
2.8. Висновки	39
3. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	40
3.1. Актуальність конструкторської розробки	40
3.2. Аналіз конструкцій пристроїв для діагностування форсунок.....	41
3.3. Призначення, будова та принцип дії приладу.....	48

	6
3.4. Конструктивні розрахунки	51
3.4.1. Вибір мотор-редуктора	51
3.4.2. Розрахунок кулачкового валу	52
3.4.3. Перевірка кулачкового валу на втомну міцність	56
3.4.4. Вибір підшипників	58
3.4.5. Розрахунок зварного з'єднання	59
3.5. Запобіжні заходи та технічне обслуговування приладу	60
3.6. Можливі несправності приладу та способи їх усунення	61
3.7. Технічна характеристика приладу.....	63
3.8. Висновки	63
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	65
4.1. Аналіз стану з охорони праці в ФГ Червоне-Агро	65
4.2. Вимоги пожежної безпеки при технічному обслуговуванні і ремонті сільськогосподарських машин та техніки	66
4.3. Висновки та рекомендації	68
5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ	69
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	73
ЛІТЕРАТУРА.....	75
ДОДАТКИ.....	78

ВСТУП

У сучасних умовах ефективне функціонування машинно-тракторного парку (МТП) є ключовим чинником забезпечення стабільності та продуктивності аграрного сектору України. Зростаючі вимоги до якості та обсягів сільськогосподарської продукції обумовлюють необхідність удосконалення систем технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки, зокрема тракторів і автомобілів. Це сприяє не лише підвищенню їх експлуатаційної надійності, а й зниженню загальних витрат на утримання техніки.

Згідно з дослідженнями, витрати на підтримання сільськогосподарської техніки у працездатному стані протягом усього строку експлуатації можуть у 2–3 рази перевищувати вартість її нової одиниці [1, 2]. Це підкреслює важливість ефективної організації технічного обслуговування та ремонту для оптимізації витрат і забезпечення безперебійної роботи МТП.

В умовах науково-технічного прогресу особливого значення набуває впровадження планово-попереджувальної системи технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р), яка передбачає проведення комплексних заходів з метою забезпечення постійної технічної готовності обладнання та запобігання його передчасному зносу [3]. Ця система дозволяє зменшити витрати, пов'язані з простоєм техніки, та підвищити ефективність її використання.

Крім того, сучасні методи діагностики технічного стану машин, такі як вібраційний аналіз, термографія та аналіз мастил, дозволяють своєчасно виявляти потенційні несправності та прогнозувати залишковий ресурс техніки [4]. Це сприяє зниженню ризику раптових відмов і підвищенню загальної надійності МТП.

Особливої актуальності проблема набуває в умовах реформування сільського господарства та оновлення машинно-тракторного парку вітчизняних агропідприємств. За даними Міністерства аграрної політики та продовольства України, середній знос тракторного парку станом на 2023 рік перевищував 70%,

що значно ускладнює виконання агротехнологічних операцій у стислі агрономічні строки. За таких умов питання технічного сервісу та підтримки техніки в робочому стані стає стратегічно важливим для конкурентоспроможності підприємств.

Крім технічного аспекту, велике значення має раціональна організація просторової структури ділянки технічного обслуговування. Від правильного зонування, вибору обладнання, оптимального завантаження працівників залежить не лише якість обслуговування, а й загальна ефективність виробничого процесу. Тому під час проєктування необхідно враховувати як нормативні вимоги, так і специфіку наявного машинного парку, особливості ґрунтово-кліматичних умов регіону та прогнозу інтенсивність навантаження на сервісну ділянку.

Враховуючи вищезазначене, актуальним є проєктування та організація ділянки технічного обслуговування та діагностування машинно-тракторного парку, що дозволить забезпечити ефективне функціонування сільськогосподарської техніки, оптимізувати витрати на її утримання та підвищити загальну продуктивність аграрного виробництва.

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА ТА АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

1.1. Коротка характеристика господарства, природні умови

Фермерське господарство ЧЕРВОНЕ - АГРО — це сучасне аграрне підприємство, зареєстроване відповідно до чинного законодавства України. Господарство створене 23 грудня 2014 року та функціонує у формі фермерського господарства на правах юридичної особи з кодом ЄДРПОУ 39560663. Підприємство розташоване за адресою: 52580, Україна, Дніпропетровська область, Синельниківський район, селище міського типу Славгород, вул. Весела, 57. Керівником господарства є Головченко Роман Сергійович, який відповідає за організаційне управління та розробку стратегічних напрямів розвитку підприємства.

Основним напрямом економічної діяльності є вирощування зернових (за винятком рису), бобових культур та насіння олійних культур (КВЕД 01.11). Це напрям, який має стратегічне значення як для внутрішнього продовольчого забезпечення, так і для експорту аграрної продукції. Завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам регіону, підприємство має високий потенціал урожайності.

Крім основного напрямку, підприємство провадить широкий спектр допоміжних і супутніх видів діяльності, зокрема:

- вирощування інших однорічних і дворічних культур;
- змішане сільське господарство;
- післяурожайна обробка сільгосппродукції;
- оброблення насіння для відтворення;
- оптова торгівля зерном, насінням і кормами;
- надання в оренду сільськогосподарських машин;
- вантажні перевезення;
- складське господарство та оренда нерухомості.

Таке різнопрофільне господарювання дозволяє оптимізувати фінансові потоки, знижувати ризики сезонності та підвищувати загальну рентабельність.

Фермерське господарство має у користуванні сучасну виробничу інфраструктуру, яка включає складські приміщення, транспортні засоби, а також сільськогосподарську техніку. Частина техніки утримується на правах власності, інша — орендується, що дозволяє гнучко реагувати на потреби господарської діяльності у пікові періоди сільськогосподарського циклу. Наявність вантажного транспорту та складської логістики забезпечує ефективне зберігання та транспортування продукції.

Кількість працівників в останні роки коливалась від 5 до 6 осіб. Невеликий штат пояснюється високим рівнем механізації та автоматизації основних виробничих процесів, що є типовим для малих та середніх фермерських господарств. Крім того, в період активних польових робіт підприємство може залучати тимчасову сезонну робочу силу.

Аналіз фінансових показників фермерського господарства Червоне-Агро демонструє поступову позитивну динаміку розвитку. Протягом 2021–2024 років господарство впевнено нарощувало свої фінансові результати:

- Дохід підприємства зріс з 1,497 млн грн у 2021 р. до 3,063 млн грн у 2024 р., що свідчить про ефективну стратегію ведення господарства.
- Чистий прибуток залишався стабільним і позитивним: у 2024 році він становив 476 тис. грн, що свідчить про прибутковість діяльності.
- Сукупні активи підприємства зросли з 2,01 млн грн у 2021 р. до 3,47 млн грн у 2024 р., що вказує на розвиток матеріально-технічної бази.
- Рівень зобов'язань залишається на прийнятному рівні, що забезпечує фінансову незалежність та ліквідність господарства.

Ці показники свідчать про стабільну фінансово-господарську діяльність підприємства та формують передумови для інвестування в технічне переоснащення, зокрема організацію дільниці технічного обслуговування та діагностування МТП.

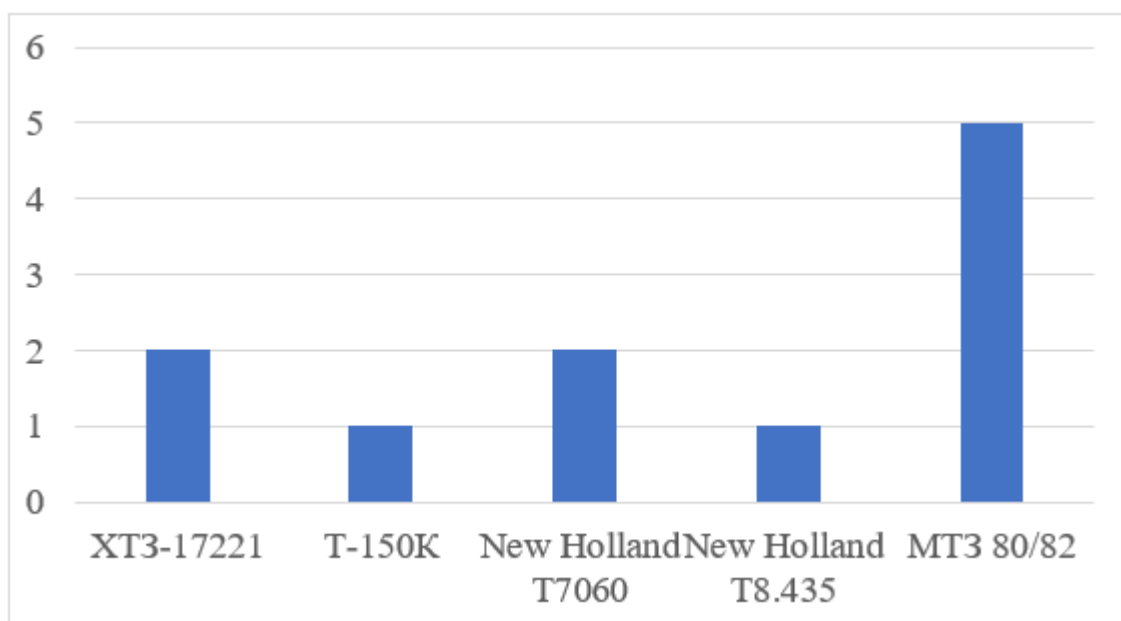
Таким чином, ФГ Червоне-Агро є перспективним аграрним підприємством із стійкими економічними показниками, сучасною структурою виробництва та широким спектром діяльності. У зв'язку з активною експлуатацією сільськогосподарської техніки, виникає потреба в організації власної ділянки технічного обслуговування та діагностування, що забезпечить зменшення простоїв, підвищення надійності техніки та загальне зростання ефективності господарської діяльності.

Господарство має у своєму розпорядженні 1600 га землі.

Землю в господарстві обробляє одна тракторна бригада, яка також проводить агротехнічні операції на замовлення невеликим фермерським господарствам, в яких недостатній рівень забезпечення машинно-тракторного парку.

1.2. Аналіз матеріально-технічної бази господарства

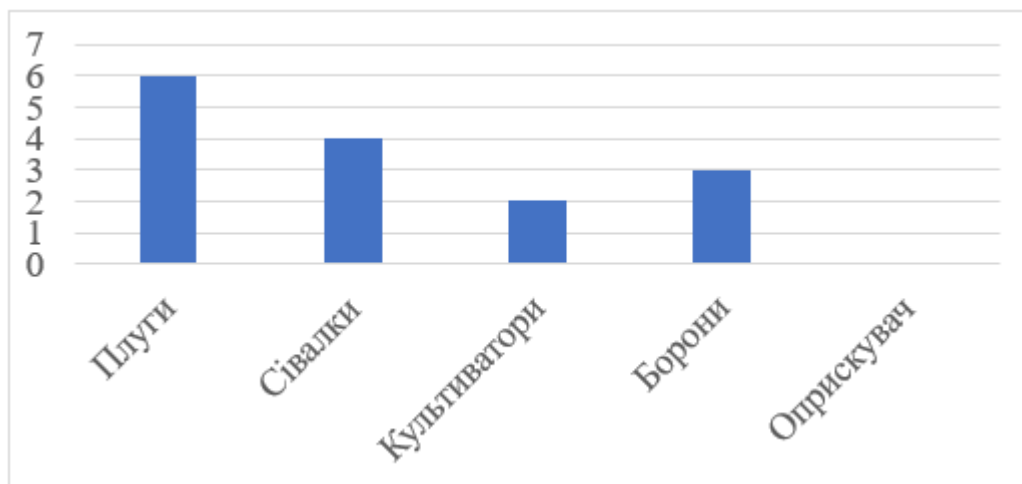
Машинно-тракторний парк фермерського господарства Червоне-Агро включає 11 тракторів, 2 комбайни, 4 вантажівки та повний набір необхідного сільськогосподарського обладнання. Детальна інформація щодо складу машинно-тракторного парку за марками представлена на рис 1.1.



трактори



автомобілі



С.г. машини

Рисунок 1.1 – Кількісний парк

Також у господарстві два комбайна New Holland CR.90.

Як видно з таблиці 1.2 господарство в основному використовує техніку вітчизняного виробництва це обумовлено дуже високою вартістю техніки закордонного виробництва. За останні роки було придбано нові трактори ХТЗ-17221 та New Holland T7060. Особливість те, що господарство оновлює парк тракторами та комбайнами одного виробника, це суттєво полегшує роботи з технічного обслуговування та ремонту. Незважаючи на це вік більшості техніки, яка наявна в господарстві, перевищує 10 років. Отже, для забезпечення своєчасного і ефективного виконання всіх агротехнічних робіт важливо зосередити увагу на технічному обслуговуванні та поточному ремонті наявної сільськогосподарської техніки.

1.3. Аналіз матеріально-технічної бази ремонтного господарства

Поліпшення використання машинно-тракторного парку господарства багато в чому залежить від своєчасного виконання діагностування, технічного обслуговування, поточного ремонту та від стану ремонтно-обслуговуючої бази господарства.

Ремонтна майстерня господарства розміри 12×24 м організована в ангарі, який дістався господарству від колишнього колгоспу. В ремонтній майстерні виконують поточний ремонт та деякі нечисленні види технічного обслуговування машинно-тракторного парку. В майстерні можна виділити такі основні ділянки: ремонтно-монтажну, слюсарно-механічну, зварювальну та склад для зберігання сільськогосподарської продукції.

Автомобільний гараж має невеликі розміри, на ньому передбачено два постановочних місця для автомобілів. Тому проведення будь-яких ремонтних робіт, окрім деяких видів технічних обслуговувань в авто-гаражі є неможливим.

На машинному дворі проводять майже всі види технічного обслуговування машинно-тракторного парку окрім деяких видів ТО-3, які проводяться на ремонтно-монтажній ділянці в ремонтній майстерні господарства.

Обладнання, яке використовується в майстерні знаходиться в справному стані але воно фізично і морально зношене. Перелік існуючого в ремонтній майстерні обладнання наведений в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Перелік обладнання ремонтної майстерні ФГ Червоне-Агро

№ з/п	Найменування устаткування	Тип/модель	Кількість, од.
1	Універсальний токарний верстат для обробки різьблення	1K62	1
2	Верстат вертикально-свердлильного типу	ИСТ-1350	1
3	Агрегат для заточування та шліфування інструментів	БТ-110	1
4	Настільний фрезерний верстат	НГФ-110	1

5	Верстак слюсарний із металевою стільницею	ВС-3	3
6	Пристрій камерного типу для вулканізації шин і камер	ЭВУ-2МП	1
7	Зварювальний трансформатор середньої потужності	ТСМ-250	1
8	Мобільний компресор для пневмоінструменту	СО-7Б	1
9	Пристрій для подачі змазки (солідолу) під тиском	HG-68213	1
10	Механічний гідравлічний домкрат гаражного типу	П-304М	1
11	Підйомний пристрій типу кран-балка	—	1

Недостатнє забезпечення ремонтної майстерні обладнанням та відсутність деяких ділянок негативно впливають на строки проведення ремонтно-обслуговуючих робіт та їх якість.

1.4. Існуюча організація та технологія ремонту машинно-тракторного парку в господарстві

Поточний ремонт машин проводиться в ремонтній майстерні господарства.

Перш ніж потрапити в ремонтну майстерню автомобіль або трактор проходить зовнішнє очищення на підготовленому ззовні майстерні майданчику, за допомогою мийної машини.

Потім власним ходом або за допомогою буксиру машина надходить всередину ремонтної майстерні на ремонтно-монтажну ділянку, де і відбувається процес розбирання машини на агрегати і деталі.

За допомогою кран балки знімають двигун і ставлять на піддони біля трактора, де при необхідності знімають з двигуна вузли і агрегати, які потребують ремонту.

Через відсутність окремого відділення для очищення агрегатів і деталей у майстерні, ці роботи здійснюються безпосередньо на місці проведення ремонту з використанням відкритих мийних ванн, наповнених бензином або дизельним паливом.

Деталі, які мають дефекти, потребують відновлення, направляють на відповідні дільниці. Так для проведення зварювальних або ковальських робіт деталі направляють на ковальсько-зварювальну дільницю, де проводять заварювальні, термічні, ковальські роботи різної складності.

Деталі, роботоздатність яких можна відновити способом ремонтних розмірів, проведенням механічних операцій, відправляють на механічну дільницю, де проводять механічну обробку деталей під ремонтний розмір. На механічну дільницю також потрапляють деталі зварювальної і ковальської дільниці для механічної обробки під номінальний або збільшений ремонтний розмір.

Агрегати електрообладнання та паливної системи при виявленні складних несправностей відправляють на спеціалізовані підприємства.

Після відновлення деталей відбувається комплектування та збирання елементів машин з наступною їх обкаткою.

Технічні обслуговування в господарстві носять випадковий характер, проводяться хаотично без дотримання графіків їх виконання. В основному зміст технічних обслуговувань полягає в доливанні та заміні мастила. Майже всі роботи пов'язані з технічним обслуговуванням проводяться на машинному дворі без використання спеціального ремонтно-технологічного обладнання та пристосувань.

В свою чергу таке відношення до технічного обслуговування дуже негативно впливає на надійність та довговічність машино-тракторного парку, що призводить до частих поломок та простоювання техніки в ремонті.

1.5. Основні висновки і задачі проекту

З аналізу матеріально-технічної бази господарства та його діяльності можна зробити висновок, що ремонтно-обслуговуюча база господарства знаходиться на задовільному рівні. Однак технологічні можливості ремонтно-обслуговуючої бази господарства використовуються не в повному обсязі.

Значним негативним фактором є відсутність організованої дільниці технічного обслуговування та діагностування, як наслідок переважна більшість тих технічних обслуговувань, які необхідно проводити в приміщенні проводять на відкритому машинному дворі і практично без використання технічних засобів та обладнання. Технічне діагностування в господарстві не виконується взагалі, що приводить до раптових відмов машинно-тракторного парку та перевитрат мастильних та розхідних матеріалів.

Не дотримання в господарстві «Планово-попереджувальної системи технічного обслуговування і ремонту машин» призводить до частих поломок, та як наслідок низької надійності та довговічності машин і агрегатів, що не дозволяє підтримувати техніку у справному стані та своєчасно виявляти необхідність у ремонтних діях.

Тому метою даного проекту є організація дільниці технічного обслуговування та діагностування.

Для реалізації поставленої мети слід вирішити такі завдання:

- Провести розрахунок програми ремонтних робіт та визначити загальну трудомісткість ремонтно-обслуговуючих операцій у ремонтній майстерні господарства;
- Розробити узагальнений технологічний процес проведення технічного обслуговування й діагностики машин у межах господарства;
- Сформувати штат та підібрати обладнання дільниці;
- Розробити засоби технологічного оснащення;
- Проаналізувати заходи, спрямовані на забезпечення охорони праці, а також здійснити техніко-економічне обґрунтування проекту.

2. ОБГРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ РЕМОНТУ ТА ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

2.1. Визначення оптимальної програми ремонту

При розрахунках програми ремонту майстерні першочергово необхідно врахувати наступні вихідні данні:

- Кількісний машино-тракторний парк господарства таблиця 1.2.
- Необхідно враховувати періодичність виконання технічних обслуговувань і ремонтів.

Річну кількість капітальних ремонтів (КР) для тракторів марки i визначають за формулою [5, 6, 7]:

$$n_{KP}^i = \frac{W^i + n_{T1}^i}{PP_{KP}^i} + \frac{W^i + n_{T2}^i}{PP_{KP}^i \cdot \lambda}, \quad (2.1)$$

де n_{KP}^i – річна потреба в капітальному ремонті тракторів відповідної марки;

W^i – запланований річний обсяг роботи одного трактора i -ї марки, мото-год;

n_{T1}^i – число тракторів, які досі не були піддані капітальному ремонту;

n_{T2}^i – кількість тракторів i -ї марки з виконаним капітальним ремонтом;

PP_{KP}^i – періодичність виконання капітального ремонту, мото-год;

λ – коефіцієнт скорочення міжремонтного ресурсу, $\lambda = 0,8$.

Як приклад, для тракторів МТЗ-80, яких у господарстві є 2 одиниці, річна кількість капітальних ремонтів дорівнює:

$$\eta_{KP}^{MT3-80} = \frac{900 \cdot 1}{6000} + \frac{900 \cdot 1}{6000 \cdot 0,8} = 0,34 \text{ КР}$$

В поточному році КР для даної марки тракторів не проводять.

Річну кількість поточних ремонтів (ПР) для тракторів i -ї марки розраховують за формулою:

$$n_{\text{ПР}}^i = \frac{W_i \cdot n_T^i}{\Pi_{\text{ПР}}^i} - n_{\text{КР}}, \quad (2.2)$$

де n_T^i – загальна кількість тракторів;

$\Pi_{\text{ПР}}^i$ – періодичність виконання поточного ремонту, у мотогодинах.

Для тракторів МТЗ-80 річна кількість поточних ремонтів буде дорівнювати:

$$n_{\text{ПР}}^{\text{МТЗ-80}} = \frac{900 \cdot 2}{2000} - 1 = 0,9 \text{ ПР}$$

Приймаємо 1 ПР для даної марки тракторів.

Річна кількість технічних обслуговувань тракторів визначається по формулі:

$$n_{\text{ТО-3}}^i = \frac{W_i \cdot n_T^i}{\Pi_{\text{ТО-3}}^i} - n_{\text{КР}}^i - n_{\text{ПР}}^i, \quad (2.3)$$

$$n_{\text{ТО-2}}^i = \frac{W_i \cdot n_T^i}{\Pi_{\text{ТО-2}}^i} - n_{\text{КР}}^i - n_{\text{ПР}}^i - n_{\text{ТО-3}}^i, \quad (2.4)$$

$$n_{\text{ТО-1}}^i = \frac{W_i \cdot n_T^i}{\Pi_{\text{ТО-1}}^i} - n_{\text{КР}}^i - n_{\text{ПР}}^i - n_{\text{ТО-3}}^i - n_{\text{ТО-2}}^i, \quad (2.5)$$

де $\Pi_{\text{ТО-3}}^i$, $\Pi_{\text{ТО-2}}^i$, $\Pi_{\text{ТО-1}}^i$ – періодичність проведення ТО-3, ТО-2 та ТО-1 тракторів i -ої марки відповідно, мото-год.

Для тракторів МТЗ-80 кількість ТО-3, ТО-2 та ТО-1 буде дорівнювати:

$$n_{\text{ТО-3}}^{\text{МТЗ-80}} = \frac{900 \cdot 2}{1000} - 0 - 1 = 0,8 \text{ ТО}$$

$$n_{TO-2}^{MT3-80} = \frac{900 \cdot 2}{500} - 0 - 1 - 1 = 1,6 \text{ТО}$$

$$n_{TO-1}^{MT3-80} = \frac{900 \cdot 2}{125} - 0 - 1 - 1 - 2 = 10,4 \text{ТО}$$

Для тракторів цієї марки приймаємо наступну кількість технічних обслуговувань: 1 ТО-3, 2 ТО-2, 10 ТО-1.

Сезонне технічне обслуговування виконується двічі на рік, тому його кількість розраховують за формулою:

$$n_{СТО}^i = 2 \cdot n_T^i, \quad (2.6)$$

Для тракторів МТЗ-80 кількість СТО дорівнює:

$$n_{СТО}^{MT3-80} = 2 \cdot 2 = 4 \text{СТО}.$$

Для цієї марки тракторів приймається 4 СТО.

Річна кількість капітальних ремонтів автомобілів визначається за формулою [5, 6, 7].

$$n_{KP}^i = \frac{W_i \cdot n_1^i}{\Pi_K^i} - \frac{W_p^i \cdot n_2^i}{\Pi_K^{i1}}, \quad (2.7)$$

де n_{KP}^i – кількість капітальних ремонтів автомобіля за рік;

W_p^i – плановий середній пробіг автомобіля i -ї марки, тис.км;

n_1^i – кількість автомобілів i -ї марки без проведеного капітального ремонту;

n_2^i – кількість автомобілів i -ї марки з виконаним капітальним ремонтом;

Π_K^i, Π_K^{i1} – періодичність між капітальними ремонтами для автомобілів i -ї марки, що не проходили капітальний ремонт, і для тих, що вже пройшли його, відповідно, тис. км.

Для марки ГАЗ-4301, яких в господарстві знаходиться 2, річна кількість капітальних ремонтів буде дорівнювати:

$$n_{KP}^{ГАЗ-4301} = \frac{35 \cdot 1}{160} + \frac{35 \cdot 1}{130} = 0,48 \text{ КР}$$

В поточному році КР для цієї марки не здійснюються .

Річна кількість технічних обслуговувань автомобілів визначається по формулам:

$$n_{TO-2}^i = \frac{W_p^i \cdot n^i}{\Pi_{TO-2}^i} - n_{KP}^i, \quad (2.8)$$

$$n_{TO-1}^i = \frac{W_p^i \cdot n^i}{\Pi_{TO-1}^i} - n_{KP}^i - n_{TO-2}^i, \quad (2.9)$$

де n_{TO-2}^i, n_{TO-1}^i – річна кількість ТО №1 та ТО №2 відповідно;

n^i – сумарна кількість автомобілів i -ї марки;

$\Pi_{TO-2}^i, \Pi_{TO-1}^i$ – періодичність виконання ТО-2 та ТО-1 автомобілів i -ї марки відповідно [5].

Для автомобілів ГАЗ-4301 кількість ТО-2 та ТО-1 буде дорівнювати:

$$n_{TO-2}^{ГАЗ-4301} = \frac{35 \cdot 2}{10} - 0 = 7 \text{ ТО}$$

$$n_{TO-1}^{ГАЗ-4301} = \frac{35 \cdot 2}{2,5} - 0 - 7 = 21 \text{ ТО}$$

Для цієї марки автомобілів приймається 7 ТО-2, 21 ТО-1.

Оскільки сезонне технічне обслуговування здійснюється двічі на рік, його кількість обчислюється за відповідною формулою:

$$n_{СТО}^i = 2 \cdot n^i,$$

Для автомобілів ГАЗ-4301 кількість СТО буде дорівнювати:

$$n_{СТО}^{ГАЗ-4301} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ СТО}.$$

Приймаємо 4 СТО для даної марки автомобілів.

Поточний ремонт автомобілів виконується у разі необхідності, а його обсяг визначається на основі питомої трудомісткості ремонту, розрахованої на кожні 1000 км пробігу:

$$T_{\text{ПР}}^i = 0,001 \cdot N_a \cdot B_{\eta} \cdot H_T, \quad (2.10)$$

де N_a – загальна кількість автомобілів цієї марки;

B_{η} – очікуваний річний пробіг автомобілів, км;

H_T – норматив трудомісткості на кожні 1000 км пробігу, люд-год[5].

Для автомобілів марки ГАЗ-4301 трудомісткість робіт на виконання поточного ремонту становитиме:

$$T_{\text{ПР}}^{ГАЗ-4301} = 0,001 \cdot 2 \cdot 35000 \cdot 6,8 = 476 \text{ люд-год}.$$

Річна кількість капітальних ремонтів зернозбиральних та спеціальних комбайнів визначається по формулі:

$$n_{\text{КР}}^i = G_{\text{КР}} \cdot n_K^i, \quad (2.11)$$

де $G_{\text{КР}}$ – коефіцієнт частки техніки, охопленої капітальним ремонтом [5];

n_K^i – загальна кількість комбайнів i -ї марки.

Наприклад, для комбайнів New Holland, яких в господарстві знаходиться 2, річна кількість капітальних ремонтів буде дорівнювати [5, 6, 7]:

$$n_{KP}^{New\ Holland} = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ КР}$$

В поточному році КР для даної марки комбайнів не проводяться.

Річна кількість поточних ремонтів комбайнів визначається по формулі:

$$n_{ПП}^i = G_{ПП} \cdot n_K^i, \quad (2.12)$$

де $G_{ПП}$ – коефіцієнт охоплення поточним ремонтом [5, 6].

Для комбайнів New Holland річна кількість поточних ремонтів буде дорівнювати:

$$n_{ПП}^{New\ Holland} = 1,0 \cdot 2 = 2 \text{ ПР}$$

Приймаємо 2 ПР для даної марки комбайнів.

Річна кількість технічних обслуговувань комбайнів визначається по формулам:

$$n_{ТО-1}^i = G_{ТО-1} \cdot n_K^i, \quad (2.13)$$

$$n_{ТО-2}^i = G_{ТО-2} \cdot n_K^i, \quad (2.14)$$

де $G_{ТО-1}, G_{ТО-2}$ – показник забезпечення технічними обслуговуваннями [14].

Для комбайнів NEW HOLLAND кількість ТО-2 та ТО-1 буде дорівнювати:

$$n_{ТО-1}^{New\ Holland} = 4 \cdot 2 = 8 \text{ ТО}$$

$$n_{ТО-2}^{New\ Holland} = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ ТО}$$

Приймаємо 8 ТО-1 та 2 ТО-2 для даної марки комбайнів.

Кількість поточних ремонтів с. г. машин розраховується за формулою:

$$n_{ПП} = K_{ox} \cdot n_{с.-г.м.}, \quad (2.15)$$

де K_{ox} – коефіцієнт охоплення поточним ремонтом (для плугів $K_{ox}=0,8$; для інших $K_{ox}=0,6...0,65$) [5. 6];

$n_{с.-г.м.}$ – чисельність сільськогосподарських машин за видами та марками.

Для плугів моделі ПЛН-5-35:

$$n_{ПР}^{ПЛН-5-35} = 0,8 \cdot 3 = 2,4 \text{ ПР}$$

Приймаємо 2 ПР для плугів даної марки.

Для сівалок СЗ-5,4:

$$n_{ПР}^{СЗ-5,4} = 0,6 \cdot 2 = 1,2 \text{ ПР}$$

Приймаємо 1 ПР для сівалок даної марки.

Для культиваторів КПС-4:

$$n_{ПР}^{КПС-4} = 0,6 \cdot 1 = 0,6 \text{ ПР}$$

Приймаємо 1 ПР для культиваторів даної марки.

Для дискових борін:

$$n_{ПР}^{УДА-3,1} = 0,6 \cdot 1 = 0,6 \text{ ПР}$$

Приймаємо 1 ПР для борін даної марки.

Подібні розрахунки виконуються для інших сільськогосподарських знарядь, а їх результати наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Кількість ремонтно-обслуговуючих дій

Назва	Число	Число ремонтно-обслуговуючих дій					
		Кап	Пот	ТО-3	ТО-2	ТО-1	сезонне
Трактори							
ХТЗ-17221	2	0	2	2	1	12	4
Т-150К	1	0	0	1	1	5	2
New Holland T7060	2	0	2	2	4	14	4
New Holland T8.435	1	0	0	1	1	5	2
МТЗ - 80/82	2/3	0/1	1/0	1/2	2/2	10/17	4/6
Автомобілі							
КамАЗ-5320	2	0			10	30	4
ГАЗ-4301	2	0			7	21	4
Комбайни							
New Holland CR. 90	2	0	2	-	2	8	-
Плуги							
ПЛН-5-35	3	-	2	-	-	-	-
ПЛН-3-35	3	-	2	-	-	-	-
Сівалки							
СЗ-5,4	2	-	1	-	-	-	-
СПЧ-6	2	-	1	-	-	-	-
Культиватори							
КПС-4	1	-	1	-	-	-	-
КРН-4,2	1	-	1	-	-	-	-
Борони							
БДТ-3/ БГ-14	1/1	-	1/1	-	-	-	-
УДА-3,1	1	-	1	-	-	-	-
Оприскувачі							
ОП-2000	1	-	1	-	-	-	-

2.2. Розрахунок загальної трудомісткості ремонтних робіт

З метою ефективного використання потужностей майстерні слід здійснити розподіл ремонтно-обслуговуючих робіт між об'єктами ремонтної інфраструктури району (або області) та безпосередньо господарства. Складні операції, зокрема капітальний ремонт техніки, доцільно передавати на виконання спеціалізованим сервісним підприємствам і станціям технічного обслуговування тракторів і автомобілів. Під час планування такого розподілу можна використовувати рекомендації, наведені у додатках [8]. При цьому необхідно враховувати географічне розташування ремонтно-обслуговуючих об'єктів району (області), а також технічне оснащення, матеріальне забезпечення та структуру ремонтної бази самого господарства.

Дані щодо розподілу ремонтно-обслуговуючих робіт подано в таблиці 2.2. Нормативні значення трудомісткості для виконання ремонтних і обслуговуючих операцій вказані в додатках [6, 8]. Загальна трудомісткість ремонтних та сервісних робіт визначається шляхом підсумовування трудовитрат у межах ремонтної майстерні.

Таблиця 2.2 – Розподіл робіт

найменування	Вид робіт	Число робіт	Трудомісткість 1-го ремонту чи ТО		Загальна трудомісткість	Розподіл робіт							
						Спец. підприємств а	У господарстві						
							ЦРМ		Гараж		Тр. бригада		
			Люд-год	Кіл-ть	Люд-год	Кіл-ть	Люд-год	Кіл-ть	Люд-год	Кіл-ть	Люд-год		
ХТЗ-17221	ПР	1	290	290			1	290					
	ТО-3	1	52,3	52,3			1	52,3					
	ТО-2	1	8,8	8,8			1	8,8					
	ТО-1	11	2,3	25,3							11	25,3	
	СТО	4	15,3	61,2			4	61,2					
New Holland T8.435	ПР	0	265	0									
	ТО-3	1	21,4	21,4			1	21,4					

	TO-2	1	6,4	6,4			1	6,4				
	TO-1	5	2,7	13,5							5	13,5
	CTO	2	17,1	34,2			2	34,2				
T-150K	ПР	0	280	0								
	TO-3	1	42,3	42,3			1	42,3				
	TO-2	1	6,8	6,8			1	6,8				
	TO-1	5	1,9	9,5							5	9,5
	CTO	2	5,3	10,6			2	10,6				
New Holland T7060	ПР	1	240	240			1	240				
	TO-3	1	26,1	26,1			1	26,1				
	TO-2	2	6	12			2	12				
	TO-1	12	2,2	26,4							12	26,4
	CTO	4	14,9	59,6			4	59,6				
MT3-82	ПР	0	230	0								
	TO-3	2	19,8	39,6			2	39,6				
	TO-2	2	6,9	13,8			2	13,8				
	TO-1	17	2,7	45,9			17	45,9				
	CTO	6	3,5	21			6	21				
MT3-80	ПР	1	230	230			1	230				
	TO-3	1	19,8	19,8			1	19,8				
	TO-2	2	6,9	13,8			2	13,8				
	TO-1	10	2,7	27							10	27
	CTO	4	3,5	14			4	14				
КамАЗ-5320	ПР			1050		420		630				
	TO-2	10	21,5	215			10	215				
	TO-1	30	4,4	132					30	132		
	CTO	4	19,5	78			4	78				
ГАЗ-4301	ПР			476		190		286				
	TO-2	7	11,8	82,6			7	82,6				
	TO-1	21	2,9	60,9					21	60,9		

	СТО	4	10,5	42			4	42				
New Holland CR. 90	ПР	2	172	344			2	344				
	ТО-2	2	7,5	15			2	15				
	ТО-1	8	5,5	44			8	44				
ПЛН-5-35	ПР	2	21	42			2	42				
ПЛН-3-35	ПР	2	14	28			2	28				
СЗ-5,4	ПР	1	93	93			1	93				
СПЧ-6	ПР	1	23	23			1	23				
КПС-4	ПР	1	22	22			1	22				
КРН-4,2	ПР	1	38	38			1	38				
БДТ-3	ПР	1	31	31			1	31				
БГ-14	ПР	1	92	92			1	92				
УДА-3,1	ПР	1	87	87			1	87				
ОП-2000	ПР	1	98	98			1	98				
Всього				4464,8		610		3560,2		192,9		101,7

Розрахунки, подані в таблиці 2.2, свідчать, що загальна трудомісткість ремонтно-обслуговуючих робіт, запланованих до виконання в майстерні, становить 3560,2 людино-години. Водночас, до загального обсягу робіт з ремонту та технічного обслуговування, окрім трудовитрат на основну продукцію, слід додатково враховувати витрати праці, пов'язані з обслуговуванням самої майстерні — забезпеченням її оснащенням, інструментами, проведенням ремонту обладнання тощо.

Річна трудомісткість або обсяг виконуваних робіт у майстерні є одним із ключових показників. Саме від його значення залежать параметри виробничих площ, чисельність і структура персоналу майстерні, а також склад і кількість основного технологічного обладнання. На основі загальної трудомісткості формується виробнича програма ремонтної майстерні.

Під час визначення загальної трудомісткості робіт у майстерні враховуються також трудовитрати на виконання допоміжних робіт.

До таких робіт належать [7, 8]:

- технічне обслуговування та ремонт обладнання, що використовується в майстерні – 6...8%;
- виготовлення та відновлення окремих деталей і робочого інструменту – 3...5%;
- додаткові види робіт – 6...8%.

Відповідно, сумарну трудомісткість робіт можна обчислити за формулою:

$$T_3 = T_O + T_{Обл} + T_{ВД} + T_{Ін}, \quad (2.16)$$

де T_O – сумарна трудомісткість ремонтних і сервісних робіт

таблиця 2.2, люд-год;

$T_{Обл}$ – сумарна трудомісткість робіт із ремонту технологічного обладнання,

$T_{Обл} = 5...7\%$ від T_O , люд-год;

$T_{ВД}$ – виготовлення та відновлення окремих деталей і робочого інструменту,

$T_{ВД} = 3...5\%$ від T_O , люд-год;

$T_{Ін}$ – додаткові види робіт, $T_{Ін} = 6...8\%$ від T_O , люд-год.

Тоді загальна трудомісткість буде дорівнювати:

$$T_3 = 3560,2 + 249,2 + 178 + 284,8 = 4272,2 \text{ люд-год.}$$

Виробнича програма майстерні виражається в кількості умовних ремонтів, що пов'язано з різноманітністю техніки, яка підлягає обслуговуванню. Один умовний ремонт у майстернях прийнято вважати еквівалентом ремонту з трудомісткістю 300 людино-годин.

Річна виробнича програма майстерні визначається по формулі:

$$N_{p.y.} = \frac{T_3}{t_y} = \frac{4272,2}{300} = 14 \text{ умовних ремонтів.} \quad (2.17)$$

де t_y – трудомісткість виконання умовного ремонту, $t_y=300$ люд-год.

2.3. Розподіл трудомісткості між дільницями майстерні

Виконані розрахунки обсягів ремонтно-обслуговуючих заходів щодо підтримання машинно-тракторного парку в справному стані, а також їх розподіл між об'єктами ремонтної інфраструктури дали змогу визначити сумарну трудомісткість робіт, запланованих до виконання в майстерні.

Вона включає в себе наступні основні дільниці: ремонтно-монтажну, слюсарно-механічну, зварювальну та дільницю ТО та діагностування.

Для наявної структури дільниць майстерні здійснимо розподіл трудомісткості ремонтних робіт за видами, беручи до уваги, що їх загальний обсяг становить 4272,2 люд-год.

Розподіл здійснюється відповідно до відсоткового співвідношення за видами ремонтних робіт, при цьому доцільно подати його у вигляді таблиці для наочності. У таблиці 2.3 наведено розподіл трудомісткості між визначеними дільницями майстерні.

Таким чином із проведених розрахунків на дільницю технічного обслуговування та діагностування припадає 1153,5 люд-год.

Таблиця 2.3 – Розподіл трудомісткості між дільницями ремонтної майстерні

№	Дільниця	Відсоток робіт	Трудомісткість робіт
1	ТО і діагностування	27	1153,5
2	Ремонтно-монтажна	42	1794,3
3	Слюсарно-механічна	14	598,1
4	Ковальсько-зварювальна	17	726,3
Всього:		100	4272,2

2.4. Загальний технологічний процес технічного обслуговування та діагностування машин в господарстві

Ефективність роботи сільськогосподарських машин забезпечується їх правильною експлуатацією, яка охоплює цільове використання техніки, а також комплекс заходів із технічного обслуговування, ремонту, зберігання та транспортування.

Вимоги до виконання цих робіт регламентуються «Планово-попереджувальною системою технічного обслуговування і ремонту машин». Згідно з цією системою, ремонтно-обслуговуючі заходи охоплюють технічне обслуговування (ТО) та ремонт, які забезпечують підтримання необхідного технічного стану та працездатності машин протягом усього строку їх експлуатації.

Технічне обслуговування — це сукупність операцій або окрема операція, спрямована на підтримання справності та працездатності машини під час її експлуатації, зберігання чи транспортування. До складу технічного обслуговування входять роботи з очищення, діагностики, регулювання, змащування, заправки, кріплення, обкатування, консервації та усунення незначних несправностей. У процесі експлуатації машин передбачено такі види технічного обслуговування: щозмінне (ЩТО), планові (ТО-1, ТО-2, ТО-3) та сезонні [5].

Щозмінне технічне обслуговування виконується після кожних 8–10 годин роботи трактора або іншої сільськогосподарської машини.

Сезонне технічне обслуговування тракторів і автомобілів проводиться двічі на рік — перед початком весняно-літнього та осінньо-зимового експлуатаційних періодів.

Частоту проведення технічного обслуговування тракторів можна встановлювати на основі обсягу використаного пального або в умовних еталонних гектарах, тоді як для комбайнів та сільськогосподарських машин вона визначається у фізичних гектарах [5, 8].

Технічне обслуговування тракторів.

Щозмінне технічне обслуговування (ЩТО) включає зовнішній огляд машини; очищення та перевірку наявності витоків палива й оливи; контроль рівня масла в картері двигуна та охолоджувальної рідини в радіаторі; перевірку роботи контрольно-вимірювальних приладів, освітлення, сигналізації та гальм; а також випробування трактора під час руху.

Перше технічне обслуговування (ТО-1) охоплює всі операції ЩТО та додатково включає перевірку стану повітроочисника й акумуляторної батареї; злив відстою з фільтрів грубої очистки палива та оливи; контроль рівня масла у всіх резервуарах і змащування вузлів згідно з картою мастила..

Друге технічне обслуговування (ТО-2) включає всі операції ТО-1 та додатково передбачає огляд і перевірку клапанного механізму двигуна, зчеплення, механізму керування поворотом, гальмівної системи і ходової частини; заміну масла у відповідних ємностях згідно з регламентом; промивку мастильної системи двигуна; а також перевірку кріплення основних складових трактора і двигуна.

Третє технічне обслуговування (ТО-3) включає ресурсне діагностування, що дає змогу визначити необхідність ремонту або обслуговування окремих вузлів трактора. При виконанні ТО-3 проводять усі операції ТО-2, а також додатково перевіряють і регулюють ключові системи двигуна (паливну, мастильну, запалювання тощо); агрегати трансмісії і ходової частини; гідравлічну та пневматичну системи; електрообладнання. Також під час руху контролюють працездатність усіх механізмів трактора.

Сезонне технічне обслуговування передбачає виконання таких операцій: заміну охолоджуючої рідини та мастильних матеріалів відповідно до сезону; підключення або відключення обігрівача і радіатора системи мащення; коригування щільності електроліту відповідно до вимог сезону; встановлення або зняття утеплювальних чохлів.

Технічне обслуговування комбайнів і самохідних машин.

Щозмінне технічне обслуговування (ЩТО) включає зовнішній огляд машини, очищення повітроочисника, перевірку наявності витоків масла та охолоджувальної рідини, дозаправку паливом, мастильними матеріалами і водою, а також перевірку працездатності під час руху.

ТО-1 включає в себе операції щозмінного технічного обслуговування (ЩТО) та додаткові роботи, такі як обслуговування систем очищення палива і масла двигуна, клапанного механізму, робочих органів машини (ріжучого і молотильного апаратів, транспортуючих пристроїв тощо), перевірка і регулювання ланцюгових і пасових передач, запобіжних муфт, зчеплення, рульового керування і гальм.

ТО-2 включає в себе операції технічного обслуговування першого рівня (ТО-1) та додатково передбачає перевірку працездатності двигуна за допомогою діагностування, а також обслуговування систем живлення, мащення, гальмівної системи, електрообладнання та гідросистеми.

Технічне обслуговування автомобілів.

Щозмінне технічне обслуговування (ЩТО) машин включає операції, аналогічні тим, що виконуються під час ЩТО тракторів.

ТО-1 включає в себе операції щозмінного обслуговування, а також додаткові роботи з обслуговування систем живлення і запалювання, заміни масла у двигуні, перевірки рівня масла у всіх ємностях з доливанням за потреби, обслуговування акумуляторної батареї, фільтрів очищення палива і масла, а також змащування у відповідності до карти мащення.

ТО-2 включає в себе всі операції, передбачені ТО-1, а також додаткові роботи з перевірки працездатності двигуна та інших вузлів автомобіля за допомогою діагностування, обслуговування приладів електрообладнання, систем освітлення і сигналізації, а також перевірки стану рульового керування, гальм і ходової частини.

Сезонне технічне обслуговування включає операції, аналогічні тим, що виконуються для тракторів.

Технічне діагностування представляє собою комплекс операцій, які виконуються з метою визначити технічний стан і залишковий ресурс машини, її агрегатів і вузлів. В процесі проведення діагностування визначають основні експлуатаційні показники машини: потужність, витрату палива, частоту обертання та інші, а також визначають об'єм і зміст робіт, які необхідно провести при ТО і ремонті.

В господарствах комплексне діагностування проводиться перед ремонтом, при сезонних технічних обслуговуваннях, при ТО-2 і ТО-3. Комплекс діагностичних робіт виконує майстер-наладчик.

Перед проведенням діагностичних операцій варто виконати підготовчі роботи, до яких відносяться: мийка і очищення машини, зовнішній огляд і перевірка комплектності, одержання інформації від механізатора про стан машини, виконання деяких попередніх регульовальних робіт і прогрів машини (двигуна) для випробувань при нормальних температурних умовах. До очищення машина повинна пройти технічний огляд для виявлення місць втрати палива і мастила, які після очищення визначити важко.

Діагностування ряду вузлів, агрегатів і систем може проводитися за узагальненими показниками технічного стану (потужність, тиск масла, температура води, питома витрата палива, обсяг газів, що прориваються в картер двигуна та ін.), за якими може оцінюватися стан циліндро-поршневої групи, кривошипно-шатунного механізму, системи мащення і інших механізмів і систем двигуна. Вони утворюють першу групу показників, за якими можна оцінювати більшість механізмів і систем двигуна, гідросистеми, електрообладнання машин. Другу групу показників використовують для визначення технічного стану вузлів і агрегатів, що не мають узагальнених показників, а їхній технічний стан визначається вимірюванням розмірних параметрів (зазорів, розбігу і т. д.) або випробуванням, оглядом. До них відносяться підшипникові вузли, вали, гнучкі передачі (ремінні і ланцюгові) машини. Операції по визначенню і оцінці узагальнених показників стану

машини і її вузлів виконуються, як правило, в обов'язковому порядку, інші операції – тільки по необхідності.

Процес діагностування можна розділити на три етапи: підготовчий – підготування робочого місця, перевірка роботоздатності діагностичної апаратури і приладів, монтаж її на машину, підготування технічної документації; основний – встановлення необхідного режиму роботи машини, вимірювання контролюючих параметрів, аналіз результатів і визначення змісту і обсягу подальших робіт по діагностуванню; заключний – зняття з машини діагностичного обладнання і приладів, оформлення документації, встановлення на машину знятих деталей.

2.5. Розрахунок кількості працівників дільниці ТО та діагностування

Склад виробничих робочих дільниці ТО та діагностування встановлюється на основі номенклатури робіт та прийнятої технології технічного обслуговування та діагностування машинно-тракторного парку.

Кількість працівників для виконання кожного виду робіт визначається на основі трудомісткості цих робіт і фонду робочого часу згідно з формулою [7]:

$$P = \frac{T_p}{\Phi \cdot k}, \quad (2.18)$$

де T_p – річна трудомісткість будь-якого виду робіт, люд – год.

Φ – річний фонд часу робочого даної професії, год.

k – запланований коефіцієнт перевиконання норми виробітку,

Кількість працівників дільниці ТО та діагностування становить:

$$P_{пто} = \frac{T_p}{\Phi \cdot k} = \frac{1153,5}{2070 \cdot 1,1} = 0,5 \text{ чол.}$$

Отже остаточно на дільницю ТО та діагностування приймаємо одного майстра-наладчика, який за сумісництвом буде працювати на ремонтно-монтажній дільниці.

2.6. Підбір обладнання дільниці ТО та діагностування

Підбір основного обладнання здійснюється відповідно до рекомендацій щодо організації виробничих дільниць спеціалізованих ремонтних підприємств АПК, з урахуванням вимог розробленого технологічного процесу діагностування та технічного обслуговування. Допоміжне обладнання та оснащення обирається відповідно до виробничої потреби.

Основним технологічним обладнанням для діагностування машино-тракторного парку є стаціонарна установка КИ-4935. За допомогою даної установки виконують наступні контрольні операції: визначення частоти обертання, потужності, крутного моменту двигуна; зняття повної регуляторної характеристики; визначення витрати палива, температури води в системі охолодження і тиску масла в системі мащення. Установка дозволяє використовувати основний двигун і трансмісію в заданому режимі, визначити технічний стан системи живлення, системи мащення, деталей ЦПГ, муфт зчеплення, гідро-начіпної системи і пускового двигуна.

Для розширення можливостей технічного контролю використовують стаціонарний діагностичний комплект КИ-5308А, який дозволяє перевірити 85 діагностичних параметрів на тракторі і 75 на комбайні. Комплект включає робоче місце слюсаря-наладчика з пристосуваннями і інструментом для регулювальних робіт, шафу з діагностичними приладами, компресор КИ-4942, пристрій для зливання відпрацьованого масла Mobilube 1470 і відведення відпрацьованих газів моделі 4947, сіл для роботи з приладами.

Для технічного обслуговування машино-тракторного парку пункт обладнується стаціонарним постом мащення, в якості якого використовують установку ОЗ-4967 для мащення і заправлення машин. Установка складається з

двох окремих колонок. Змащення консистентними мастилами проводиться за допомогою солідолонагнітача.

Для промивання системи мащення двигунів та гідравлічної системи використовують установку ОМ-28257. Дана пересувна установка дозволяє промивати систему мащення, гідравлічну систему, картери задніх мостів і коробок передач, паливні баки.

Для виконання нескладних слюсарних операцій пункт обладнується слюсарним верстаком з настільно-свердлильним (НС-12А) і точильно-шліфувальним (ЭТ-93-2) верстатами, а також двосекційною мийною ванною ВМ-2 для миття деталей і витяжною шафою.

В якості підйомно-транспортного обладнання використовуємо кран-балку вантажопідйомністю 3,2 т та гаражний домкрат.

Перелік основного та допоміжного обладнання заносимо до відомості таблиця 2.4.

2.7. Розрахунок площі та технологічне планування ділянки ТО та діагностування

Площа, яку займає ремонтна майстерня, охоплює виробничі, адміністративно-управлінські, побутові та складські приміщення.

До виробничих площ майстерні належать ті, що відведені під технологічне обладнання, робочі місця, а також для розміщення заготовок, деталей і вузлів, які зберігаються поблизу робочих зон.

Розрахунок виробничої площі ділянки здійснюється за формулою, наведеною у джерелі [7].

$$F_{\text{д}} = (F_{\text{об}} + F_{\text{м}}) \cdot \sigma_{\text{р}} = (8,99 + 15,36) \cdot 3,0 = 73,1 \quad (2.19)$$

де $F_{\text{об}}$ – площа, яку займає обладнання, м^2 ;

$F_{\text{м}}$ – площа, яку займає машина, м^2 ;

σ_p – – нормативний коефіцієнт, який враховує робочі зони та проходи,

Остаточно приймаємо дільницю розмірами 6×12 м загальною площею 72 м² і організовуємо її в приміщенні складу ремонтної майстерні.

Дільниця технічного обслуговування та діагностування повинна бути відокремлена від основних дільниць ремонтної майстерні [7, 8]. Освітлення комбіноване з рівнем освітленості не нижче 500 лк. Стіни та стеля мають бути пофарбовані світлою фарбою, а підлога повинна бути цементною. Усі роботи на дільниці мають виконуватись з дотриманням норм техніки безпеки та виробничої санітарії, а також відповідно до вимог безпеки, передбачених інструкціями до контрольно-випробувального стендів.

Під час організації та оснащення робочих місць на дільниці слід враховувати специфіку виконуваних робіт, вимоги охорони праці, послідовність технологічного процесу, а також забезпечити достатні розміри проходів, проїздів і робочих зон для зручного користування та обслуговування обладнання.

Обладнання, таке як верстати та стенди, що потребує встановлення на фундаментах, слід розміщувати з дотриманням відстані 500–600 мм від стін, колон і бокових поверхонь.

Верстаки, стелажі, шафи та тумби слід розташовувати щільно біля стін або перегородок. Робочі місця і обладнання рекомендується розміщувати поруч із вікнами, щоб природне світло освітлювало робочу зону спереду або збоку.

Витяжні зонти слід встановлювати в один ряд, що дозволяє підключити їх до спільного колектора для відведення диму.

Ширина проходів між обладнанням або робочими місцями має становити не менше 1200–1500 мм.

Технологічне планування дільниці технічного обслуговування та діагностування наведено на першому аркуші графічної частини проекту.

Таблиця 2.4 – Відомість обладнання

Поз.	Найменування	Модель	Кіл-ть	Габарити, мм	Площа, м ²
1	Діагностична установка	КИ-4935	1	2700•1800	1,35
2	Стелаж для вузлів та деталей	1019-504-00	1	1200•500	0,6
3	Інструментальний візок	ЗМСБ	1	740•440	-
4	Солідолонагнітвач (пересувний)	НГ-68213	1	650•550	-
5	Гідравлічна станція	ГНС-7,6-08П	1	500•400	0,2
6	Компресорно-вакуумна установка (пересувна)	СО-7Б	1	796•336	-
7	Маслороздавальна колонка	ОВ-4967	1	900•600	0,54
8	Ящик для ганчір'я	2249	1	1000•500	0,5
9	Ящик для піску	1019-703-00	1	500•400	0,2
10	Пожезний щит	-	1	-	-
11	Щафа для діагностичних приладів	-	1	1000•350	0,35
12	Стіл майстра налагодчика	-	1	1500•800	1,2
13	Настільно-свердильний верстат	ИСТ-1350	1	760•400	-
14	Отжарний верстак	ВГ-3	1	1800•800	1,44
15	Точильно-шліфувальний верстат	БТ-1100	1	370•300	-
16	Мийна ванна двосекційна	ВМ-2	1	1000•500	0,5
17	Пульт керування	-	1	1340•760	1,02
18	Стіл пересувний	ОР-9967	1	800•600	-
19	Стіл для розбирання та випробування форсунок	-	1	800•650	0,52
20	Прилад для діагностування форсунок (настільний)	Власного виг.	1	318•178	-
21	Щафа для приладів та пристроїв	ОРГ-1611	1	1590•360	0,57
22	Домкрат гаражний	Г-304М	1	1600•380	
23	Кран-балка	Q=3,2 т	1	-	-
24	Пристрій для зливання відпрацьованих масел (ямний)	Meclube 1470	1	640•545	-
25	Пристрій для відведення відпрацьованих газів	4947	1	-	-
Всього					8,99

2.8. Висновки

В результаті проведеної роботи була розрахована виробнича програма ремонтно-обслуговуючих робіт господарства, загальна трудомісткість проведення технічного обслуговування та діагностування на дільниці склала 1153,5 люд-год. Розроблений загальний технологічний процес проведення технічного обслуговування та діагностування на основі якого проведений підбір основного та допоміжного ремонтно-технологічного обладнання на дільниці. Сформований штат дільниці який складається з одного майстра-наладчика, якому буде допомагати механізатор закріплений за даною технікою. Площа необхідна для організації дільниці становить 72 м² (6×12 м).

3. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Актуальність конструкторської розробки

Технічний стан елементів паливної системи обумовлює ефективну потужність двигуна, характер пуску і роботу дизеля, витрату палива і його питому економію. Великий знос елементів системи живлення може викликати різке зниження технічних характеристик двигуна аж до його відмови. На агрегати паливної апаратури приходиться близько 70% всіх відмов дизельних двигунів.

Паливна система дизельного двигуна включає агрегати, які впливають на кількість витраченого палива, до них відносять: повітряний фільтр, паливні фільтри грубого та тонкого очищення, підкачувальна помпа, паливний насос високого тиску, трубопроводи, паливні форсунки, регулятор частоти обертання двигуна і привід. Найбільш інтенсивне зношування приходиться на долю плунжерних пар паливних насосів та форсунок.

Форсунка двигуна внутрішнього згоряння є єдиною ланкою між паливним насосом, який нагнітає паливо з баку до двигуна та безпосереднім місцем згоряння паливної суміші – камерою згоряння. Паливна форсунка об'єднує в собі декілька ключових функцій: дозування та розпилювання дизельного палива, забезпечення герметичності камери згоряння, зміну характеру впорскування паливної суміші.

Від правильної роботи форсунки залежить якість роботи двигуна, рівномірний розподіл потужності по циліндрах і витрата палива. Чиста, якісна форсунка дає конусоподібний розпил, а факел виходить рівний і безперервний, що сприяє правильній та рівномірній детонації паливної суміші. Тому вчасне та якісне діагностування форсунок з метою виявлення несправностей є досить актуальним питанням.

3.2. Аналіз конструкцій пристроїв для діагностування форсунок

Прилад для діагностування та регулювання дизельних форсунок S60H (аналог КИ-562) [9].

Прилад призначений для перевірки і регулювання всіх типів форсунок автомобільних та тракторних дизелів. Прилад універсальний його доцільно використовувати в цехах по регулюванню паливної апаратури (на ремонтних підприємствах), на пунктах технічного обслуговування, в пересувних діагностичних установках, автопересувних майстернях та ін.

Цей прилад дозволяє визначити такі параметри: тиск початку впорскування палива, якість розпилення, ефективність відсікання палива, рухливість голки, герметичність за замикаючим конусом розпилювача, а також герметичність ущільнень і з'єднань форсунки.

Прилад S60H (КИ-562) (рис. 3.1) складається з корпусу 2, всередині якого розміщений насосний елемент (плунжерна пара та нагнітальний клапан), механізм приводу насосного елемента з важелем 7, з'єднувальний штуцер з маховичком 3, розподільник 4 з запірним вентилям 5, манометр 6, паливний бачок 7 з фланцевим фільтром і глушник 10. Паливо в форсунку 9 та манометр нагнітають за допомогою важеля 1. Запірний вентиль 5 використовується для відключення порожнини манометра під час перевірки якості розпилення палива.

Для діагностування та регулювання форсунки встановлюють на прилад. Важелем 1 зі швидкістю 60...80 рухів за хвилину нагнітають паливо в форсунку, до появи впорскування палива з розпилювача. За показаннями манометра визначають тиск початку впорскування палива. Якщо тиск не відповідає номінальному, його регулюють, загвинчуючи або вигвинчуючи регулювальний гвинт за допомогою викрутки 8. У разі поганого розпилу (при нормально відрегульованому тиску початку впорскування) форсунку необхідно розібрати і очистити від нагару розпилювач.

Технічна характеристика приладу наведена в таблиці 3.1.

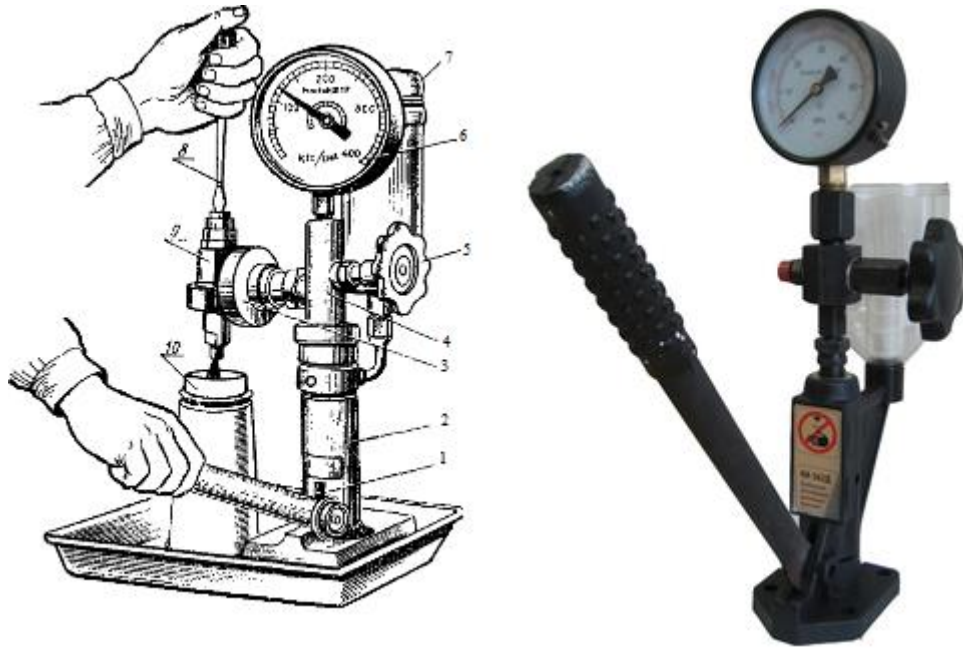


Рисунок 3.1 – Схема та загальний вид приладу S60H:

1 – важіль; 2 – корпус приладу; 3 – маховичок; 4 – розподільник; 5 – запірний вентиль; 6 – манометр; 7 – паливний бачок; 8 – викрутка; 9 – форсунка; 10 – глушник

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика приладу S60H

№ з/п	Назва показника	Значення показника
1	Максимальний тиск в гідросистемі	25 МПа
2	Розташування	На столі, привід ручний
3	Тиск	0...61 МПа
4	Мінімальний тиск системи	1,0 МПа
5	Похибка вимірювання	$\pm 1,5 \%$
6	Подача	1800 мм ³ /цикл
7	Час зниження тиску після досягнення рівня 30 МПа.	3 хв
5	Кількість впорскувань палива, що вимірюються протягом одного циклу	3
8	Бак	0,4 л

9	Габарити	190×110×390 мм
10	Маса	5,5 кг
11	Чисельність обслуговуючого персоналу	1 особа

Прилад відрізняється високою мобільністю, що дозволяє швидко і зручно кріпити його на будь-якому робочому столі та доволі простою конструкцією, яка не вимагає високої кваліфікації робітників. Основними недоліками даного приладу є необхідність обов'язкового знімання форсунки з двигуна для діагностування та ручний привід насосного елементу, що вимагає прикладення значних зусиль та витрати часу.

Стенд для випробування та регулювання дизельних форсунок М-106 та його аналоги М-107, ДД-2110, КИ-35435 [10].

Стенд М-106 призначений для випробувань і регулювання форсунок дизельних двигунів автотракторної техніки в умовах пересувних діагностичних установок. Він дозволяє контролювати такі параметри: тиск початку підйому голки, якість розпилення палива, герметичність запірного конуса, а також щільність розпилювача в зоні запірного конуса та циліндричної частини за показником часу падіння тиску.

Стенд для випробування і регулювання форсунок (рис. 3.2) складається з корпусу 1 і кришки 2. На кришці зверху розташовані: манометр 3 в кожусі 4, камера впорскування 5, кронштейн 6 в якому гвинтом 7 через призму 8 кріпиться форсунка, кран скидання тиску 9. Вихідний штуцер 11, паливопровід 12, гвинт стравлювання повітря при пуску 13. Знизу на кришці розташовані: паливний бак, паливний насос, накопичувач. Привід паливного насоса здійснюється рукояткою 10.

На рис. 3.3 зображена схема подачі палива. Паливо з бака 1 через фільтр тонкого очищення 2 надходить в паливний насос 3. Через накопичувач 4 насос нагнітає паливо в форсунку 5. Тиск в системі контролюється по манометру 6. Скидання тиску здійснюється краном 7.

Підготовка стенду до роботи.

Встановіть стенд на верстак і закріпіть його чотирма болтами (отвори під кріпильні болти розташовані в нижній площині корпусу). Виверніть гвинт 13 (рис. 3.2) для стравлювання повітря. Через камеру впорскування 5 залийте в бак відфільтроване дизельне паливо до нижнього зрізу камери впорскування 5. Зробіть паузу 15...20 секунд для заповнення паливного насоса паливом. Одягніть рукоятку 10 на вісь кулачка паливного насоса. Зніміть заглушку зі штуцера 11. Затягніть до упору кран скидання тиску 9. За допомогою рукоятки 10 приводу насоса заповніть систему подачі палива паливом до підтікання його з отвору для гвинта стравлювання повітря 13 і вихідного штуцера 11 без бульбашок повітря (30...40 рухів за хвилину). Не відпускаючи рукоятки з нижнього положення, загвинтіть гвинт 13. Промийте внутрішній канал паливопроводу 12 дизельним паливом під тиском, після чого приєднайте його до штуцера 11. Прокачуючи насосом, заповніть паливопровід 12 паливом до появи його з штуцера паливопроводу.

Порядок роботи стенду.

В кронштейн 6 встановіть форсунку, яка підлягає випробуванню і закріпіть її гвинтом 7. Приєднайте паливопровід 12 до штуцера форсунки. Переміщаючи рукоятку 10 приводу насоса, створіть тиск впорскування палива форсункою. Тиск впорскування зафіксуйте за показаннями манометра 3.

Випробовувати і регулювати форсунки слід відповідно до методики випробувань і технічним умовам заводів виробників форсунок.

Технічні характеристики стенду подано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Характеристика

№	Показник	Значення
1	Максимальний тиск в гідросистемі	26 МПа
2	Розташування	На столі, привід ручний
3	Тиск	0...42 МПа
4	Бак	2,2 л

5	Подача	1220 мм ³ /цикл
6	Габарити	325×325×300 мм
7	Маса	5,6 кг
5	Чисельність обслуговуючого персоналу	1 особа
8	Строк служби, років, не менше	8

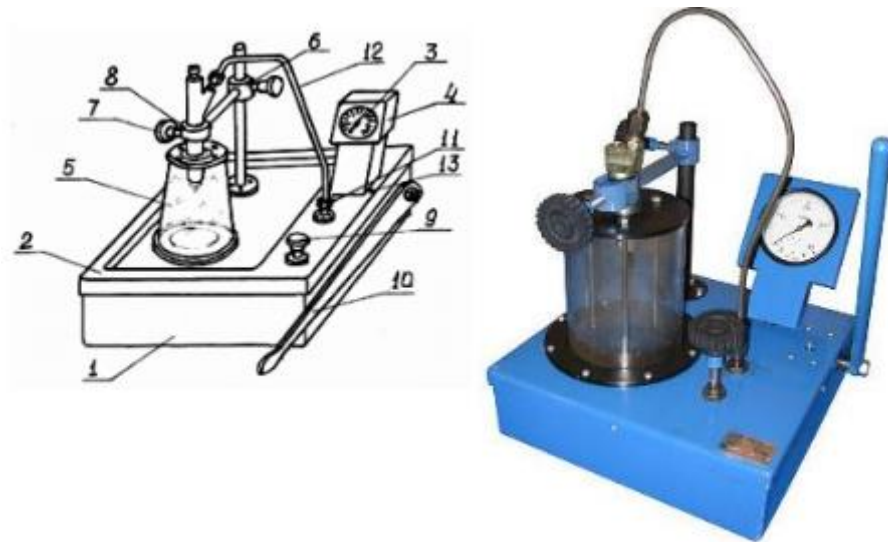


Рисунок 3.2 – Схема та загальний вид стану М-106:

1 – корпус; 2 – кришка; 3 – манометр, 4 – кожух; 5 – камера упорскування; 6 – кронштейн; 7 – гвинт; 8 – призма; 9 – кран; 10 – важіль; 11 – штуцер; 12 – паливо провід; 13 – гвинт стравлювання повітря

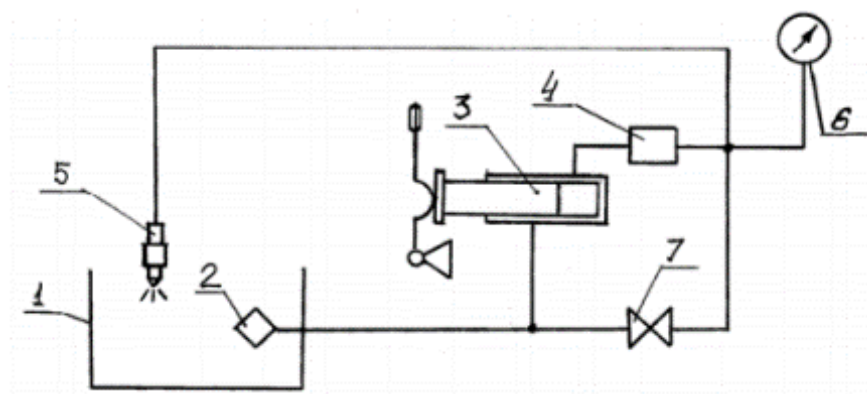


Рисунок 3.3 – Схема подачі палива стану М-106:

1 – бак паливний; 2 – фільтр тонкого очищення; 3 – плунжерний насос; 4 – накопичувач; 5 – форсунка; 6 – манометр; 7 – кран

Прилад відрізняється високою мобільністю, що дозволяє швидко і зручно кріпити його на будь-якому робочому столі та доволі простою конструкцією, яка не вимагає високої кваліфікації робітників. Основними недоліками даного приладу є необхідність обов'язкового знімання форсунки з двигуна для діагностування та ручний привід насосного елемента, що вимагає прикладення значних зусиль та витрати часу.

Пристосування для діагностування форсунок без зняття їх з двигуна КИ-9917 (аналог КИ-16301М) [11].

Пристосування КИ-9917 призначене для перевірки герметичності форсунок і тиску палива в момент початку впорскування при діагностуванні та усунення несправностей дизельної паливної апаратури. Пристосування може бути використано також для перевірки герметичності секції паливного насоса і тиску на пускових обертах двигуна.

Пристосування (рис. 3.4) представляє собою ручний насос високого тиску. Воно складається з манометра 3, підключеного до напірної порожнини корпусу 4, плунжерної пари і напірного клапана, що знаходиться всередині корпусу, приводу плунжера, що представляє собою важіль 5, один кінець якого шарнірно закріплений на корпусі 4, і штовхача. До корпусу приєднаний резервуар 6 для палива, а до резервуару – рукоятка 7. Всередині резервуара і рукоятки є поршневий механізм, що складається з поршня і пружини. Під дією цього механізму в резервуарі підтримується надлишковий тиск, і в пристосування не потрапляє повітря.



Рисунок 3.4 – Схема та загальний вид пристосування :

1 – форсунка; 2 – паливопровід високого тиску; 3 – манометр; 4 – корпус пристосування; 5 – важіль; 6 – резервуар для палива; 7 – рукоятка

Технічний стан форсунки перевіряють наступним чином. Заливають паливо в циліндр ручки-резервуара і прокачують пристосування. Потім знімають паливопровід високого тиску з форсунки, яку перевіряють з секції паливного насоса і приєднують його до напірного штуцера пристосування (при необхідності використовують перехідник).

Тиск початку впорскування палива визначають на непрацюючому дизелі за максимального відхилення стрілки манометра пристосування, виконуючи при цьому 35...40 рухів важелем за хвилину. Якщо тиск початку впорскування палива форсункою відрізняється на $\pm 0,5$ МПа від номінального – форсунку регулюють.

Для визначення якості розпилювання палива форсункою збільшують частоту нагнітання (70...80 рухів за хвилину) і прослуховують впорскування (використовуючи автостетоскоп). Звук повинен бути чітким.

Герметичність розпилювача перевіряють за інтенсивністю зменшення тиску, після його зменшення на 2 МПа від максимального значення: якщо за 20с воно зменшилося більш ніж на 1,5 МПа – розпилювач форсунки потрібно міняти.

Технічна характеристика пристосування наведена в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Технічна характеристика пристосування КИ-9917

№ з/п	Назва показника та одиниці вимірювання	Значення показника
1	Тип	Переносний
2	Максимальне зусилля на важелі, Н	118
3	Бак	0,12 л
4	Тиск	0...39,2 МПа
5	Габарити	82·182·475 мм
6	Маса	2,4 кг

Пристосування відрізняється високою продуктивністю та універсальністю дозволяє знизити трудомісткість діагностування паливних насосів та форсунок дизелів в 1,5...2 рази в порівнянні з аналогами. Основним недоліком даного пристосування є ручний привід насосу, що вимагає прикладення значних зусиль та витрати часу.

Аналіз конструкцій пристроїв для діагностування форсунок показав, що запропонована конструкція приладу повинна відповідати наступним вимогам:

- діагностування форсунок повинно відбуватися без зняття їх з двигуна;
- прилад повинен мати механізований привід насосу високого тиску;
- прилад повинен бути універсальним, тобто діагностувати форсунки різних двигунів і по можливості контролювати всі необхідні параметри;
- прилад повинен бути простої конструкції та нескладним в експлуатації;
- прилад повинен бути надійним та довговічним.

3.3. Призначення, будова та принцип дії приладу

Запропонований прилад призначений для перевірки і регулювання всіх типів форсунок автомобільних та тракторних дизелів. Прилад також може бути використаний для перевірки герметичності секції паливного насоса і тиску, який розвиває паливний насос на пускових обертах двигуна. Прилад являється універсальним його доцільно використовувати в цехах по регулюванню паливної

апаратури (на ремонтних підприємствах), на ділянках та пунктах технічного обслуговування, в пересувних діагностичних установках, автопересувних майстернях та ін.

За допомогою даного приладу можна визначити: тиск початку впорскування палива форсунки; якість розпилення палива; герметичність розпилювача форсунки; герметичність секції паливного насоса і тиск, який розвиває паливний насос на пускових обертах двигуна.

Прилад для діагностування форсунок (рис. 3.5) складається з корпусу 3, всередині якого розміщений насос високого тиску 9, механізму приводу насосу, паливного бачка 2 з штіхпробер 11, спускного клапана 6, манометра, трубопроводу високого 10 та низького 4 тиски. Механізму приводу насосу складається з мотор-редуктора 5, кулачкового валу 7 та штовхача 8.

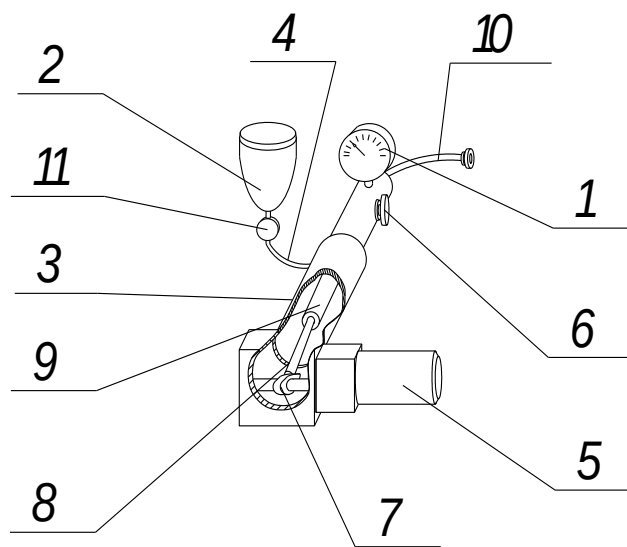


Рисунок 3.5 – Схема приладу

1 – вимірювач тиску; 2 – паливний бак; 3 – основа приладу; 4 – патрубок лінії низького тиску; 5 – мотор-редуктор; 6 – запобіжний клапан; 7 – ексцентриковий вал; 8 – штовхач; 9 – високонапірний насос; 10 – патрубок лінії високого тиску; 11 – штіхпробер

Порядок роботи приладу.

Перед початком експлуатації прилад перевіряють на герметичність. Для цього на випускний трубопровід високого тиску 10 встановлюють заглушку, відкривають спускний клапан 6 і створюють тиск близько 30 МПа. Після цього секундоміром фіксують час зниження тиску. Допустиме падіння не повинно перевищувати 0,5 МПа за хвилину. У разі перевищення цього показника прилад потребує ремонту або регулювання.

Після перевірки прилад з'єднують із форсункою, яку слід продіагностувати, через трубопровід високого тиску 10. Після запуску приладу асинхронний мотор-редуктор 5 починає обертати кулачковий вал 7, розташований у корпусі двигуна, зі швидкістю 60 об/хв. Обертальний момент передається через штовхач 8 на насос високого тиску 9, розміщений у корпусі приладу 3. Паливо з бачка 2 проходить через штіхпробер 11, де здійснюється його кількісне вимірювання, далі по трубопроводу низького тиску 4 потрапляє до насоса високого тиску 9, а потім – до форсунки. За допомогою вбудованого манометра вимірюється максимальний тиск, який створюється в системі.

Тиск початку впорскування визначають за максимальним відхиленням стрілки манометра. Якщо він відрізняється від нормативного більш ніж на 0,5 МПа, форсунку регулюють без демонтажу з дизеля.

Герметичність розпилювача перевіряють при досягненні максимального відхилення стрілки манометра за швидкістю падіння тиску після зниження на 2 МПа від максимальної величини. Якщо за 20 с. тиск знизиться більш ніж на 1,5 МПа, форсунки знімають, розбирають, очищають і перевіряють.

Про якість розпилювання судять по характерному клацанню, при прослуховуванні за допомогою автостетоскопа. Наявність такого клацання свідчить про точну посадку голки в сидло розпилювача в момент закінчення впорскування.

Операційна карта на діагностування форсунок трактора МТЗ-80 наведена на п'ятому аркуші графічної частини проекту.

3.4. Конструктивні розрахунки

3.4.1. Вибір мотор-редуктора

Як зазначалось раніше механізм приводу плунжерного насосу високого тиску складається з мотор-редуктора, кулачкового валу та штовхача.

Необхідна потужність на валу насоса [13] визначається по формулі:

$$N = \frac{P \cdot Q_m}{\eta_m}, \quad (3.1)$$

де P – максимальний тиск, який створює насос $P = 60 \text{ МПа}$;

Q_m – теоретична продуктивність насоса, $\text{м}^3/\text{с}$;

η_m – механічний ККД насоса, $\eta_m = 0,7 \dots 0,92$.

Теоретична продуктивність плунжерного насоса високого тиску визначається по формулі:

$$Q_m = \frac{F_n \cdot h_n \cdot \eta_o \cdot z \cdot n}{60}, \quad (3.2)$$

де F_n – площа поперечного перерізу плунжера, м^2 ;

h_n – хід плунжера за період стиснення палива, $h_n = 0,0125 \text{ м}$;

η_o – об'ємний ККД, $\eta_o = 0,85 \dots 0,98$;

z – кількість секцій насоса, $z = 1$;

n – частота обертання кулачкового валу, $n = 60 \text{ об/хв}$.

Площа поперечного перерізу плунжера визначається по формулі:

$$F_n = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,009^2}{4} = 6,36 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2. \quad (3.3)$$

Тоді теоретична продуктивність та потужність на валу насоса становлять:

$$Q_m = \frac{6,36 \cdot 10^{-5} \cdot 0,0125 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 60}{60} = 0,715 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}.$$

$$N = \frac{60 \cdot 10^6 \cdot 0,715 \cdot 10^{-6}}{0,8} = 53 \text{ Вт}.$$

Обираємо сучасний асинхронний мотор-редуктор моделі 60YN6-2 з наступними технічними характеристиками:

Оберти вихідного валу – 61 об/хв;

Потужність електродвигуна – 60 Вт;

Крутний момент на виході – 8,2 Нхм.

Передаточне число – 25;

3.4.2. Розрахунок кулачкового валу

Розрахувати кулачковий вал за схемою навантаження рис. 3.6, на який діють напруження згину і кручення [15].

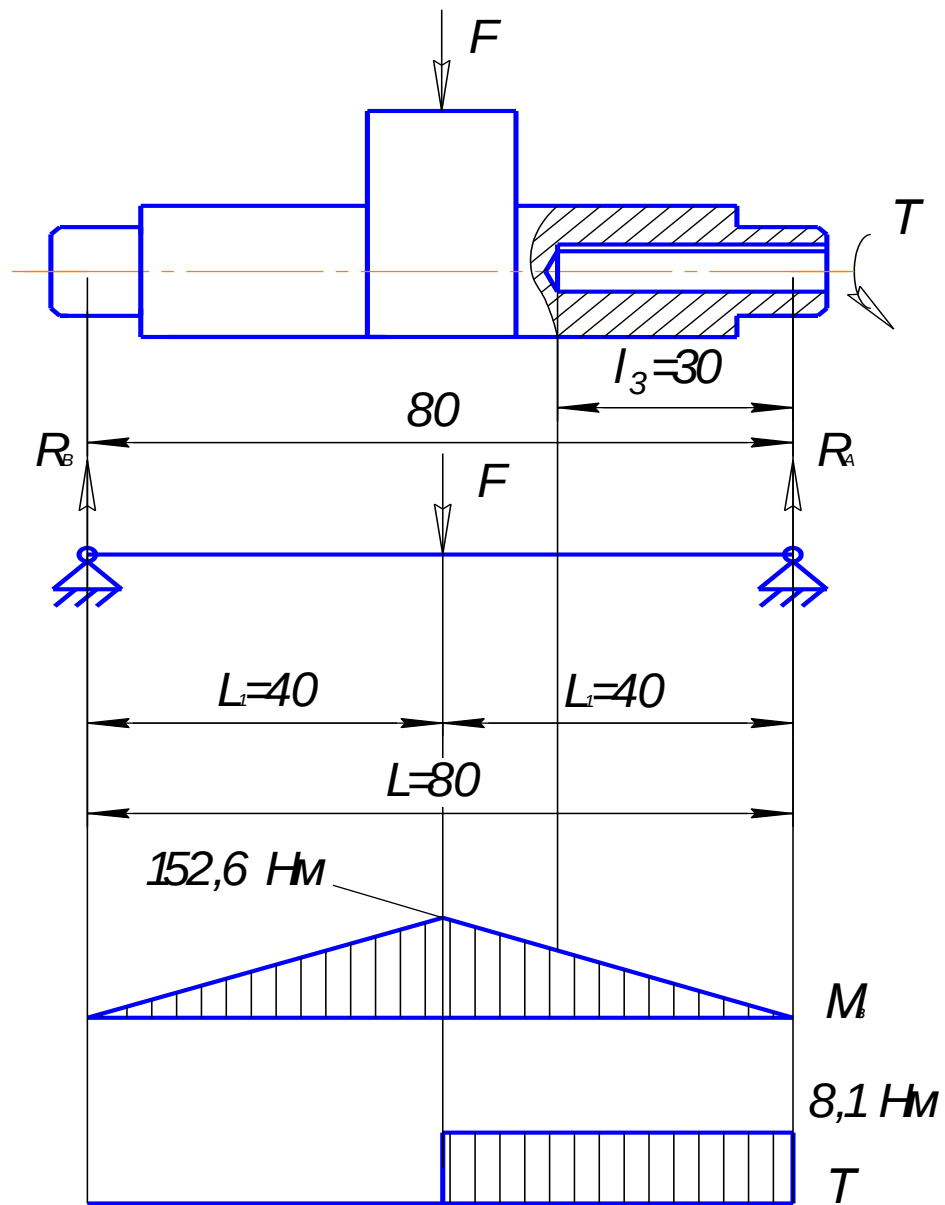


Рисунок 3.6 – Розрахункова схема кулачкового валу

Напруження згину мають максимальні значення в центрі кулачка на який діє штовхач з силою F (рис. 3.7).

Сила, яка діє на кулачок валу визначається по формулі:

$$F = P \cdot F_n = 60 \cdot 10^6 \cdot 6,36 \cdot 10^{-5} = 3816 \text{ Н.} \quad (3.4)$$

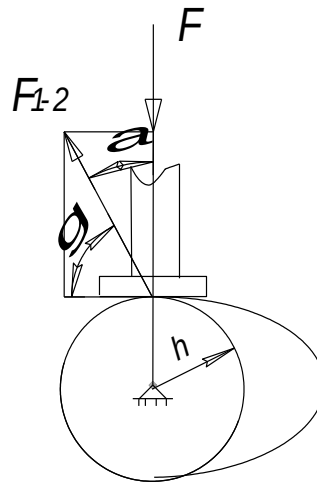


Рис. 3.7 – Схема дії сил на кулачковий вал

Згинальний момент, який діє на вал визначаємо по формулі:

$$M_z = F \cdot l_1 = 3816 \cdot 0,04 = 152,6 \text{ Нм.} \quad (3.5)$$

де l_1 – плече дії сили, $l_1 = 0,04 \text{ м}$.

Будуємо епюру згинальних та крутних моментів рис. 3.6.

Приведений момент визначаємо по формулі:

$$M_{np} = \sqrt{M_z^2 + 0,75 \cdot T^2} = \sqrt{152,6^2 + 0,75 \cdot 8,1^2} = 152,8 \text{ Нм.} \quad (3.6)$$

де T – крутний момент мотор-редуктора, $T = 8,1 \text{ Нм}$.

Допустиме напруження при сумісній дії згину і кручення визначається:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_m}{s} = \frac{360}{1,5} = 240 \text{ МПа,} \quad (3.7)$$

де σ_m – границя текучості, для сталі 45 $\sigma_m = 360 \text{ МПа}$;

s – запас міцності, для сталей $s = 1,4 \dots 1,5$.

Діаметр валу у перерізі кулачка визначаємо по формулі:

$$d = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{np}}{0,1 \cdot [\sigma]}} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{152,8}{0,1 \cdot 240}} = 17,5 \text{ мм.} \quad (3.8)$$

Остаточно приймаємо діаметр вісі 18 мм, діаметр опорних ділянок під підшипники 12 мм, висоту кулачка 31,5 мм.

Оскільки кулачковий вал ослаблений внутрішнім отвором зі шпонковим пазом на глибину 30 мм, необхідно виконати перевірочний розрахунок небезпечного перерізу вала на міцність. Умова міцності має вигляд [15]:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{npk}}{W_3} \leq [\sigma], \quad (3.9)$$

де M_{npk} – приведений момент в небезпечному перерізі, Нм;

W_3 – момент опору поперечного перерізу вала [16], м³.

По формулі 3.6 визначаємо приведений момент в небезпечному перерізі:

$$M_{npk} = \sqrt{(F \cdot l_3)^2 + 0,75 \cdot T^2} = \sqrt{(3816 \cdot 0,03)^2 + 0,75 \cdot 8,1^2} = 114,7 \text{ Нм.}$$

$$\begin{aligned} W_3 &= \frac{\pi d^3}{32} \left[1 - \frac{d_1^4}{d^4} \right] + \frac{bh(2d_1 - h)^2}{16d_1} = \\ &= \frac{3,14 \cdot 0,018^3}{32} \left[1 - \left(\frac{0,008}{0,018} \right)^4 \right] + \frac{0,002 \cdot 0,002 \cdot (2 \cdot 0,008 - 0,002)^2}{16 \cdot 0,008} = 0,54 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3. \end{aligned} \quad (3.10)$$

де d – зовнішній діаметр вала, м;

d_1 – внутрішній діаметр валу, м;

b – ширина шпонкового пазу, м;

h – глибина шпонкового пазу, м;

Тоді:

$$\sigma_{\max} = \frac{114,7}{0,54 \cdot 10^{-6}} = 212,4 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 240 \text{ МПа}.$$

Умова міцності вала виконується.

3.4.3. Перевірка кулачкового вала на втомну міцність

Розрахунок проводимо для небезпечного перерізу вала.

Сумарні коефіцієнти врахування впливів всіх факторів на опір втомі відповідно при згині та крученні визначаємо по формулам:

$$K_{\sigma D} = \left(\frac{K_{\sigma}}{K_{d\sigma}} + K_F - 1 \right) / K_V = \left(\frac{1,59}{0,92} + 1,1 - 1 \right) / 0,95 = 1,92. \quad (3.11)$$

$$K_{\tau D} = \left(\frac{K_{\tau}}{K_{d\tau}} + K_F - 1 \right) / K_V = \left(\frac{1,25}{0,83} + 1,1 - 1 \right) / 0,95 = 1,69. \quad (3.12)$$

де K_{σ}, K_{τ} – ефективні коефіцієнти концентрації напружень відповідно при згині і при крученні, для валів з галтелями [6], $K_{\sigma} = 1,59; K_{\tau} = 1,25$;

$K_{d\sigma}, K_{d\tau}$ – коефіцієнти впливу абсолютних розмірів поперечного перерізу – масштабний фактор відповідно при згині і при крученні [16],
 $K_{d\sigma} = 0,92; K_{d\tau} = 0,83$;

K_F – коефіцієнт впливу шорсткості поверхні [6], $K_F = 1,1$;

K_V – коефіцієнт впливу зміцнення поверхні [6], $K_V = 0,95$.

Номінальне напруження згину визначаємо по формулі:

$$\sigma_a = \sigma_z = \frac{M_z}{W_z} = \frac{M_z}{0,1 \cdot d^3} = \frac{152,6}{0,1 \cdot 0,0315^3} = 48,8 \text{ МПа}. \quad (3.13)$$

де W_z – момент опору поперечного перерізу вала, м^3 .

Запас міцності при згині у небезпечному перерізі:

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{K_{\sigma D} \cdot \sigma_a + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m} = \frac{240}{1,92 \cdot 48,8 + 0,1 \cdot 0} = 2,56 \text{ МПа.} \quad (3.14)$$

де σ_{-1} – межа витривалості матеріалу при згині, для сталі марки 45

$$\sigma_{-1} = 240 \text{ МПа;}$$

ψ_{σ} – коефіцієнт чутливості матеріалу до асиметрії циклу напружень при

згині [6], $\psi_{\sigma} = 0,1$;

σ_m – постійна складова напружень при згині [6], $\sigma_m = 0$.

Номінальне напруження кручення визначаємо по формулі:

$$\tau_a = \tau_m = 0,5 \cdot \frac{T}{W_p} = 0,5 \cdot \frac{T}{0,2 \cdot d^3} = \frac{8,1}{0,2 \cdot 0,0315^3} = 1,3 \text{ МПа.} \quad (3.15)$$

де W_p – полярний момент поперечного перерізу вала, м³.

Запас міцності при крученні у небезпечному перерізі:

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{K_{\tau D} \cdot \tau_a + \psi_{\tau} \cdot \tau_m} = \frac{150}{1,69 \cdot 1,3 + 0,05 \cdot 1,3} = 66,3 \text{ МПа.} \quad (3.16)$$

де τ_{-1} – межа витривалості матеріалу при крученні, для сталі марки 45

$$\tau_{-1} = 150 \text{ МПа;}$$

ψ_{τ} – коефіцієнт чутливості матеріалу до асиметрії циклу напружень при

крученні [16], $\psi_{\tau} = 0,05$.

Загальний запас міцності у небезпечному перерізі:

$$S = \frac{S_{\tau} \cdot S_{\sigma}}{\sqrt{S_{\tau}^2 + S_{\sigma}^2}} = \frac{66,3 \cdot 2,56}{\sqrt{66,3^2 + 2,56^2}} = 2,6 \geq [S] = 1,6. \quad (3.17)$$

Запас міцності більше допустимого, таким чином, кулачковий вал що проектується задовольняє вимоги міцності.

3.4.4. Вибір підшипників

Внутрішній діаметр підшипника приймаємо рівним опорним ділянцям на кулачковому валу $d = 12 \text{ мм}$. Оскільки частота обертання вала $n = 60 \text{ об/хв} \geq 10 \text{ об/хв}$ підбір підшипників кочення виконуємо за динамічною вантажопідйомністю.

Умова роботи підшипника [17]:

$$C_p \leq C, \quad (3.18)$$

де C_p – розрахункова динамічна вантажопідйомність підшипника, Н;

C – динамічна вантажопідйомність підшипника згідно технічних даних, Н.

Радіальне навантаження на підшипник:

$$F_r = R_A = R_B = \frac{F}{z} = \frac{3816}{2} = 1908 \text{ Н}. \quad (3.19)$$

де z – кількість підшипників на валу, $z = 2$ шт.

Еквівалентне навантаження на підшипник:

$$P = (XVF_r + YF_a) \cdot k_\delta \cdot k_t = (1 \cdot 1 \cdot 1908 + 0) \cdot 1,4 \cdot 1,0 = 2671,2 \text{ Н}. \quad (3.20)$$

де X, Y – коефіцієнти радіального і осьового навантаження, для радіальних підшипників $X = 1, Y = 0$ [16];

V – коефіцієнт обертання, так як в нашому випадку обертається внутрішнє кільце $V = 1$;

F_a – осьове зовнішнє навантаження, $F_a = 0$;

k_δ – коефіцієнт безпеки, який враховує характер навантаження, $k_\delta = 1,4$ [16];

k_t – температурний коефіцієнт, оскільки робоча температура підшипника становить до 100°C, $k_t = 1,0$ [16].

Розрахунковий ресурс підшипника в мільйонах обертів:

$$L = \frac{60 \cdot L_h \cdot n}{10^6} = \frac{60 \cdot 4000 \cdot 60}{10^6} = 14,4 \text{ млн.об.} \quad (3.21)$$

де L_h – строк служби підшипника, $L_h = 4000$ год.

Розрахункова динамічна вантажопідйомність підшипника:

$$C_p = P \cdot \sqrt[m]{L} = 2671,2 \cdot \sqrt[3]{14,4} = 6499 \text{ Н.} \quad (3.22)$$

де m – показник степеня, для шарикових підшипників $m = 3$ [16].

Приймаємо шариковий радіальний підшипник середньої серії №300, внутрішній діаметр підшипника $d = 12$ мм, зовнішній діаметр $D = 28$ мм, ширина підшипника $B = 11$ мм, динамічна вантажопідйомність $C = 8060$ Н.

Оскільки :

$$C_p = 6499 \text{ Н} \leq C = 8060 \text{ Н.}$$

Умова роботоздатності підшипника виконується.

3.4.5. Розрахунок зварного з'єднання

Розрахунок зварного з'єднання виконується згідно з положеннями теорії опору матеріалів. Конструкція зварного з'єднання корпусу мотор-редуктора зображена на рисунку 3.8.

Метою даного розрахунку є оцінка міцності зварних швів між стінками та кришкою корпусу стану, що проектується. Зварювання виконується відповідно до вимог ДСТУ EN 1708-2:2019 [18].

Міцність швів перевіряється на дію зусиль, що викликають зріз. При цьому передбачається, що навантаження рівномірно розподіляється по всьому робочому перерізу зварних швів.

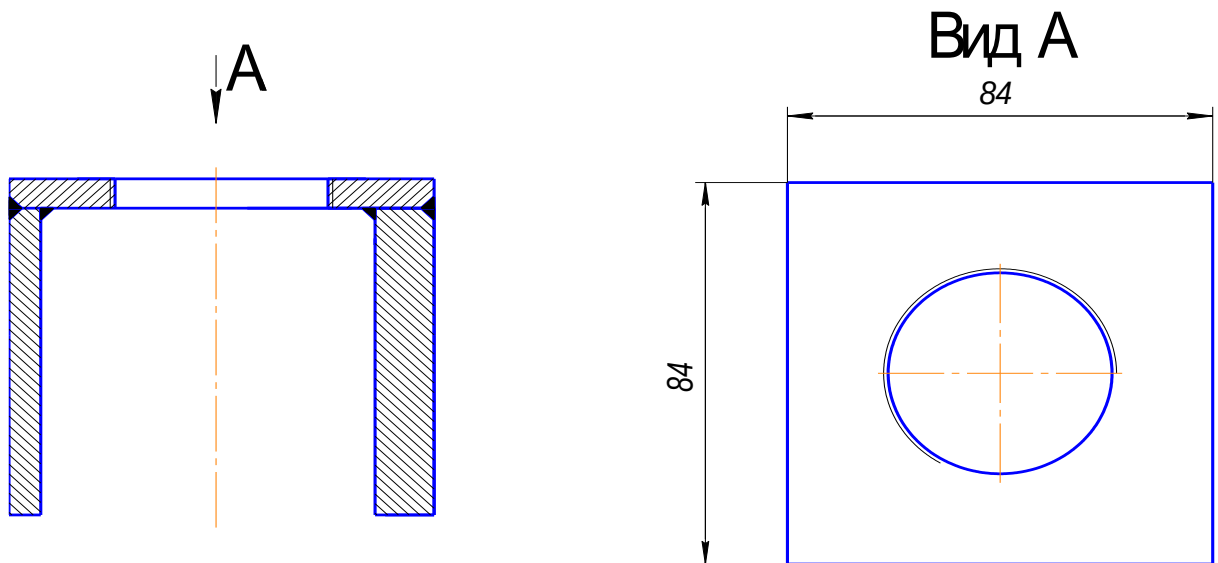


Рисунок 3.8 – Схема зварного з'єднання корпусу мотор-редуктора

Тоді умова міцності зварного з'єднання на зріз має вид:

$$\tau_z = \frac{F}{0,7 \cdot t \cdot l_p} \leq [\tau_z], \quad (3.23)$$

де t – катет шва,

l_p – довжина зварного шва,

$[\tau_z]$ – допустиме напруження на зріз зварного шва,

$$\tau_z = \frac{3816}{0,7 \cdot 0,003 \cdot 0,84} = 2,1 \text{ МПа} \leq [\tau_z] = 110 \text{ МПа}.$$

Умова міцності зварного шва виконується.

3.5. Запобіжні заходи та технічне обслуговування приладу

Для випробування і регулювання форсунок повинне застосовуватися паливо з температурою займання парів не нижче 65°C.

До обслуговування приладу допускаються особи які пройшли інструктаж з загальними правилами техніки безпеки, пожежної безпеки і виробничої санітарії.

Приміщення, в якому встановлений прилад, має бути обладнано засобами пожежогасіння, а також оснащено загальнообмінною припливно-витяжною вентиляцією.

При роботі на приладі повинні застосовуватися засоби індивідуального захисту.

Регулярно, не рідше одного разу на день, перевіряти рівень палива в бачку. За потреби доливати паливо до нижнього зрізу камери упорскування.

Регулярно, не рідше одного разу на тиждень, слід перевіряти герметичність паливопроводної системи. Для цього на випускний трубопровід високого тиску встановлюють заглушку, відкривають спускний клапан 6 і створюють тиск приблизно 30 МПа. Далі секундоміром фіксують час зниження тиску, який не повинен перевищувати 0,5 МПа за одну хвилину. Якщо це значення перевищене, стенд потребує технічного обслуговування або регулювання.

3.6. Можливі несправності приладу та способи їх усунення

Можливі несправності приладу та способи їх усунення наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Можливі несправності приладу та способи їх усунення

№ з/п	Несправність	Причина несправності	Способи усунення
1	При заповненні паливного насоса, паливо не з'являється в	Недостатній рівень палива в паливному бачку.	Долити паливо до нижнього зрізу камери упорскування.

	отворі спускного клапана.		
2	У вихідному штуцері не припиняється вихід бульбашок повітря.	Підсмоктування повітря в паливному насосі	Підтягнути гайку вихідного штуцера насоса.
3	В системі подачі палива не створюється тиск.	Недостатньо затягнутий спускний клапан.	Підтягнути спускний клапан.
		Витік палива в будь-якому з'єднанні системи.	Знайти місце витoku і домогтися герметичності затягуванням гайок.
		Недостатньо затягнута гайка вихідного штуцера насоса.	Підтягнути гайку вихідного штуцера насоса.
		Засмітився зворотний клапан паливного насоса.	Розібрати насос, промити чистим паливом плунжерну пару, зворотний клапан, корпус насоса. Промити паливний бачок і трубопровід низького тиску.
4	Підтікання палива з під корпусу приладу.	Витік палива в будь-якому з'єднанні системи.	Знайти місце витoku і домогтися герметичності затягуванням гайок або прокладок.
5	Насос працює з заїдання, плунжер не повертається.	Засмітилась плунжерна пара.	Розібрати насос, промити чистим паливом плунжерну пару.

		Поломка зворотної пружини.	Замінити зворотну пружину.
5	Не працює мотор-редуктор.	Відсутній струм в приладі.	Перевірити живлення приладу.
		Несправність мотор-редуктора.	Розібрати прилад та усунути несправність мотор-редуктора.

3.7. Технічна характеристика приладу

Технічна характеристика приладу для діагностування форсунок наведена в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Технічна характеристика приладу для діагностування форсунок

№ з/ п	Назва показника та одиниці вимірювання	Значення показника
<i>Прилад переносний з електроприводом</i>		
1	Діапазон вимірювання тиску, МПа (кгс/ см ²)	0...60(0...600)
2	Межа похибки вимірювання тиску, %	± 1,5
3	Подача палива, мм ³ / цикл, не менше	1800
4	Ємність для палива, л, не менше	0,5
5	Габаритні розміри,(мм) не більше	380x318x178
6	Вага (без палива), кг, не більше	5
7	Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	1
8	Час падіння тиску після досягнення 35 МПа (350 кгс/ см ²), хв.	3
9	Швидкість вимірювання, вим/ цикл	2

3.8. Висновки

Розроблений переносний прилад для діагностування форсунок відрізняється високою продуктивністю та універсальністю, дозволяє знизити

трудомісткість діагностування агрегатів паливної апаратури в 1,5...2 рази в порівнянні з аналогами. Застосування в конструкції електроприводу дозволить значно спростити процес діагностування, а використання великої кількості стандартних деталей свідчить про високий рівень уніфікації. Всі елементи приладу підібрані з запасом міцності, всі з'єднання розраховані за граничними навантаженнями.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз стану з охорони праці в ФГ Червоне-Агро

Організація охорони праці у Фермерському господарстві Червоне-Агро здійснюється відповідно до вимог чинного законодавства України, зокрема Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, наказів Держпраці та відповідних галузевих нормативів.

У господарстві відповідальність за організацію роботи з охорони праці несе директор підприємства — Головченко Роман Сергійович. Він здійснює загальне керівництво та контроль за дотриманням вимог безпеки праці та пожежної безпеки, забезпечує розробку внутрішніх нормативних актів та впровадження інструкцій із безпеки.

Функціональне виконання завдань з охорони праці, з огляду на невелику чисельність персоналу (2 штатні працівники станом на 2024 рік), покладається безпосередньо на працівників відповідно до їхніх посадових обов'язків. Зокрема:

- Водій-механізатор відповідає за технічний стан техніки, дотримання інструкцій з експлуатації машин і механізмів, перевірку справності захисного обладнання.
- Агроном (за сумісництвом або сезонно) дотримується вимог безпеки при роботі з агрохімікатами, здійснює контроль за умовами зберігання та використання добрив і пестицидів.

Також у господарстві впроваджено ведення журналів реєстрації інструктажів, журналів обліку нещасних випадків та наказів щодо охорони праці. Первинний інструктаж проходить кожен працівник перед допуском до роботи.

Основні заходи щодо забезпечення безпеки

1. Наявність інструкцій з охорони праці для кожного виду робіт.
2. Проведення щорічних медичних оглядів працівників, які мають контакт із небезпечними або шкідливими речовинами.

3. Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) — захисним одягом, рукавицями, масками при роботі з хімікатами тощо.

4. Перевірка стану електромереж і техніки з дотриманням графіків технічного обслуговування.

Незважаючи на наявність базових заходів, у ФГ Червоне-Агро наявні певні недоліки, які потребують уваги:

- Відсутність окремої посади інженера з охорони праці, що ускладнює системний підхід до управління безпекою.
- Обмежене фінансування на модернізацію системи охорони праці та оновлення ЗІЗ.
- Низький рівень автоматизації виробничих процесів підвищує ризики виробничого травматизму.
- Недостатній рівень навчання персоналу, особливо в частині дій у надзвичайних ситуаціях.

4.2. Вимоги пожежної безпеки при технічному обслуговуванні і ремонті сільськогосподарських машин та техніки

Пожежна безпека на ділянках технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки є надзвичайно важливою складовою загальної системи охорони праці. Враховуючи, що в процесі обслуговування машин використовуються легкозайmistі речовини (пально-мастильні матеріали, розчинники, фарби, мастила тощо), існує підвищений ризик виникнення пожежонебезпечних ситуацій.

Основні нормативні документи:

- Закон України "Про пожежну безпеку";
- Правила пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001-2021);
- ДСТУ EN ISO 11623, ДСТУ EN 60079 (для вибухонебезпечних середовищ);
- Галузеві інструкції з пожежної безпеки для сільського господарства.

Основні пожежонебезпечні фактори в ремонтних приміщеннях:

1. Паливно-мастильні матеріали (ПММ) — залишки дизельного пального, бензину, масла можуть легко займатися від відкритого полум'я, іскор або перегрітого обладнання.
2. Зварювальні роботи — джерело відкритого полум'я та іскор.
3. Несправна електропроводка або саморобне підключення обладнання.
4. Накопичення горючого пилу, тканин, забруднених ганчірок.

Вимоги пожежної безпеки:

1. Загальні вимоги:

- Усі приміщення діляниці повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння: вогнегасниками (не менше одного порошкового або вуглекислотного на 20 м² площі), ящиком з піском, відрами, лопатами.
- Повинна бути розроблена інструкція з пожежної безпеки, доведена до відома всіх працівників під підпис.
- Необхідно забезпечити вільний доступ до аварійних виходів та пожежних щитів.

2. Вимоги до організації робіт:

- Перед проведенням зварювальних або інших вогневих робіт необхідно оформлювати наряд-допуск.
- У місцях зберігання ПММ слід передбачити вентиляцію, захисні піддони для збирання розливів, а також електростатичне заземлення тари.
- Не дозволяється палити або використовувати відкритий вогонь у зоні ремонту.

3. Електробезпека та вентиляція:

- Усі електроустановки повинні відповідати класу захисту IP44 або вище, проводка повинна бути прокладена у вогнестійких коробах.
- Повинна бути забезпечена природна або примусова вентиляція для недопущення накопичення парів горючих рідин.

4. Навчання персоналу:

- Працівники повинні проходити щорічний інструктаж з пожежної безпеки, а також навчання діям у разі пожежі.
- На підприємстві повинні проводитися пожежно-технічні тренування, з імітацією умов загоряння.

Таблиця 4.1 - Типові порушення, що зустрічаються на ділянках ТО:

№	Порушення	Наслідки
1	Зберігання ПММ у відкритій тарі	Підвищення ризику займання
2	Відсутність вогнегасників або їх непридатний стан	Неможливість швидкого гасіння вогню
3	Застосування іскрових електроінструментів біля ПММ	Потенційне джерело займання
4	Захаращені евакуаційні виходи	Ускладнення евакуації в разі пожежі

4.3. Висновки та рекомендації

Для зниження пожежної небезпеки під час технічного обслуговування і ремонту техніки у ФГ Червоне-Агро необхідно:

- Регулярно проводити технічне обстеження приміщень і обладнання.
- Забезпечити достатню кількість первинних засобів пожежогасіння.
- Організувати облік і контроль зберігання легкозаймистих речовин.
- Створити наочні схеми евакуації та встановити відповідні таблички.
- Ввести контрольний журнал пожежної безпеки для щомісячного огляду стану пожежозахисту.

5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

У сучасних умовах динамічного розвитку агропромислового комплексу України, кожне фермерське господарство змушене активно реагувати на виклики ринку, щоб зберегти та зміцнити свої позиції. Одним із таких господарств є фермерське господарство «Надія», яке прагне не лише підтримувати конкурентоспроможність, а й підвищувати ефективність своєї діяльності. Досягнення цих цілей можливе через впровадження інноваційних технологій, раціоналізацію виробничих процесів, зниження експлуатаційних витрат, а також освоєння нових каналів реалізації сільськогосподарської продукції.

Значну роль у цьому процесі відіграє техніко-економічне обґрунтування господарських заходів. Цей інструмент дозволяє оцінити фінансову доцільність впровадження інновацій, прогнозувати рівень прибутковості, а також визначити економічну ефективність витрат. Техніко-економічна оцінка стає основою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо інвестиційних проєктів, модернізації матеріально-технічної бази, організації технічного обслуговування тощо.

Метою даної роботи є виконання техніко-економічного аналізу проєкту, розробленого для впровадження у фермерському господарстві. Основна увага приділяється визначенню доцільності інвестицій, розрахунку показників рентабельності, витрат на виконання ремонтних робіт, а також оцінці строку окупності вкладених коштів. Таким чином, дослідження дозволить надати об'єктивну оцінку економічної ефективності впроваджуваних заходів.

Необхідні для розрахунків вхідні дані представлені у додатку Б. Розрахунки проведені на ПК за допомогою програми Microsoft Excel, а результати розрахунків згідно методики описаної нижче наведені в додатку В. З метою визначення економічної ефективності дипломного проєкту розраховуються такі ключові показники:

Загальна вартість проведених ремонтних робіт, яка визначається за формулою [19]:

$$B_{\text{пр}} = Q \cdot \Pi_{\text{ум.рем.}}, \quad (5.1)$$

$\Pi_{\text{ум.рем.}}$ – середня вартість одного умовного ремонту, грн.;

Q – кількість умовних ремонтів, що планується провести.

Експлуатаційні витрати, пов'язані з функціонуванням ділянки технічного обслуговування та ремонту, визначаються за формулою:

$$EB = ЗП + A + B_{\text{ел}} + B_{\text{рем}} + IB, \quad (5.2)$$

де: $ЗП$ – фонд заробітної плати робітників, грн.;

A – амортизаційні відрахування на обладнання, будівлі та споруди, грн.;

$B_{\text{ел}}$ – витрати на електроенергію, грн.;

$B_{\text{рем}}$ – витрати на ремонтні матеріали, грн.;

IB – інші витрати, які не були враховані окремо, грн.

Фонд заробітної плати обчислюється як:

$$ЗП = ЗП_{\text{сп}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot 12, \quad (5.3)$$

де $ЗП_{\text{сп}}$ – середня заробітна плата одного працівника за місяць, грн.;

12 – кількість робочих місяців на рік.

Амортизаційні відрахування розраховуються згідно з нормою амортизації:

$$A = \frac{B \cdot \lambda}{100}, \quad (5.4)$$

де Б – вартість основних засобів, грн.;

λ – встановлена норма амортизації, %.

Витрати на електроенергію визначаються за формулою:

$$B_{ел} = Q_{ел} \cdot \Pi_{ел}, \quad (5.5)$$

де $Q_{ел}$ – річна споживана потужність устаткування, кВт;

$\Pi_{ел}$ - тариф за 1 кВт·год, грн.

Витрати на ремонтні матеріали становлять у середньому 30% від загальної суми амортизації:

$$B_{рем} = \frac{A \cdot 30}{100}, \quad (5.6)$$

Інші витрати, які зазвичай становлять близько 3% від загальної суми експлуатаційних витрат, обчислюються так:

$$IB = \frac{(3П + A + B_{ел} + B_{рем}) \cdot 3}{100}, \quad (5.7)$$

Наступним етапом є обчислення собівартості ремонтних робіт:

$$ПС = EB \cdot 1,02, \quad (5.8)$$

Річний прибуток від діяльності дільниці ТО та ремонту машин:

$$\Pi = B_{пр} - ПС, \quad (5.9)$$

де $B_{пр}$ – річний дохід від надання ремонтних послуг, грн.

Рентабельність проекту розраховується за класичною формулою:

$$P = \frac{П \cdot 100}{ПС}. \quad (5.10)$$

Термін окупності інвестицій визначається так:

$$T_o = \frac{Б}{П}, \quad (5.11)$$

де Б – обсяг капіталовкладень, грн.;

П – чистий прибуток, грн.

5.2. Висновок

Проведений комплексний аналіз підтверджує доцільність реалізації проекту в умовах господарства ФГ ЧЕРВОНЕ - АГРО. Рівень рентабельності ремонту та технічного обслуговування техніки становить 27,6%, що є достатньо високим показником для сільськогосподарського підприємства. Розрахунковий строк окупності інвестицій – 3,4 років – свідчить про швидке повернення вкладених коштів та ефективність фінансування технічної бази господарства.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході розробки дипломного проєкту було здійснено комплексний розрахунок виробничої програми технічного обслуговування та ремонту машинно-тракторного парку для забезпечення своєчасного виконання робіт при оптимальній кількості персоналу. Загальна трудомісткість обслуговування та діагностування на дільниці склала 1153,5 людино-годин.

З метою підвищення ефективності виконання робіт було розроблено уніфікований технологічний процес технічного обслуговування та діагностування машин. На його основі було здійснено обґрунтований підбір основного та допоміжного ремонтно-технологічного обладнання для відповідної виробничої дільниці.

Штат дільниці сформований з урахуванням оптимальної чисельності персоналу: передбачено одну посаду майстра-наладчика, якому надається допомога з боку механізатора, закріпленого за технікою.

У рамках проєкту було розроблено раціональне планування виробничої площі дільниці технічного обслуговування та діагностики. Визначено, що для розміщення обладнання та організації робіт необхідна площа 72 м².

Для підвищення рівня технічного забезпечення процесу технічного обслуговування і діагностування створено переносний прилад для перевірки форсунок. Цей пристрій відзначається високим рівнем універсальності та продуктивності, що дозволяє знизити трудомісткість операцій у 1,5–2 рази порівняно з наявними аналогами. Наявність електроприводу спрощує процес роботи, а використання стандартних елементів свідчить про значну уніфікацію конструкції. Усі складові елементи приладу мають необхідний запас міцності, а вузли й з'єднання розраховані на допустимі навантаження.

З метою зниження трудових витрат і підвищення якості виконання робіт розроблено операційну карту для діагностування форсунок під час проведення технічного обслуговування ТО-3 на прикладі трактора МТЗ-80.

Проведено аналіз стану охорони праці в господарстві та сформульовано вимоги з пожежної безпеки при виконанні технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки. Дотримання цих вимог дозволить запобігти травматизму серед персоналу та покращити умови їхньої праці.

Результати техніко-економічного обґрунтування проєкту свідчать про його доцільність: річний економічний ефект від упровадження заходів становить 200 тис. грн, а термін окупності вкладених капіталовкладень — 3,4 років.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мазур, І. В. (2020). *Моніторинг технічного стану машинно-тракторного парку*. Херсонський національний технічний університет. <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/b4a177c2-a8fc-47a4-8fa3-886655dd0feb/content>
2. Калганков Є.В. Деякі проблеми гідроабразивно-втомного зносу деталей об'ємного гідроприводу мобільних машин / Є.В. Калганков // *Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць*. — Дніпропетровськ: ІГТМ НАНУ. — 2013. — №108. — С. 133-142.
3. Propozitsiya. (2023). *Парк тракторів: проблеми утримання та перспективи їх оновлення*. <https://propozitsiya.com/articles/tekhnika-ta-obladnannya-traktory/park-traktoriv-problemy-utrymannya-ta-perspektyvy-yikh>
4. SMART EAM. (2023). *Планово-попереджувальна система обслуговування: що це таке і навіщо потрібна*. <https://smart-eam.com/ua/news/planovo-predupreditelnaja-sistema-obslyzhivaniya>
5. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищих навчальних закладів / [Дирда В.І., Мельянцов П.Т., Калганков, Є.В. та ін.]. — Дніпропетровськ: Журфонд, 2015. — 292 с.
6. Бутенко В.Г. Ремонт машин в АПК України: Організація, проектування, оптимізація: навчальний посібник / Бутенко В.Г. — Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 1997 р., 159 с.
7. Проектування сервісних підприємств ремонту машин та агрегатів АПК: навчальний посібник / [Дирда В.І., Калганков Є.В., Мельянцов П.Т. та інші] — Д.: «Герда», 2014. — 100 с.
8. Мельянцов П.Т. Методичні рекомендації «Організація та технологія ремонту МТП в умовах сільськогосподарського підприємства» / Мельянцов П.Т., Калганков Є.В., Кириленко О.І. — Д.: ДДАУ, 2010. — 125 с.
9. *Стенд для випробування та регулювання форсунок S60H аналог аналог Bosch S60H, КИ-526, PS400A: Продаж, ціна у Харківській області. Розпилювачі*

і паливні форсунки від "ТОВ «ТОРГОВИЙ ДІМ "ТПС"»" - 1859301991. (б. д.).
 "ТОВ «ТОРГОВИЙ ДІМ "ТПС"»" - контакти, товари, послуги, ціни. <https://tps-ua.com/ua/p1859301991-stend-dlya-ispytaniya.html>

10. М-106 — Стенд для випробування та регулювання форсунок | ТОВ "ЗАВОД УКРМАШПРОМ". <https://www.mashprom.com.ua/м-106/>

11. *Діагностування дизельних двигунів сільгоспмашин | Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу. (б. д.).* Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу. <https://propozitsiya.com/articles/tekhnika-ta-obladnannya/diahnostuvannya-dyzelnykh-dvyhunyiv-silhospmashyn>

12. Дорошенко О. В. Обґрунтування методів та параметрів діагностування паливних систем мобільних сільськогосподарських машин / О. В. Дорошенко, Є. В. Калганков. // Zbior artykulow naukowych z Konferencji Miedzynarodowej Naukowo-Praktycznej «Nowy sposob rozwoju Inzynieria i Technologia» Sp. Z o.o. «Diamond trading tour» Warszawa. – 2017. – С. 44–50

13. Дідур В.А. Гідравліка, сільськогосподарське водопостачання та гідропневмопривод / [Дідур В.А., Савченко О.Д., Пастушенко С.І. та інші] - Запоріжжя: Прем'єр, 2005. - 464 с.

14. Калганков, Є., (2022). Поліпшення фізико-механічних властивостей гуми шляхом її модифікації фулереном C₆₀. У: *Теоретичні та практичні питання аграрної науки, 18 травня 2022, Дніпро, Україна*. Дніпро: ДДАЕУ. с. 95–97.

15. Кагадій С.В. Основи механіки матеріалів і конструкцій: навчальний посібник / Кагадій С.В., Демяненко А.Г., Гурідова В.О. – Дніпропетровськ : Вид-во Свідлер А.Л., 2011. – 416 с.

16. Калганков Є.В. Розробка технологічного процесу відновлення деталі [Методичні рекомендації] / Калганков Є.В. – Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2013. – 75 с.

17. Діденко М. М. Вплив розмірно-точносних характеристик посадок підшипників кочення на їх довговічність / М. М. Діденко, Є. В. Калганков. // Zbior artykulow naukowych Sp. z o.o. «Diamond trading tour». – 2017. – S. 38–43.

18. ДСТУ EN 1708-2:2019. (2019). *Зварювання. Приклади зварювання та пайки. Частина 2. Паяння (EN 1708-2:1997, IDT)*. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
19. Економіка ремонтного підприємства: підручник. / [Аветісян В.К., Бантковський В.А., Луценко А.П. та інші] – Харків, ХНТУСГ, 2005 – 374 с.
20. Калганков Є.В. Розробка ТПВД / Калганков Є.В. – ДДАЕУ, 2013. – 75 с.
21. Пат. 119244 Україна, МПК7 МПК G01N 33/44 (2006.01). Пристрій для випробувань гумових елементів на стирання [Текст] / Дирда В.І.; Калганков Є.В.; Черній О.А.; Цаніді І.М.; Калганков Б.В.. u201602207; заявл. 09.03.2016 ; опубл. 25.09.2017, бюл. № 18- 4с.
22. Калганков, Є.В. Технічне діагностування об'ємних гідроприводів трансмісії як об'єктивна необхідність / Є.В. Калганков // Сучасна наука: теорія і практика. – Запоріжжя, 2012. – Т. 2. – С. 88-90
23. Пат. № 144310 Україна, G01N 3/56 (2006.01) Машина тертя / Калганков Є.В.; Грачова В.М.; Косенко А.В. - u202001408; заявл. 20.03.2020; опубл. 25.09.2020, бюл. № 18; 4 с.

ДОДАТКИ

Вихідні данні для розрахунку техніко-економічних показників проекту

Показники	Позначення	Значення показників	
	показників	Базовий	Проектний
		варіант	варіант
Обсяг ремонтних робіт, прив. рем.	Q	8,00	9,20
Вартість 1 ум. рем, грн.	Ц1ум рем	57300,00	98620,00
Кількість основних робітників, осіб	Кпр	1	1
Середньомісячна заробітна плата робітника з нарахуванням,	ЗПср	12000,00	16000,00
Вартість діючого обладнання для проведення ремонтів, грн.	Бд	0,00	
Вартість проектного обладнання, грн.	Бпр	660000,00	
Річні витрати електроенергії, кВт/рік.	Qел	30063	36200
Ціна 1 кВт/год. електроенергії, грн.	Цел	6,00	8,20

Техніко-економічні показники проекту

Показники	Базовий	Проектний
	варіант	варіант
Вид робіт	Ремонт	
Об'єм ремонтних робіт, умовних ремонтів	8,00	9,20
Вартість одного умовного ремонту, грн.	57300,00	98620,00
Витрати на проведення ремонтів, грн.	458400,00	907304,00
Число робітників, чел.	1	1
Витрати коштів на придбання обладнання, грн.	—	660000,00
Експлуатаційні витрати, грн..	388987,74	697309,38
- зарплата виробничих робітників, грн.	197280,00	192000,00
- відрахування на амортизацію обладнання та будівель і споруд, грн.	0,00	144738,00
- витрати на оплату використаної електроенергії, грн.	180378,00	296840,00
- витрати на оплату ремонтних матеріалів, грн.	0,00	43421,40
- інші невраховані витрати коштів, грн..	11329,74	20309,98
Собівартість ремонтних робіт, грн	396767,49	711255,57
Річний прибуток господарства від ТО та ремонтів, грн.	61632,51	196048,43
Рентабельність підприємства, %	15,50	27,60
Приріст прибутку, грн.	—	0,00
Термін окупаємості додаткових капіталовкладень, років	—	3,37

ΦΥΛΛΟΜΕΤΡΙ Α4

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

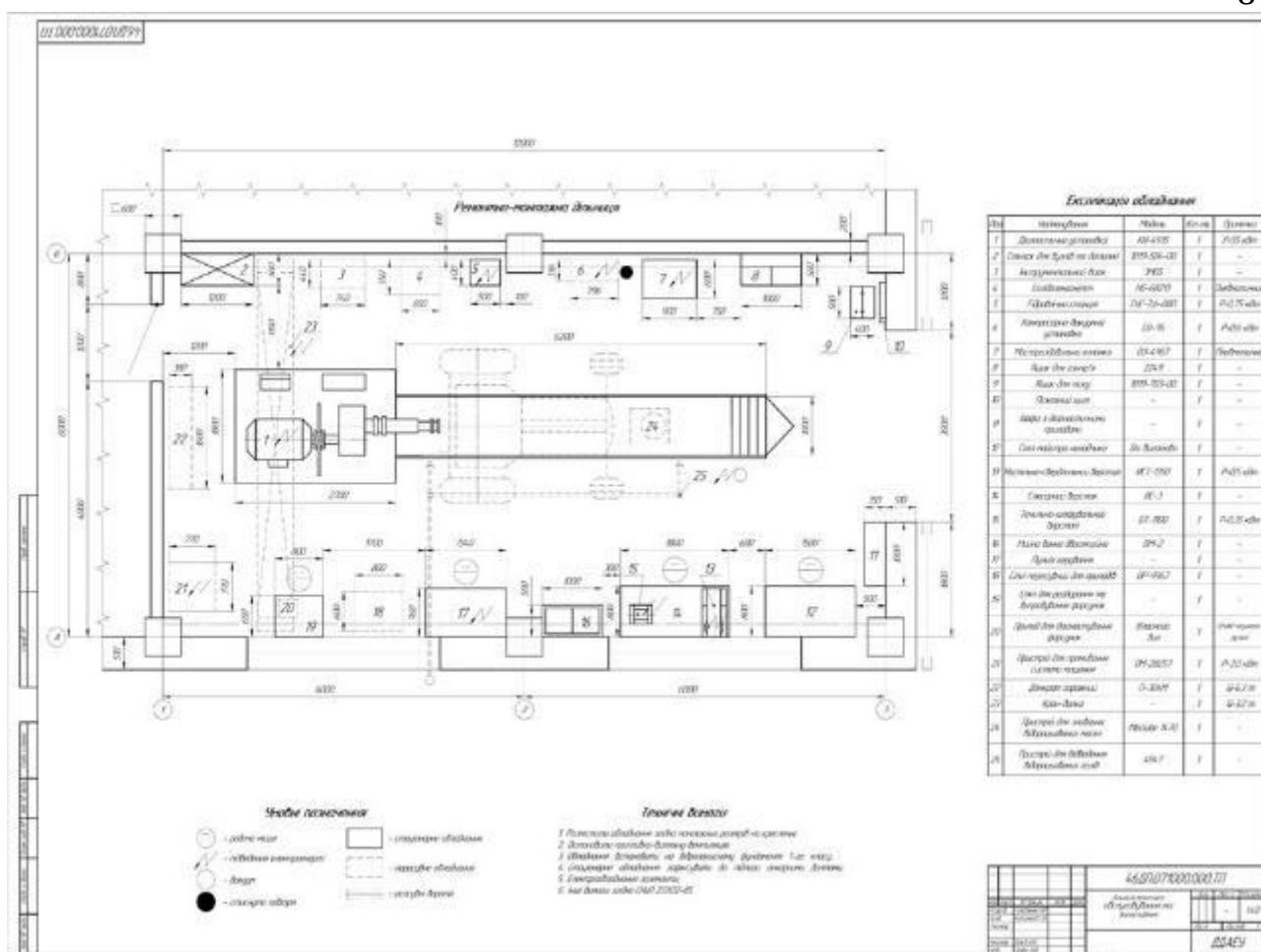
**ПРОЕКТ ДІЛЬНИЦІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА
ДІАГНОСТУВАННЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ**

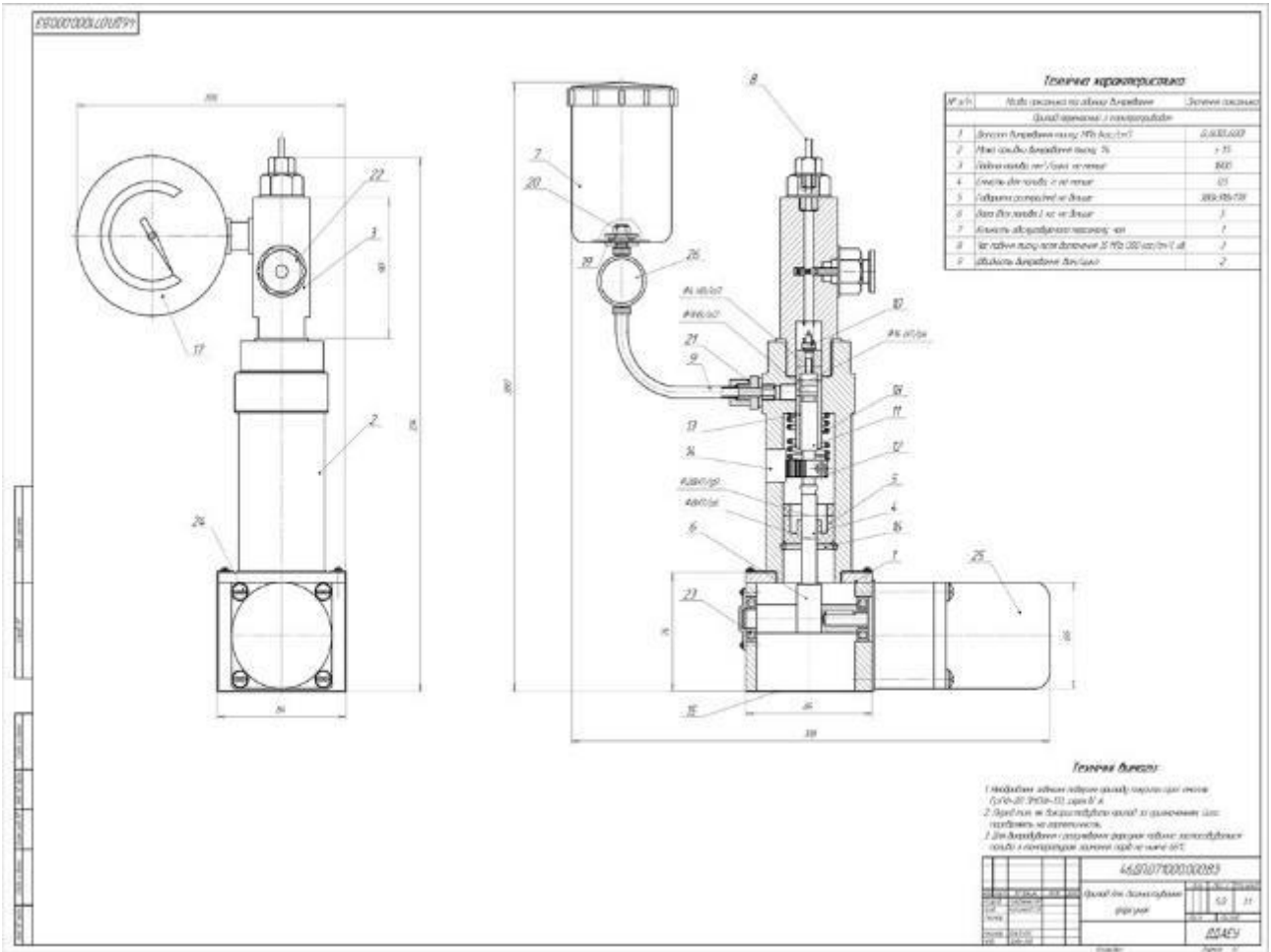
демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 4го курсу, групи AI -1 - 21
Головченко Ярослав Романович

Керівник: ст. викладач
Калганков Євген Васильович

Дніпро - 2025





Показники	Базовий	Проектний
	варіант	варіант
Вид робіт	Ремонт	
Об'єм ремонтних робіт, умовних ремонтів	8,00	9,20
Вартість одного умовного ремонту, грн.	57300,00	98620,00
Витрати на проведення ремонтів, грн.	458400,00	907304,00
Число робітників, чол.	1	1
Витрати коштів на придбання обладнання, грн.	–	660000,00
Експлуатаційні витрати, грн..	388987,74	697309,38
- зарплата виробничих робітників, грн.	197280,00	192000,00
- відрахування на амортизацію обладнання та будівель і споруд, грн.	0,00	144738,00
- витрати на оплату використаної електроенергії, грн.	180378,00	296840,00
- витрати на оплату ремонтних матеріалів, грн.	0,00	43421,40
- інші невраховані витрати коштів, грн..	11329,74	20309,98
Собівартість ремонтних робіт, грн	396767,49	711255,57
Річний прибуток господарства від ТО та ремонтів, грн.	61632,51	196048,43
Рентабельність підприємства, %	15,50	27,60
Приріст прибутку, грн.	–	0,00
Термін окупаємості додаткових капіталовкладень, років	–	3,37

		4687071 100 000 E	
		Дополнительные показатели	
		Итого	
		Итого	

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході розробки дипломного проекту було здійснено комплексний розрахунок виробничої програми технічного обслуговування та ремонту машинно-тракторного парку для забезпечення своєчасного виконання робіт при оптимальній кількості персоналу. Загальна трудомісткість обслуговування та діагностування на дільниці склала 1153,5 людино-годин.

З метою підвищення ефективності виконання робіт було розроблено уніфікований технологічний процес технічного обслуговування та діагностування машин. На його основі було здійснено обґрунтований підбір основного та допоміжного ремонтно-технологічного обладнання для відповідної виробничої ділянки.

Штат ділянки сформований з урахуванням оптимальної чисельності персоналу: передбачено одну посаду майстра-наладчика, якому надається допомога з боку механізатора, закріпленого за технікою.

У рамках проекту було розроблено раціональне планування виробничої площі дільниці технічного обслуговування та діагностики. Визначено, що для розміщення обладнання та організації робіт необхідна площа 72 м².

Для підвищення рівня технічного забезпечення процесу технічного обслуговування і діагностування створено переносний прилад для перевірки форсунок. Цей пристрій відзначається високим рівнем універсальності та продуктивності, що дозволяє знизити трудомісткість операцій у 1,5 – 2 рази порівняно з наявними аналогами. Наявність електроприводу спрощує процес роботи, а використання стандартних елементів свідчить про значну уніфікацію конструкції. Усі складові елементи приладу мають необхідний запас міцності, а вузли й з'єднання розраховані на допустимі навантаження.

З метою зниження трудових витрат і підвищення якості виконання робіт розроблено операційну карту для діагностування форсунок під час проведення технічного обслуговування ТО-3 на прикладі трактора МТЗ-80.

Проведено аналіз стану охоро- ни праці в господарстві та сформульовано вимоги з пожежної безпеки при виконанні технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки. Дотримання цих вимог дозволить запобігти травматизму серед персоналу та покращити умови їхньої праці.

Результати техніко-економічного обґрунтування проєкту свідчать про його доцільність; річний економічний ефект від впровадження заходів становить _____ грн, а термін окупності вкладених капіталовкладень — 3,4 років.

[illegible]