МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: «УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ CLAAS З УДОСКОНАЛЕННЯМ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ ФОРСУНОК»

Виконав: студент IV курсу групи Аін-42

Спеціальності 208 «Агроінженерія»
(шифр і назва)
Дуневич Роман Романович
(Прізвище та ініціали)
Керівник: Барабаш Руслан Іванович
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Зав. кафедри_____
(підпис)
к.т.н., доцент Шарибура А.О.
“____”_____2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту
Дуневичу Роману Романовичу

1. Тема проєкту: «Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування тракторів CLAAS з удосконаленням пристрою для розбирання форсунок»

Керівник проєкту: Барабаш Руслан Іванович, к.т.н., доцент
Затверджена наказом по університету від 27 листопада 2023 року 641/к-с
2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 10.06.2024 року
3. Вихідні дані: *інструкції з технічної експлуатації та технічного обслуговування тракторів* CLAAS, *науково-технічна література з питань ремонту та випробування тракторів* CLAAS, *патентний пошук та літературні джерела, які стосуються удосконалення пристроїв для ремонту форсунок.*
4. Перелік питань, які необхідно розробити:
   4.1. Конструктивно - технічна характеристика об’єкта проектування
   4.2. Технологія технічного обслуговування тракторів CLAAS
   4.3. Конструкторсько-технологічна частина
   4.4 Охорона праці та захист навколишнього середовища
   4.5. Економічна частина
5. Перелік ілюстраційного матеріалу
   5.1 Структурний графік виконання ТО і ремонту - 1-ий аркуш.
   5.2 Проект пересувного пункту технічного обслуговування - 2-ий аркуш.
   5.3 Пристрій для ремонту форсунок - 3-ий аркуш.
   5.4 Робочі креслення деталей – 4 -ий арк.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Барабаш Р.І. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. О. Семковича			
4	Городецький І. М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 27.11.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Відмітка про виконання
1	*Написання розділу: «Конструктивно - технічна характеристика об'єкта проектування»*	*27.11.23-30.12.23*	
2	*Виконання другого розділу: «Технологія технічного обслуговування тракторів CLAAS»*	*01.01.24-25.02.24*	
3	*Виконання третього розділу: «Конструкторсько - технологічна частина»*	*26.02.24-30.03.24*	
4	*Написання розділу: «Охорона праці та захист навколишнього середовища»*	*31.03.24-30.04.24*	
5	*Виконання розділу: «Економічна частина»*	*01.05.24-25.05.24*	
6	*Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому*	*25.05.23-10.06.24*	

Студент _____ Роман Дуневич
(підпис)

Керівник проєкту _____ Руслан Барабаш
(підпис)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ 5
ВСТУП 6

1. КОНСТРУКТИВНО - ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ 8
1.1 Загальна будова тракторів CLAAS 8
1.2 Технічне обслуговування тракторів 18
1.3 Технічні характеристики тракторів CLAAS Axion 850/820 19

2. ТЕХНОЛОГІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ CLAAS 20
2.1. Розрахунок кількості технічних обслуговувань і поточних ремонтів тракторів за цикл 20
2.2. Розрахунок річної кількості ТО і ремонтів 21
2.3. Розрахунок річного обсягу робіт з ТО і ремонтів 24
2.4 Визначення річної виробничої програми мобільних ПТО 26
2.5. Розрахунок чисельності робітників для виконання ТО і ремонтів 27
2.6. Розрахунок потрібної площі та вибір обладнання 27
2.7 Організація технологічного процесу виконання операцій на мобільних ПТО 29

3. КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 31
3.1 Ознаки несправності форсунок дизельного двигуна 31
3.2 Несправності форсунок дизельного двигуна 31
3.3 Обґрунтування вибору пристрою 33
3.4 Конструкція пристрою 33
3.5 Підготовка до роботи і порядок роботи пристрою 35
3.6 Технологія ремонту форсунок дизельних двигунів 36

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 38

4.1 Основні заходи з охорони праці та навколишнього середовища при виконані ремонтно-обслуговуючих робіт 38

4.2 Основні вимоги до охорони праці для робітників 39

4.3 Розрахунок вентиляції і опалення 40

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ ФОРСУНОК 42

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ 47

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 48

УДК 621.43-222

Дуневич Р.Р. «Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування тракторів CLAAS з удосконаленням пристрою для розбирання форсунок» : кваліфікаційна робота. Львівський національний університет природокористування, 2024. 48 с.

Табл. 4; рис. 16; бібліогр. джерел 24.

У дипломному проєкті проаналізовано конструктивно-технічні характеристики трактора Claas Axion 850/820, а саме: загальну будову, експлуатаційні та технічні характеристики.

Обґрунтовано та виконано розрахунок технології технічного обслуговування тракторів марки Claas: кількості ремонтно-обслуговуваних робіт тракторів, сумарної трудомісткості ремонтно-обслуговуваних робіт, режиму роботи і фонди часу, кількості виробничих робітників, кількості робочих місць та підбір устаткування поста ТО та їх технологічне планування.

Описано основні ознаки несправності форсунок дизельних двигунів, обґрунтовано вибір пристрою для розбирання форсунок та реалізовано його удосконалення.

Запроектовано заходи з охорони праці та захисту навколишнього середовища.

Визначення собівартості ремонтно-обслуговуваних робіт технічного обслуговування тракторів марки Claas.

ВСТУП

Створення нової техніки потребує удосконалення бази технічного сервісу с.г. підприємств, які поки що не забезпечують якісного і своєчасного проведення усього комплексу заходів для підприємства роботоздатності техніки. Стан технічного діагностування і ставлення до нього, ще не відповідають сучасним вимогам.

Запровадження в Україні ринкової економіки, нових форм власності викликало докорінні зміни виробничих відносин у сфері агропромислового комплексу. Вони стосуються і служби технічного сервісу до якої відноситься весь комплекс послуг, що надаються виробникам та переробникам сільськогосподарської продукції у придбанні машин та обладнання з боку заводів-виробників, ремонтно-обслуговуючих підприємств і торгово-постачальних організацій. Останніми роками розроблено і освоєно виробництво тракторів малої потужності для фермерських і приватних господарств.

Потребують удосконалення організаційні форми технічного обслуговування. Покладання на механізаторів функцій, не пов’язаних безпосередньо з виробництвом сільськогосподарської продукції, не сприяє їх ефективній роботі.

Тому актуальним є пошук і впровадження таких форм організації праці, які б концентрували зусилля механізаторів на виконання основного завдання і максимально звільнили їх від турбот по обслуговуванню фермерських господарств, малих с.г підприємств для яких є недоцільним створення власної ремонтно-обслуговуючі бази і вони не в змозі організувати її на сучасному рівні

Більшість ремонтно-технічних підприємств сьогодні перебувають на межі банкрутства. Основними негативними факторами, що впливають на розвиток ринку технічного обслуговування сільськогосподарських підприємств регіону є: скорочення обсягів ремонтного обслуговування, що визначає прискорене зношування сільськогосподарської техніки; неплатоспроможність сільськогосподарських підприємств, що призвела до зниження обсягів технічного

обслуговування підприємств аграрної сфери; зменшення прибутковості сільськогосподарських і ремонтно-технічних підприємств, що сприяло зниженню рівня заробітної плати в цих галузях і призвело до відпливу кадрів, у першу чергу висококваліфікованих; дроблення великих господарств колективно-пайової форми власності на дрібні, а також організація фермерських господарств, що зумовили збільшення потреби в різній техніці; порушення економічних зв'язків між ремонтно-обслуговуючими підприємствами й суб'єктами аграрної сфери, що викликало зниження працездатності машин, збільшення строків польових робіт і максимізувало вартість послуг, що надаються.

1. ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Загальна будова тракторів CLAAS

AXION 820 і 850 потужністю 189 і 233 к.с. за нормою ECE R 120. До 35 к.с. дод. потужності з системою CLAAS POWER MANAGEMENT. 40 км/год або 50 км/год на знижених оборотах. 4-точкова підвіска кабіни. Рульове керування GPS.

Рисунок 1.1 - Загальний вигляд трактора CLAAS AXION 820 / 850

1. Потужність від 189 до 233 к.с. за стандартом ECE R 120;

2. Система паралельного водіння GPS PILOT;

3. Коробка передач HEXASHIFT;

4. Підготовче оснащення ISOBUS;

5. Велика відстань між колесами для комфортної їзди і ідеального розподілу ваги;

6. Невелика питома маса від 33 кг/к.с. (45 кг/кВт) і високе корисне навантаження;

7. Знижена частота обертання двигуна при максимальній кінцевій швидкості 40 км/год / 50 км/год;

8. Механічна 4-точкова підвіска кабіни;

9. Вантаж для коліс із заводу;

10. До шести секцій гідророзподільника, дві з них з електронним регулюванням за часом і подачі.

Двигун. Велика міць під капотом. І ще до 35 к.с. в запасі.

Рисунок 1.2 – Загальний вигляд двигуна трактора CLAAS AXION 820 / 850

6-циліндровий двигун DPS об'ємом 6,8 л. Відповідає вимогам норми викидів Stage IIIA (Tier 3). Головка блока з 4 клапанами на циліндр. Охолодження повітря що нагнітається за схемою «повітря - повітря». Підвищення крутного моменту до 40 %. Сучасна технологія підвищення потужності CPM із додаванням до 35 к. с. додатково. Електронне регулювання. Інтервал заміни оливи 500 год.

Таблиця 1.1 Показники потужності згідно з ECE R 120.

AXION	Ном. потужність	Макс.	Додаткова пікова потужність CPM
850	233	238	30
820	189	197	35

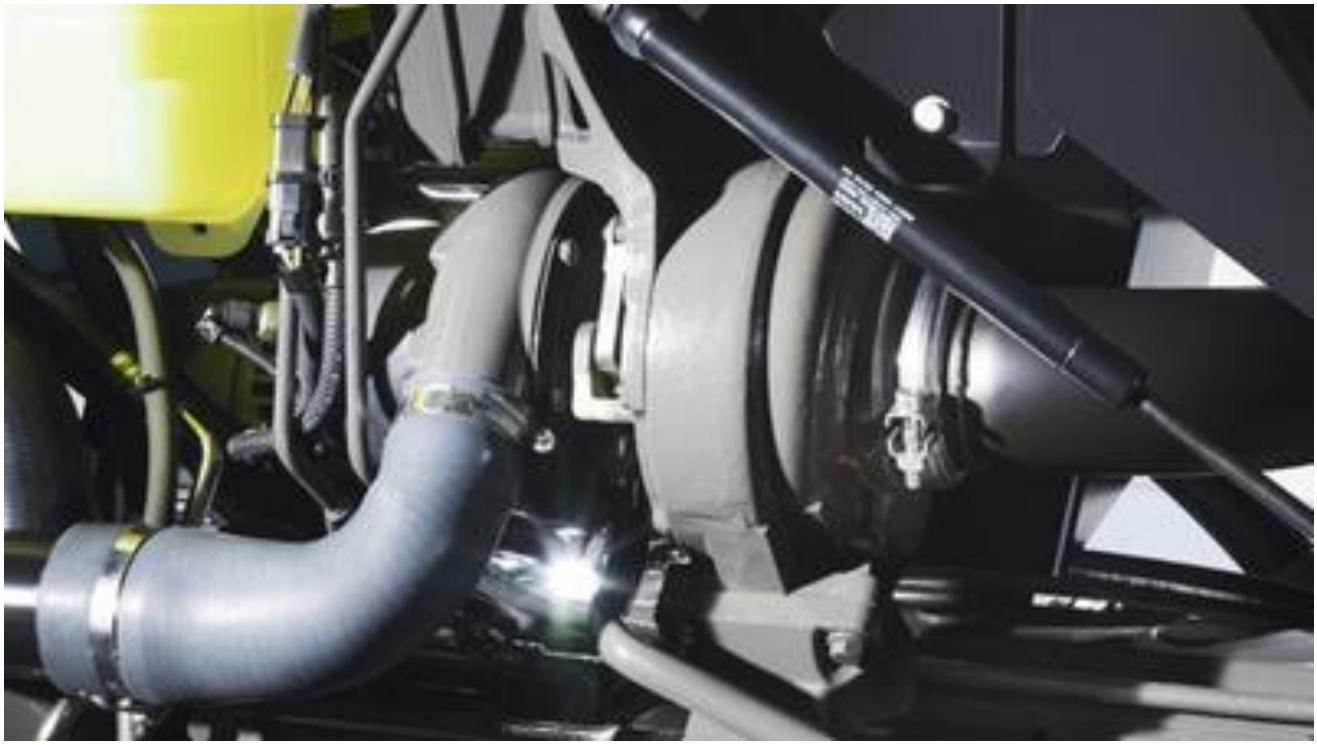

Рисунок 1.3 - Турбокомпресор із змінною геометрією (VGT).

Турбіна наддування зі змінною геометрією (VGT). Для забезпечення високого крутного моменту навіть на низьких обертах здійснюється регулювання лопатей турбіни залежно від частоти обертання й навантаження. «Турбояма» більше не відчувається.

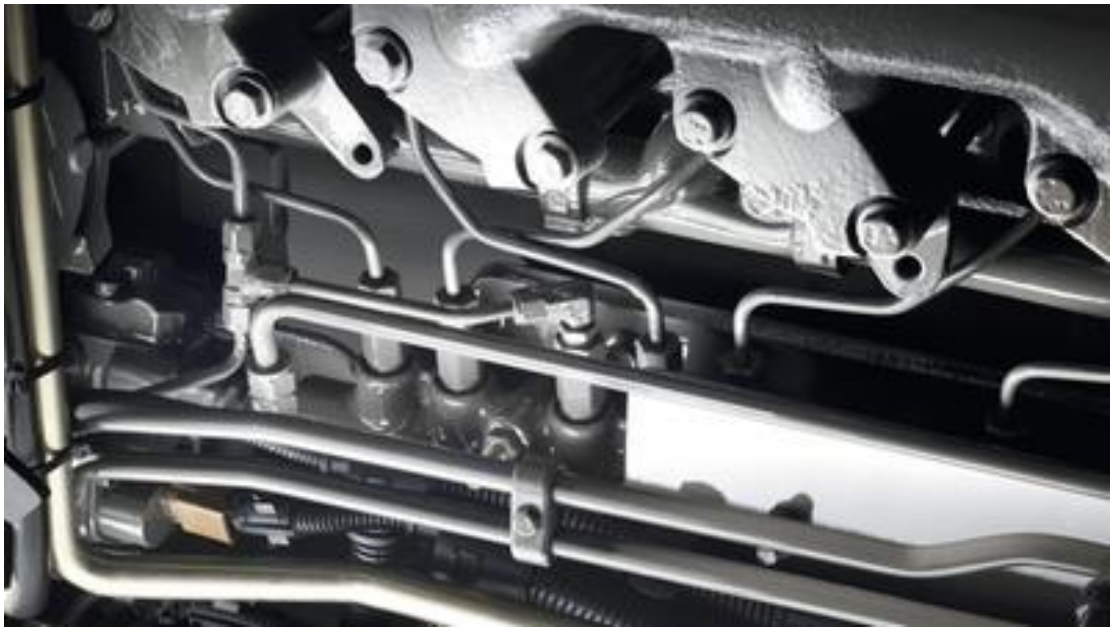

Рисунок 1.4 – Система вприскування палива Common Rail.

Система впорскування палива Common Rail. Паливна система Common Rail означає кращий відгук на натискання педалі акселератора, менші витрати пального й більш точне пристосування двигуна до будь-яких режимів експлуатації.

Рисунок 1.5 - Система рециркуляції відпрацьованих газів

Система рециркуляції відпрацьованих газів з охолодженням. Відведення частини потоку відпрацьованих газів суттєво знижує викиди шкідливих речовин. Додаткове охолодження сприяє оптимізації згоряння та, у результаті, зменшенню витрат пального.

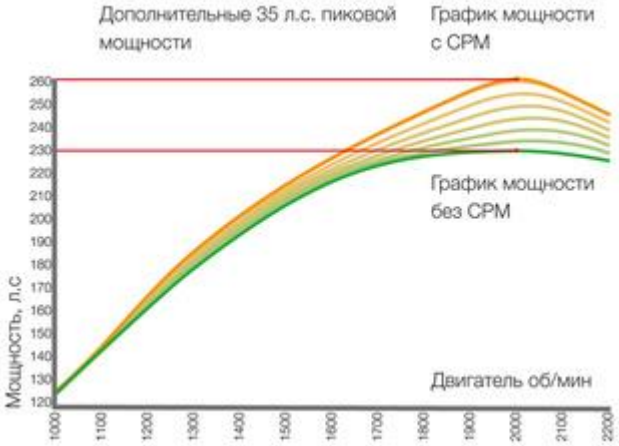

Рисунок 1.6 - CLAAS Power Management (CPM).

CLAAS POWER MANAGEMENT (CPM). Усі моделі AXION 800 оснащені інноваційною системою CPM. До 35 к. с. додаткової потужності двигуна, залежно від потреби в тязі, потужності на ВВП або зниження гідравлічної потужності, поступово вивільнюється за нижченаведених умов:

- коробка передач працює у групі C або D (C1 = 6 км/год)

- у разі потреби гідравлічної потужності
- у разі потреби потужності на ВВП

СРМ вивільнює додаткову потужність у шість ступенів. Завдяки цьому потужності вивільнюється саме стільки, скільки дійсно потрібно.

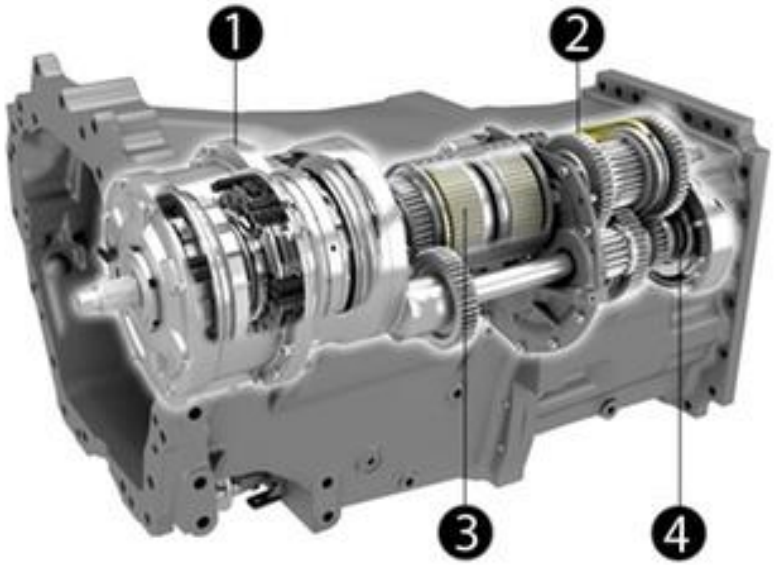

Рисунок 1.7 - Коробка передач

HEXASHIFT - Коробка передач із перемиканням під навантаженням від CLAAS. Високі технології приходять вам на допомогу. Завдяки HEXASHIFT і DRIVESTICK ви можете перемкнути всі шість передач і чотири автоматизовані групи рухом пальця. Або це здійснюється автоматично системою автоматичного перемикання HEXACTIV. Модуль із шістьма ступенями перемикання під навантаженням HEXASHIFT. Перемикання 4-х груп передач із електрогідравлічним керуванням. Гідравлічний механізм реверсування REVERSHIFT. Для перемикання груп більше не потрібно зчеплення. Оптимальний розподіл передавальних чисел в основному робочому діапазоні. Повністю автоматичне перемикання передач за допомогою системи HEXACTIV. Високий ККД в полі і на дорозі забезпечує низькі витрати пального. Ходозменшувач до 500 м/год. Зручні можливості регулювання з CIS. Легке управління за допомогою DRIVESTICK. Управління зв'язкою двигун-трансмісія забезпечує плавне перемикання груп передач і швидкостей під навантаженням.

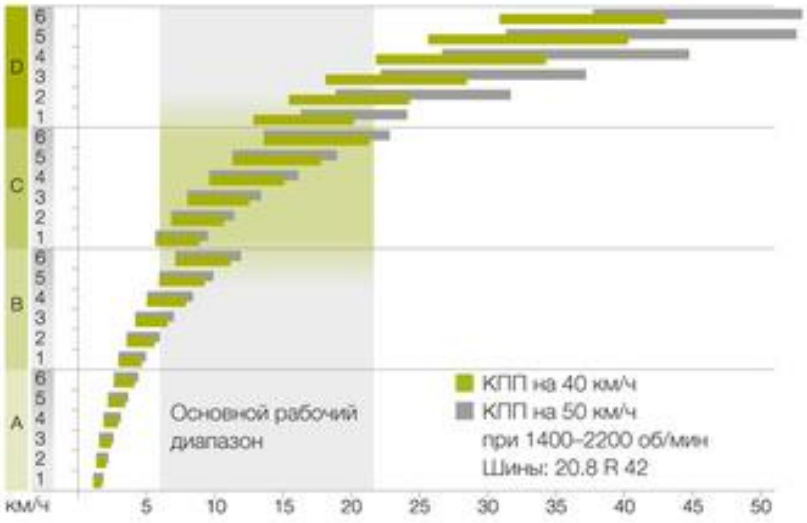

Рисунок 1.8 – Робочий діапазон перемикання швидкостей

Завжди оптимальна швидкість. Незалежно від того, який варіант ви виберете — на 40 км/год або 50 км/год: Інтервали швидкостей руху в нижніх групах від A до C залишаються приблизно однаковими. Завдяки цьому ви завжди маєте достатньо передач у робочому діапазоні.

Рисунок 1.9 – Габаритні розміри трактора CLAAS AXION 820 / 850

Компактна модель із збільшеною довжиною колісної бази 2,98 м. Невелика загальна довжина забезпечує:

- гарну маневреність;
- меншу довжину автопоїзда на автомобільних шляхах;
- хороший огляд;
- ефективне управління агрегатами передньої навіски;

Довга колісна база забезпечує:

- зручність управління;
- стабільний хід по прямій;
- збільшене тягове зусилля;
- висока та безпечна стійкість на дорозі;
- збільшену підйомну силу;

Рисунок 1.10 – Схема розподілу ваги трактора CLAAS AXION 820 / 850

Оптимальний розподіл ваги. Широкий спектр застосування. До 35 к. с. корисної додаткової потужності:

- під час обробки ґрунту зі швидкістю від 6 км/год;
- під час посіву і при великому навантаженні на ВВП;
- при транспортних роботах;
- під час пресування.

Мала питома вага:

- для меншої витрати палива під час легких видів робіт;
- для зниження тиску на ґрунт під час догляду за посівами;
- для більшої маневреності на дорогах;
- для більшої гнучкості: за потреби у високому тяговому зусиллі питому вагу можна збільшити баластуванням;
- для досягнення високого коефіцієнта корисного навантаження;
- розподіл ваги з фронтальним баластуванням перед/зад 50% / 50%.

Рисунок 1.11 – Загальний вигляд задньої навіски трактора CLAAS AXION 820 / 850

Розумні функції задньої навіски. Спеціально розроблена для AXION 800 концепція керування для задньої гідравлічної системи з максимальною підйомною силою 10 т послідовно орієнтується на вимоги практики:

- Регулювання тягового зусилля

- Регулювання положення
- Контроль пробуксовування
- Просте керування
- Автоматичне перемикання ВВП

Рисунок 1.12 – Загальний вигляд передньої навіски трактора CLAAS AXION 820 / 850

Повністю інтегрована передня навіска. І все це в комплектації із заводу. У процесі розробки AXION 800 із самого початку було заплановано повністю інтегровану передню навіску підйомною силою до 5,4 т із переднім ВВП. Тому цей варіант комплектації доступний уже із заводу й пропонує численні переваги порівняно зі звичайними варіантами дооснащення.

Основні переваги інтегрованої передньої навіски:

- ідеальний розподіл навантаження на трактор;
- висока вантажопідйомність;
- інтегрований передній ВВП;
- вбудовані гідравлічні і електричні з'єднання;
- вантажопідйомність двох типів (3,3 т і 5,4 т);
- немає необхідності в дооснащенні;
- гасіння коливань.

Гідравліка + вал відбору потужності. Для кожного агрегату - відповідний роз'єм.

Передній і задній ВВП. 540/1000 об/хв у серійній комплектації; 540/540 ECO + 1000 об/хв як опція. Передній ВВП (1000 об/хв) як опція. Перемикач дистанційного керування переднього і заднього ВВП.

Автоматичне перемикання ВВП регулюється залежно від висоти підйому задньої навіски до 35 к.с. додаткової потужності двигуна від СРМ під час робіт із застосуванням ВВП

Рисунок 1.13 – Загальний вигляд гідравлічної системи трактора CLAAS AXION 820 / 850

Гідравлічна система AXION 800. Гідравлічний контур Load Sensing із продуктивністю 110 л/хв або 150 л/хв (як опція) для робіт, що вимагають більшого об’єму оливи. о чотирьох механічних секцій гідророзподільника. З'єднання Power Beyond розташовані в задній частині машини. До 35 к.с. додаткової потужності двигуна від СРМ у разі зниження гідравлічної потужності. Численні варіанти зчіпки. Тяговий брус. Стандартний причіпний пристрій. Автоматичний причіпний пристрій, 38 мм і 32 мм.

1.2 Технічне обслуговування тракторів

Ми скорочуємо час ТО і збільшуємо інтервали.

Швидке обслуговування завдяки зручному доступу. У плані технічного обслуговування AXION 800 також неухильно набирає бали. Монолітний капот забезпечує швидкий і легкий доступ до всіх важливих для техогляду частин машини і їх безпроблемну заміну. Так, приклавши лише трохи зусиль, можна виконати весь необхідний ремонт а саме: проста процедура контролю рівня масла; проста процедура доливання масла; швидке очищення або заміна повітряного фільтра; легка чистка повітряного фільтра кабіни; окремі радіатори розташовані зручно; зручний доступ до фільтру моторного масла і дизельного палива.

Рисунок 1.14 – Схема доступу до вузлів обслуговування трактора CLAAS AXION 820 / 850

1.3 Технічні характеристики тракторів CLAAS Axion 850/820

Таблиця 1.2 - Технічні характеристики тракторів CLAAS Axion 850/820

Технічні характеристики / Модель		AXION 850	AXION 820
Двигун			
Виробник/Кількість циліндрів/Робочий об'єм		DPS / 6/ 6788	DPS / 6/ 6788
Номінальна потужність (ECE R 120)	кВт/к.с.	171/**233** при 2200 об/хв	139/**189** при 2200 об/хв
Максимальна потужність (ECE R 120)	кВт/к.с.	175/**238** при 2000 об/хв	145/**197** при 2000 об/хв
Максимальна потужність з CPM (ECE R 120)	кВт/к.с.	197/**268**	170/**232**
Діапазон постійної потужності	об/хв	400	400
Максимальний крутний момент	Нм	1020 при 1500 об/хв	897 при 1500 об/хв
Електронний вприск пального		●	●
Місткість паливного бака	л	503	407
Коробка передач HEXASHIFT			
Число передач вперед/назад		24/24	24/24
Швидкість (мін./макс.), версія 40 (50) км/год	км/год	1,58/40 (50)	1,72/40 (50)
Реверсивний механізм REVERSHIFT		●	●
Число передач / Число груп передач		6/4	6/4
HEXACTIV		●	●
Уповільнений хід	км/год	0,50	0,50
Задній міст			
Автоматичне електрогідравлічне блокування диференціалів		●	●
Вал відбору потужності			
Багатодискове зчеплення в масляній ванні		●	●
Дистанц. управл. вмикання і аварійної зупинки		●	●
Частота обертів 540/1000		●	●
Повний привід			
Електрогідравлічна система управління		●	●
Автомат повного приводу		●	●
Максимальний кут повороту коліс	град.	55	55
Поворотні крила		O	O
Гідравлічна система			
Контур Load Sensing		●	●
Подача при ном. частоті обертання, стандарт (опція)	л/хв	110 (150)	110 (150)
Макс. робочий тиск	бар	200	200
Задня навіска			
Макс. зусилля на підйом	кг	10 229	9676
Постійне зусилля при 610 мм	мм	6012	6227
Гасіння коливань		●	●
Штепсельна розетка 25 А		●	●
Передня навіска			
Підйомна сила	кг	3300/5400	3300/5400
Фронтальний ВВП, 1000 об/хв		O	O
Кабіна			
4-точкова підвіска		●	●
Багатофункціональний підлокітник		●	●
Кондиціонер		●	●
Пасажирське сидіння		●	●
Холодильник		●	●
Розміри та маса			
Довжина / Ширина / Висота	мм	5684 / 2500 / 3203	5684 / 2500 / 3153
Маса без баластів	кг	7900	7400
Максимальна допустима загальна маса версія 40 (50) км/год	кг	14 000 (12000)	12 000

2. ТЕХНОЛОГІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ CLAAS

2.1. Розрахунок кількості технічних обслуговувань і поточних ремонтів тракторів за цикл

Кількість технічних обслуговувань і терміни поточного ремонту машини розраховуються за періодичним методом. Напрацювання трактора мото годинах між капітальними ремонтами називається циклом. При наявності в парку тракторів різних моделей розраховується кожна марка окремо. Кількість технічних втручань за цикл трактора марки CLAAS AXIONA розраховується за такою формулою:

$$
\begin{aligned}
N_{\text{кр}} &= \frac{L_{\text{кр}}}{L_{\text{кр}}} = 1; \\
N_{TO\text{–}3} &= \frac{L_{KP}}{L_{TO\text{–}3}} - N_{KP} \\
N_{\text{ТО–2}} &= \frac{L_{\text{кр}}}{L_{\text{ТО-2}}} - (N_{\text{кр}} + N_{TO\text{–}3}); \\
N_{\text{ТО–1}} &= \frac{L_{\text{кр}}}{L_{\text{ТО-1}}} - (N_{\text{кр}} + N_{\text{ТО-3}} + N_{TO\text{–}2}); \\
N_{\text{СО}} &= \frac{L_{\text{кр}}}{\ell_{\text{сд}}} \cdot \frac{2}{D_{\text{р}}}; \\
N_{\text{ЩО}} &= \frac{L_{\text{кр}}}{L_{\text{Щд}}} = \frac{L_{\text{кр}}}{\ell_{\text{сд}}},
\end{aligned}
\qquad (2.1)
$$

де $N_{\text{КР}}$, $N_{\text{ТО-3}}$ $N_{\text{ТО-2}}$, $N_{\text{ТО-1}}$, $N_{\text{СО}}$, $N_{\text{ЩО}}$ – кількість відповідно КР, ТО-3, ТО-2, ТО-1, СО і ЩО;

$L_{\text{КР}}$, $L_{\text{ТО-3}}$ $L_{\text{ТО-2}}$, $L_{\text{ТО-1}}$, $L_{\text{СО}}$, $L_{\text{ЩО}}$ – напрацювання машини відповідно до КР, ТО-3, ТО-2, ТО-1, СО і ЩО, мото-год ([1] ст. 41);

$D_{\text{р}}$ – кількість днів роботи підприємства за рік;

$\ell_{\text{сд}}$ – напрацювання машини, мото-год.

Річна кількість робочих днів підприємства визначається за формулою:

$$D_{р} = D_{к} - D_{вих} - D_{св} = 365 - 106 - 10 = 249 \text{ днів},$$

де $D_к$, $D_{вих.}$ і $D_{св}$ – кількість відповідно календарних, вихідних та святкових днів у році.

Кількість робочих днів на рік залежить від обраної бізнесом моделі роботи. Кількість святкових днів визначається законодавством парламенту.

Підставляючи відповідні значення у формулу, (2.1) я отримаю кількість послуг за період. Для тракторів, які пройшли капітальний ремонт, норма напрацювання знижується на 20%.

$$N_{\text{КР}} = 1;$$
$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{130000}{7500} - 1 = 16;$$
$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{130000}{1500} - (1+16) = 69;$$
$$N_{\text{СО}} = \frac{130000}{140} \cdot \frac{2}{249} = 7;$$
$$N_{\text{ЩО}} = \frac{L_{\text{кр}}}{\ell_{\text{сд}}} = \frac{130000}{140} = 928.$$

2.2. Розрахунок річної кількості ТО і ремонтів

Оскільки виробничий план підприємства розраховується на рік, необхідно переходити від обсягу ТО і поточного ремонту кожного циклу до річного обсягу. Коефіцієнт переходу від кількості ТО і ремонтів за цикл до кількості за рік визначається за формулою:

$$\eta_{\text{р}} = \frac{L_{\text{р}}}{L_{\text{кр}}}, \tag{2.2}$$

де $L_{\text{р}}$ – напрацювання машини за рік.

Річне напрацювання трактора визначається за формулою:

$$L_{\text{р}} = D_{\text{р}} \cdot K_{\text{т}} \cdot \ell_{\text{сд}}, \tag{2.3}$$

де $K_{\text{т}}$ – плановий коефіцієнт технічної готовності.

Плановий коефіцієнт технічної готовності визначається за формулою:

$$K_{\text{Т}} = \frac{D_{\text{ец}}}{D_{\text{ц}}}, \tag{2.4}$$

де $D_{\text{ец}}$ – тривалість експлуатації (роботи) трактора в справному стані за цикл, дні;

$D_{\text{ц}}$ – тривалість міжремонтного циклу, дні.

Тривалість експлуатації (роботи) трактора у справному стані за цикл визначається за формулою:

$$D_{\text{ец}} = D_{ц} - \sum D_{пц}, \tag{2.5}$$

де $\sum D_{\text{пц}}$ – сумарна тривалість простою машини в ТО і ремонтах за цикл, днів.

Тривалість міжремонтного циклу визначається за формулою:

$$D_{\text{ц}} = \frac{L_{КР}}{l_{СД}}, \tag{2.6}$$

Сумарна тривалість простою машини в ТО і ремонтах за цикл визначається за формулою:

$$\sum D_{\text{пц}} = D_{ТО-3} + D_{ТО-2} + D_{ТО-1} + D_{СО} + D_{ПР} + D_{КР}, \tag{2.7}$$

де $D_{ТО-3}, D_{ТО-2}, D_{ТО-1}, D_{СО}, D_{ПР}, D_{КР}$ – тривалість простою за цикл відповідно в ТО-3, ТО-2, ТО-1, СО, ПР, КР.

Тривалість простою в ТО за цикл визначається за формулами:

$$\begin{aligned} D_{ТО-3} &= \frac{\alpha_{ТО-3}}{t_{Д}} \cdot N_{ТО-3} \\ D_{ТО-2} &= \frac{\alpha_{ТО-2}}{t_{Д}} \cdot N_{\text{ТО-2}}; \\ D_{ТО-1} &= \frac{\alpha_{ТО-1}}{t_{Д}} \cdot N_{\text{ТО-1}}; \\ D_{СО} &= \frac{\alpha_{со}}{t_{Д}} \cdot N_{\text{СО}}, \ , \end{aligned} \tag{2.8}$$

де $\alpha_{ТО-3}\alpha_{\text{ТО-2}}, \alpha_{\text{ТО-1}}, \alpha_{\text{СО}}$ – тривалість (норми простою) відповідно в ТО-3, ТО-2, ТО-1, СО, год. ([1] ст. 41);

$t_д$ – тривалість робочого дня РММ, год (береться в залежності від прийнятого режиму роботи підприємства або розраховується).

Тривалість робочого дня РММ визначається за формулою:

$$t_{Д} = t_{зм} \cdot n_{зм} = 8 \cdot 1 = 8 \text{ год}, \tag{2.9}$$

де $t_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год;

$n_{зм}$ - кількість змін.

Тривалість простою трактора у поточному ремонті за цикл визначається за формулою:

$$D_{ПР} = \frac{L_{КР}}{100} \cdot \frac{\alpha_{пр}}{t_д}, \tag{2.10}$$

де $\alpha_{пр}$ - норма простою трактора в поточному ремонті за цикл на 100 мото годин роботи ([1] ст. 41).

Тривалість простою в капітальному ремонті за цикл $D_{КР}$ відповідає нормі простою трактора в капітальному ремонті.

Підставимо необхідні числові значення у формули (2) – (10) та отримаємо наступні величини.

$$D_{КР} = 22 \text{ дні};$$

$$D_{ПР} = \frac{130000}{1000} \cdot \frac{4}{8} = 65 \text{ днів};$$

$$D_{ТО-2} = \frac{14}{8} \cdot 16 = 28 \text{днів};$$

$$D_{ТО-1} = \frac{4}{8} \cdot 69 = 35 \text{днів};$$

$$D_{СО} = \frac{5{,}4}{8} \cdot 7 = 5 \text{днів};$$

$$\sum D_{пщ} = 28 + 35 + 5 + 65 + 22 = 155 \text{ днів};$$

$$D_{ц} = \frac{130000}{140} = 929 \text{ днів};$$

$$D_{ец} = D_{ц} + \sum D_{пщ} = 929 - 155 = 774 \text{ дні};$$

$$K_{\text{т}} = \frac{774}{929} = 0{,}8;$$

$$L_{\text{р}} = 249 \cdot 0{,}8 \cdot 140 = 27888 \text{ км.}$$

Тоді коефіцієнт переходу від кількості ТО і ремонтів за цикл до річної кількості рівний:

$$\eta_{\text{р}} = \frac{27888}{130000} = 0{,}2\,.$$

Річна кількість технічних обслуговувань і ремонтів визначається за формулами:

$$\begin{aligned} n_{TO\text{–}3} &= \eta_P \cdot N_{TO\text{–}3} \cdot z \\ n_{\text{ТО–2}} &= \eta_P \cdot N_{\text{ТО-2}} \cdot z; \\ n_{\text{ТО–1}} &= \eta_{\text{Р}} \cdot N_{\text{ТО-1}} \cdot z; \\ n_{\text{СО}} &= 2 \cdot z; \\ n_{\text{КР}} &= \eta_{\text{Р}} \cdot z, \end{aligned} \qquad (2.11)$$

де z – кількість тракторів марки CLAAS AXIONA, що знаходяться в експлуатації, $z = 20$.

Підставивши необхідні значення у рівняння (11) знайдемо, що:

$$\begin{aligned} n_{\text{ТО–2}} &= \eta_{\text{Р}} \cdot N_{\text{ТО-2}} \cdot z = 0{,}2 \cdot 16 \cdot 20 = 64; \\ n_{\text{ТО–1}} &= \eta_{\text{Р}} \cdot N_{\text{ТО-1}} \cdot z = 0{,}2 \cdot 69 \cdot 20 = 276; \\ n_{\text{СО}} &= 2 \cdot z = 2 \cdot 20 = 40; \\ n_{\text{КР}} &= \eta_{\text{Р}} \cdot z = 0{,}2 \cdot 20 = 4. \end{aligned}$$

2.3. Розрахунок річного обсягу робіт з ТО і ремонтів

Для розрахунку річного об’єму робіт з ТО і ремонту визначаємо трудомісткості окремих видів технічних втручань. Для визначення трудомісткостей технічних обслуговувань користуємося формулами:

$$
\begin{aligned}
T_{ТО–3} &= n_{ТО–3} \cdot t_{ТО–3};\\
T_{\text{ТО-2}} &= n_{\text{ТО-2}} \cdot t_{\text{ТО-2}};\\
T_{\text{ТО-1}} &= n_{\text{ТО-1}} \cdot t_{\text{ТО-1}};\\
T_{\text{СО}} &= n_{\text{СО}} \cdot t_{\text{СО}}.
\end{aligned}
\qquad (2.12)
$$

де $t_{\text{ТО-3}}$, $t_{\text{ТО-2}}$, $t_{\text{ТО-1}}$, і $t_{\text{СО}}$ – трудомісткість відповідноТО-3, ТО-2, ТО-1, і СО, людино-год. ([1] ст. 43).

Підставляю необхідні значення у рівняння (2.12):

$$
\begin{aligned}
T_{\text{ТО-2}} &= n_{\text{ТО-2}} \cdot t_{\text{ТО-2}} = 64 \cdot 27 = 1728 \text{люд-год};\\
T_{\text{ТО-1}} &= n_{\text{ТО-1}} \cdot t_{\text{ТО-1}} = 276 \cdot 5{,}5 = 1518 \text{люд-год};\\
T_{\text{СО}} &= n_{\text{СО}} \cdot t_{\text{СО}} = 40 \cdot 6 = 240 \text{люд-год}.
\end{aligned}
$$

Річна трудомісткість робіт з поточного ремонту визначається:

$$T_{\text{ПР}} = \frac{L_{\text{КР}} \cdot \eta_{\text{Р}}}{1000} \cdot t_{\text{пр}} \cdot z, \qquad (2.13)$$

де $t_{\text{пр}}$ – трудомісткість ПР, яка відповідає 1000 мото годин роботи трактора ([1] ст. 43).

Підставимо необхідні значення у рівняння (2.13):

$$T_{\text{ПР}} = \frac{L_{\text{КР}} \cdot \eta_{\text{Р}}}{100} \cdot t_{\text{пр}} \cdot z = \frac{130000 \cdot 0{,}2}{1000} \cdot 14 \cdot 20 = 7280 \text{ люд.-год.}$$

Загальна трудомісткість робіт з ТО і ремонту визначається за формулою:

$$T_{\text{з}} = \left(T_{ТО–3} + T_{\text{ТО-2}} + T_{\text{ТО-1}} + T_{\text{СО}} + T_{\text{ПР}}\right) \cdot K_{\text{доп}}, \qquad (2.14)$$

де $K_{\text{доп}}$ – коефіцієнт, який враховує трудомісткість допоміжних робіт (обслуговування і ремонт засобів ТО і ремонту, транспортні і завантажувально-розвантажувальні роботи, які пов’язані з ТО і ремонтом, прибирання виробничих, службово-побутових та допоміжних приміщень ремонтно-обслуговуваної бази тощо. Приймемо $K_{\text{доп}}$ = 1,2; ([1] ст. 41).

Тоді загальна трудомісткість рівна:

$$T_{\text{з}} = \left(1728 + 1518 + 240 + 7280\right) \cdot 1{,}2 = 12919 \text{ люд.-год.}$$

2.4 Визначення річної виробничої програми мобільних ПТО

Річна виробнича програма з виконання ТО і ремонту визначається виходячи із того, що на конкретній зоні ТО чи відділення виконується певний обсяг робіт, який, зазвичай, беруть у %. Для визначення трудомісткості робіт, які повинні виконуватись на заданій у завданні відділення, слід користуватись формулою:

$$\sum T_{поста} = \frac{\sum T_{ТО} \cdot \mu_{ТО}}{100} + \frac{\sum T_{ПР} \mu_{ПР}}{100}, \quad (2.15)$$

де $\sum T_{ТО}$ і $\sum T_{ПР}$ - сумарна трудомісткість робіт відповідно з ТО і ПР, які виконуються на проектованому пості;

$\mu_{ТО}$ і $\mu_{ПР}$ - доля конкретних видів робіт відповідно з ТО і ПР на проектованому пості згідно додатку Д ([2], ст. 44), $\mu_{ТО}$ = 7, $\mu_{ПР}$ = 18.

Сумарна трудомісткість з ТО визначається за формулою:

$$\sum T_{ТО} = T_{ТО-3} + T_{ТО-2} + T_{СО} \text{ люд.-год.} \quad (2.16)$$

Сумарна трудомісткість робіт з ПР визначається за формулою:

$$\sum T_{ПР} = 0{,}7 \cdot \mathrm{T}_{\text{пр}}, \text{ люд.-год.} \quad (2.17)$$

Значення величин трудомісткостей по ПР, ТО-2, ТО-3, СО знаходимо з таблиці-додатку 3 додаванням відповідних величин трудомісткостей для заданих кількості тракторів.

Отже,

$$\sum T_{ПР} = 0{,}7 \cdot (8365{,}11 + 10630{,}54 + 17061{,}42 + 9947{,}05) = 32202{,}884 \text{ люд-год;}$$

$$\sum T_{ТО-3} = 0 + 0 + 1080 + 858 = 1938 \text{ люд-год;}$$

$$\sum T_{ТО-2} = 202{,}5 + 2035 + 2090 + 2037 = 6364{,}5 \text{ люд-год;}$$

$$\sum T_{СО} = 240 + 300 + 600 + 320 = 1460 \text{ люд-год;}$$

$$\sum T_{ТО} = 1938 + 6364{,}5 + 1460 = 9762{,}5 \text{ люд-год.}$$

Отже,

$$\sum T_{поста} = \frac{9762{,}5 \cdot 7}{100} + \frac{32202{,}884 \cdot 18}{100} = 6479{,}9 \text{ люд-год.}$$

2.5. Розрахунок чисельності робітників для виконання ТО і ремонтів

Після визначення річної виробничої програми з технічного обслуговування і ремонтів на заданому відділені, чисельність робітників для її проведення визначаються за формулою:

$$P = \frac{\sum T_{від.}}{Ф_р} \tag{2.18}$$

де $Ф_р$ – дійсний річний фонд робочого часу штатного робітника, год.

Визначення дійсного річного фонду робочого часу робітника здійснюється за формулою:

$$Ф_р = (D_к - D_{вих} - D_{св} - D_{від} - D_{пп}) \cdot t_{зм} - D_{псв} \cdot 1, \tag{2.19}$$

де $D_{від}$ – тривалість відпустки робітника, рівна 24 дні;

$D_{пп}$ – число днів пропуску роботи з повноважних причин, рівне 7 днів;

$D_{псв}$ – число суботніх та передсвяткових днів у році, рівне 0 днів;

Отже,

$$Ф_р = (365 - 106 - 10 - 24 - 7) \cdot 8 - 0 \cdot 1 = 1744 \text{ год;}$$

$$P = \frac{\sum T_{від.}}{Ф_р} = \frac{6479{,}9}{1744} = 3{,}7 \text{ чол.}$$

Приймаємо: $P = 4$ чол.

2.6. Розрахунок потрібної площі та вибір обладнання

Площа поста розраховується за формулою:

$$S_{ППТО} = Д_к \cdot Ш_к, \tag{2.20}$$

де $Д_к$ і $Ш_к$ – відповідно довжина і ширина трактора CLAAS AXION, з технічної характеристики $Д_к = 4{,}965$ м, $Ш_к = 2{,}36$ м.

Отже,

$$S_{ППТО} = 4{,}965 \cdot 2{,}36 = 11{,}7174 \text{ м}^2.$$

Приймаємо: $S_{ППТО} = 12$ м^2.

Кінцева площа поста визначається графічним методом з урахування сітки колон і вимог (ДСТУ Б А.2.4-4-99).

Вибираємо основне і допоміжне обладнання.

Таблиця 2.1 Обладнання для пересувного пункту технічного обслуговування

№ п/п	Назва	Тип, марка, модель	Короткі технічні дані	Кількість	Сумарна площа обладнання, м^2
1	2	3	4	5	6
1	Верстак слюсарний	ОРГ-5365	1250х750х1580. Маса – 170 кг.	1	0,9375
2	Підставка під обладнання	ОРГ-5143	820х700х830. Вага – 85 кг.	1	0,574
3	Електродрель	ИЭ-1013	-	1	-
4	Прес гідравлічний	2153-М2	Настільний. Зусилля – 10 тонн. 600х450х170	1	0,27
5	Бак для збирання відпрацьованої оливи	ОР-8911	Рухомий. Ємкість – 100 л. 755х410х1100. Вага – 50 кг.	1	0,31755
6	Рухомий оливороздавальний пристрій	367 М5 ДЭ	Рухома. Довжина рукава – 4000 мм. Потужність – 10 л/хв. 360х340х1660. Вага – 92 кг.	1	0,1224
7	Тумбочка для інструментів	5147	665х550х1100	1	0,36575
8	Солідолонагнітальник	3154М	Рухомий. Пневматичний. 510х485х920. Вага – 36,1 кг.	1	0,24735
9	Генератор ацетиленовий	АНБ-1,25-72	Переносний, морозостійкий. Продуктивність – 1,5 м^3/год. 450х1000	1	0,15896
10	Ванна для миття	ОМ-1315	Рухома. Ємність – 65 л. 1250х610х728. Вага – 60 кг.	1	0,7625

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6
11	Кран-балка підвісна	ДСТУ 7890-93	Вантажність – 3000 кг. Потужність – 5,7 кВт.	1	-
12	Компресор повітряний поршневий	1552ВБ	Стаціонарний. Максимальний тиск – 12кг/см^2. Потужність – 5,5 кВт. 1600х560х1300. Вага – 350 кг.	1	0,896
13	Зварювальний трансформатор	ТД-500У2 ДСТУ 9577	Рухомий. Зварювальний струм – 500А. 570х720х740 Вага – 180 кг.	1	0,4104
Допоміжне обладнання					
14	Медтехаптечка	-	-	1	-
15	Сидіння	-	1200х400х600. Вага – 35 кг.	1	0,48
16	Вогнегасник	-	-	1	-
17	Ящик для піску	-	500х400	1	0, 2
18	Шафа для одягу	ОГ-1349А	1300х400	1	0,52
Разом					6,26241

2.7 Організація технологічного процесу виконання операцій на мобільних ПТО

Мобільна станція технічного обслуговування використовується для міжзмінного зберігання, передстартової підготовки, заправки паливно-мастильними матеріалами, охолоджуючою рідиною та обслуговування техніки та обладнання.

Залежно від місця розташування цеху, експлуатаційних характеристик устаткування, виду і протяжності транспортного сполучення до стаціонарних об'єктів призначаються:

Заправка машини пально-мастильними матеріалами, охолоджувальною рідиною і мастилом здійснюється за допомогою причіпного заправного пристрою.

Бензоінструмент необхідно заправляти за допомогою звичайного паливного баку.

Технічне обслуговування машин проводиться на ПТО з використанням пересувної майстерні.

Якщо несправний трактор потрібно відбуксирувати, доставте його до ПТО для усунення несправності.

Запасні частини та матеріали для обслуговування та ремонту доставляються автотранспортом.

За допомогою інструментів на ПТО можна усунути несправності, які вимагають спеціального обладнання або демонтажу.

Технічне обслуговування проводиться за графіком, вказаним в інструкції з обов'язковим повним переліком операцій.

3. КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Ознаки несправності форсунок дизельного двигуна

Які б негативні фактори або різні причини не призвели до поломки, при експлуатації інжектора необхідно чітко усвідомлювати і розуміти наслідки цього. Тому несправність паливної форсунки буде проявлятися наступними зовнішніми ознаками при русі трактора:

- Значно знижується потужність при прогрітому двигуні;
- Різні проблеми, що виникають при запуску двигуна;
- Двигун працює нерівномірно на холостому ходу;
- Швидке прискорення при розгоні;
- Значне збільшення витрати палива,
- В області двигуна постійна вібрація
- Виникає особливий звук клацання;
- Дим з вихлопної труби (чорний або сірий),
- Реалізація високих обертів двигуна повільна;
- Масло в масляному піддоні двигуна перевищує допустимий рівень;
- На панелі приладів світиться значок «Check Engine».

3.2 Несправності форсунок дизельного двигуна

Основними несправностями, які виникають при роботі форсунок дизельного двигуна, є:

- Пломби з часом деформуються;
- Залишки продуктів згоряння на деталях розпилювача;
- Розпилювач явно зношений;
- Оплавлення наконечника сопла;
- На поверхні сопла є механічні подряпини;
- Значно звужений діаметр форсунки інжектора;

- Різні механічні пошкодження деталей форсунок;
- Механічний знос однієї сторони голки розпилювача;
- Знос поверхні поршня по периметру клапана;
- Зменшити хід поршня клапана або штока розпилювача;
- Наявність іржі у фільтрі тонкого очищення;
- На голці та стрижні розпилювача є частинки іржі;
- Корозія ущільнень високого тиску;
- Сині плями на шпильці атомайзера через перегрів;
- Згоріла котушка магніту.

Виникнення однієї чи кількох несправностей у роботі інжектора не обов’язково вимагає дорогої повної заміни, оскільки навіть найсерйозніші несправності коштують менше однієї третини ціни нового інжектора.

Рисунок 3.1 – Паливна система Common Rail

3.3 Обґрунтування вибору пристрою

Пристрій для розбирання та складання дизельних форсунок, дизельних форсунок системи Common Rail і насос-форсунок, що складається з: опорних колонок, опорних елементів, знімних кріпильних пластин з комплекту змінних кріпильних пластин, бічних хомутів, направляючої штанги з кареткою, переміщуваною уздовж. його вісь осьовим затискачем, відмінність якого полягає в тому, що направляюча штанга кріпиться до опорної рами за допомогою рухомого осьового з'єднання для повороту робочої частини пристрою, на якому знімним кріпленням кріпиться набір змінних пластин, які одночасно виконують функцію опорних елементів, кожен з яких складається від одного до шести пазів різного розміру, для фіксації корпусу інжектора певних стандартних розмірів і запобігання непотрібним пошкодженням. Нерухомий корпус інжектора обертається, а бічний затиск виконаний з можливістю переміщення уздовж направляючої штанги. Він має дві затискні губки, одна з яких має клиноподібну виїмку на робочій поверхні, що забезпечує можливість закріплення корпусів інжекторів різного діаметру. Корпус затискається на заданій довжині відстані між корпусом інжектора та фіксованою пластиною.

3.4 Конструкція пристрою

Пристрій для розбирання та складання дизельної форсунки, дизельної форсунки системи Common Rail та насос-форсунки, що включає: опорну раму, опорну деталь, набір знімних кріпильних пластин у комплекті змінних кріпильних пластин, бічні затискачі, 3 шт. Це завдання вирішується розробкою пристрою для технології розбирання та складання дизельних форсунок, дизельних форсунок систем Common Rail і насос-форсунок, який складається з: опорної рами (1), опорного елемента, комплекту змінних кріплень. Знімна нерухома пластина (2) в пластині, бічні затискачі, направляюча тяга (3) з кареткою (4), яка переміщується

по своїй осі осьовим затискачем (5), направляюча тяга знімна Осьове з'єднання (6) кріпиться до опорної рами для повороту робочої частини пристрою, на якій встановлена рухома нерухома пластина з набору змінних пластин, яка одночасно виконує функцію опори кожна. Є від одного до шести пазів (7) різних розміри в елементах для закріплення певних типорозмірів корпусів форсунок і запобігання непотрібного обертання закріплених корпусів форсунок, а бічні затискачі виконані в поперечних фіксаторах (8)) може переміщатися вздовж направляючої штанги і має дві затискні губки (9). Робоча поверхня однієї з затискних губок (9) має клиноподібну виїмку (10) для забезпечення затискання корпусу форсунки на заданій довжині з фіксуючої пластини.

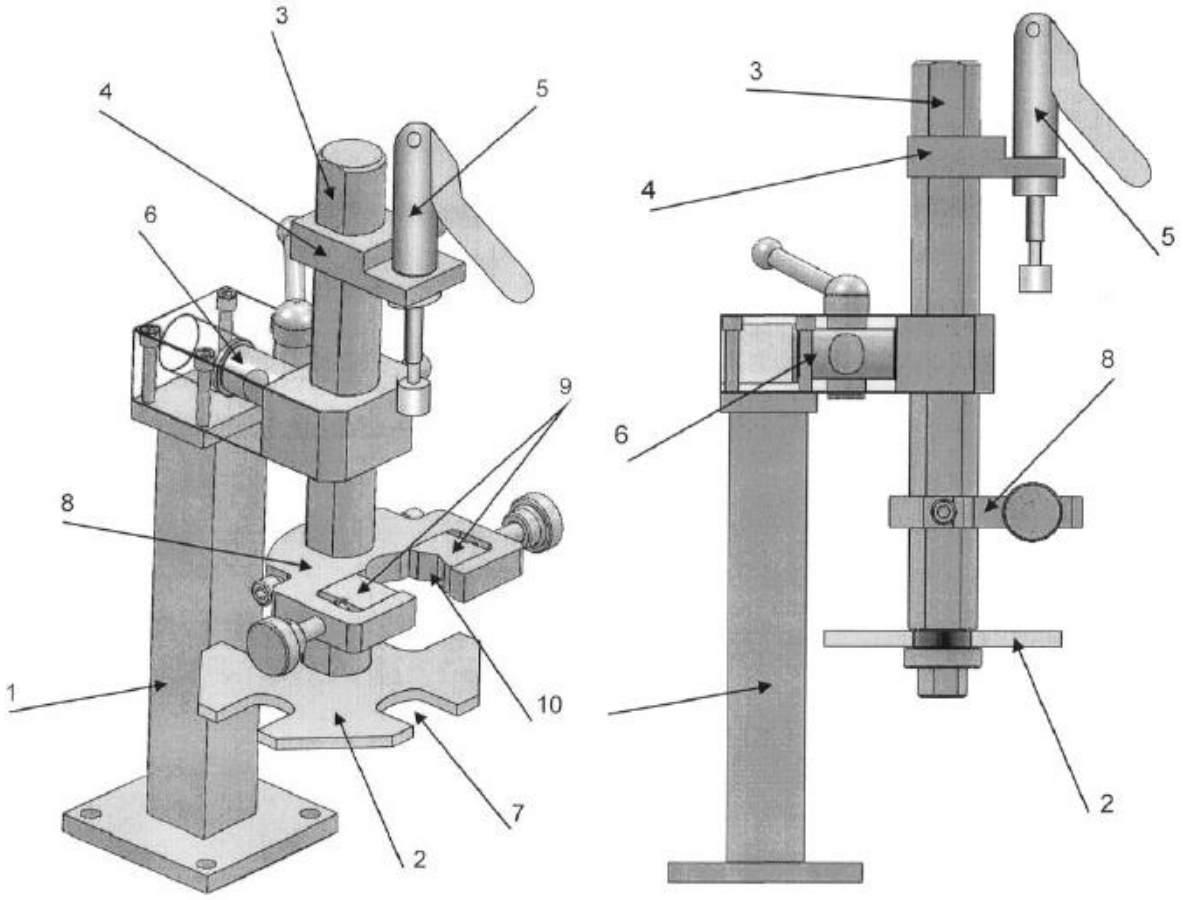

Рисунок 3.2 – Пристрій для розбирання і складання дизельних форсунок, дизельних інжекторів системи *Common Rail* та насос-форсунок.

3.5 Підготовка до роботи і порядок роботи пристрою

При розбиранні та складанні дизельного інжектора, дизельного інжектора системи Common Rail і насос-форсунки встановіть сопло інжектора вгору в паз фіксуючої пластини та відрегулюйте положення бічного фіксатора та кронштейна. Для осьового затиску відносно корпусу інжектора інжектор почергово затискається осьовими та бічними фіксаторами. Далі зніміть форсунку форсунки та гайку форсунки, потім за допомогою рухомого осьового з’єднання поверніть робочу частину пристрою на 180° і розмістіть форсунку електроклапаном вгору для завершення розбирання форсунки. повністю. Збірка інжектора проводиться в зворотному порядку. 95700 4 Запропонована технічна розробка дозволяє здійснювати розбирання та збирання шприца без допоміжного обладнання для його закріплення в пристрої. Намалюйте графіку: як показано. 1. Принципова схема загального вигляду пристрою. Як показано на малюнку. 2. Вид пристрою збоку. 1 — фіксуюча пластина; клинові канавки. Приклад: Обладнання для розбирання та складання дизельних форсунок, дизельних форсунок системи Common Rail та насос-форсунок для професійного обслуговування дизельних двигунів, у розбиранні та складанні дизельних форсунок, дизельних форсунок системи Common Rail та насос-форсунок Під час процесу результати були такими: - Час демонтажу та складання скорочено на 50-70% в порівнянні з виконанням тієї ж операції з відомим обладнанням - Більше не потрібно використовувати допоміжне обладнання в приміщеннях автосервісу, що звільняє 30% попередньої зайнятої площі; - Економія приблизно 50% в порівнянні з витратами, пов'язаними з використанням прототипів, що призводить до скорочення часу на технічні операції, виключення непотрібного допоміжного обладнання та зменшення площі для розміщення винахідницького обладнання. Пристрої для розбирання та складання дизельних форсунок, дизельних форсунок Common Rail і насос-форсунок можуть

бути виготовлені зі стандартних металевих заготовок будь-якої галузі машинобудування.

3.6 Технологія ремонту форсунок дизельних двигунів

Варто відзначити, що якщо водій не ремонтував інжектор самостійно, то краще звернутися в спеціалізований сервіс, але переоцінка власних зусиль часто призводить до втрати часу і покупки нової форсунки на місці. кращий. У гіршому випадку може статися більш серйозне пошкодження двигуна.

Залежно від типу і ступеня поломки дизеля сучасні методи ремонту паливної системи проводяться в наступному порядку:

Спочатку перевірте роботу двигуна на діагностичному стенді GM, який дозволяє виявити наявні несправності та усунути будь-які помилкові ознаки несправності, наприклад, через несправність бортової електроніки.

Якщо підтвердиться несправність ланцюга подачі палива дизельного двигуна, підключіть автомобіль до спеціальної діагностичної станції паливної системи для визначення основної причини та виявлення дефектів інжектора.

Якщо причиною поломки інжектора є незначне засмічення, то можуть просто хімічно почистити паливну систему двигуна, без розбирання, і зробити це прямо на автомобілі за допомогою спеціального розчину марки. Незважаючи на те, що цей метод не може дати 100% результату для більш складних закупорок, для досягнення цілей профілактики рекомендується проводити технічне обслуговування після кожних 1000 мото-год напрацювання трактора. При цьому хімічна чистка є найдешевшим способом ремонту паливної системи дизеля. Наявність серйозних несправностей вимагає більш ретельного ремонту інжектора для усунення всіх причин, пов'язаних з поганим уприскуванням палива в дизельних двигунах. Для цього необхідно повністю розібрати їх з агрегату і при необхідності видалити відкладення палива і бруду.

Далі слід повністю розібрати інжектор, при цьому ретельно оглянути всі вузли на предмет можливих механічних пошкоджень і різних дефектів, які можуть привести до поломки.

Для видалення незмивних відкладень або різних видів нагару компоненти інжектора поміщаються в спеціальні канавки і ретельно очищаються за допомогою ультразвукових хвиль. Час, протягом якого деталі та компоненти залишаються в ультразвуковій ванні, безпосередньо залежить від ступеня забруднення та має бути достатнім для повного видалення відкладень смоли з компонентів і корпусів сопел.

Перед складанням замініть усі деталі та вузли інжектора, які під час перевірки виявили механічні пошкодження або інші дефекти.

Після завершення всіх ремонтних робіт форсунки ретельно збираються відповідно до технологічної послідовності і повинні бути оснащені новими гумовими технічними ущільнювачами.

Перед установкою інжектора на двигун перевірте його працездатність за допомогою випробувального стенду, при необхідності відрегулюйте і зафіксуйте вихідні параметри п'єзоелектричного інжектора.

Відремонтовану форсунку встановлюють безпосередньо на двигун, при цьому рекомендується замінити сальник і болти кріплення на нові мідні щітки. Нарешті, якщо необхідно, внесіть корективи в блок управління двигуном.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Основні заходи з охорони праці та навколишнього середовища при виконані ремонтно-обслуговуючих робіт

Заходи по створенню безпечних умов можуть бути поділені на такі групи:

Організаційні по поліпшенню умов праці і удосконалення техніки безпеки по охороні праці. До організаційних належать заходи по своєчасному обслуговуванню обладнання відділення для підтримання його в технічно-справному етапі, навчання працівників безпечних умов праці, забезпечення працівників спецодягом та засобами індивідуального захисту, встановлення і дотримання протипожежного режиму, забезпечити працівників посібниками і інструкціями з техніки безпеки.

До заходів які сприяють поліпшенню умов праці належать удосконалення приміщень, нормалізація вологості в них та зниження запорошеності та загазованості повітря, поліпшення освітленості робочих місць, зниження шумів і вібрацій.

Удосконалення техніки безпеки передбачає огородження, огляд та випробування парових котлів, повітрозбірників та вентиляційних засобів, автоматичної сигналізації та блокування, контроль за етапом заземлення технічного етапу машин, механізмів і обладнання, утримання інструментів і пристроїв у технічно-справному етапі. Забезпечення надійності індивідуальних засобів захисту.

У проектах необхідно передбачати організоване відведення відпрацьованих паливо-мастильних речовин. При необхідності слід виконати планувальну розробку пристроїв для видалення осадків очищення і подальшого їх використання, або зливання їх у спеціальні ємкості і відправляти їх у підприємства для очищення переробки і подальшого їх використання.

При проектування дільниць обслуговування машин випробувальних дільниць необхідно пам’ятати, що хімічно заряджене повітря питної води, відкритих водоймищ, житлових масивів, шкідливими речовинами і газами викликає важкі захворювання і згубно діють на навколишнє середовище.

4.2 Основні вимоги до охорони праці для робітників

Основні вимоги по охороні праці для робітників відділення по діагностуванню і ТО паливного насоса наведені в інструкції з охорони праці на робочому місці.

Основними положеннями є:

Перед початком виконання роботи робітник повинен одягнути спецодяг і головний убір. Одяг не повинен мати звисаючих кінців, волосся повинне бути заправлене від головний убір.

При обкатці і випробуванні паливної апаратури в робочій зоні виділяються пари палива які шкідливо впливають на організм дихання, щоб запобігти отруєнню парою паливо-мастильних матеріалів, роботу слід виконувати при включеній вентиляції, при більшій концентрації в повітрі парів палива може відбуватися її спалах або вибух від найменших імпульсів теплоти нагрітого тіла, електричної іскри або іскри електроенергії.

Виконання робіт по розбиранню і складанню паливної апаратури необхідно проводити тільки справними інструментами. Молотки повинні мати злегка випуклий , не перекошений і не збитий бойок, ручка повинна бути надійно закріплена і заклинена, зубила, воротки, повинні мати не збиті і не перекошені потилиці і не пошкоджені робочі частини. Гайкові ключі повинні відповідати розмірам гайок і болтів, знімачі не повинні мати тріщин, зірваних і м’ятих різьб. При пуску стенда випробування паливного насоса повинно проводитись після включення вентиляції, під час роботи слідкувати за справністю трубопроводів високого тиску і їх кріплення.

Перед регулюванням тиску впорскування необхідно надійно закріпити її на стенді. Піднімати тиск в регулювальний слід тільки після перевірки жорсткості, з’єднання паливо проводів і центрального вимірювальних приладів. Впорскування палива повинно створюватись у відповідну ємкість, виключаючи розбризкування. Не записами стенд для випробування паливної частини повинні бути закриті після закінчення роботи.

4.3 Розрахунок вентиляції і опалення

Вентиляція – це процес організованої зміни у приміщені забрудненого повітря на чисте і свіже.

Вентиляція може бути штучна (механічна) і природна, в залежності від кратності повітрообміну.

Природа вентиляція застосовується в приміщенні, якщо кратність повітрообміну $K \leq 3$, а якщо $K \geq 3$ то використовують штучну вентиляцію.

Кратність повітрообміну майстерні ТО і діагностування паливної апаратури $K=4…3$ приймаєм $K=45$, то дільницю оснащуємо штучною вентиляцією.

Визначаємо необхідну продуктивність вентилятора по формулі:

$$W_в = V_{від} \cdot K \tag{4.1}$$

де, $V_{від}$ - об’єм відділення (120 м^3)

K – кратність повітря. $K=4$.

Підставивши значення у формулу (4.1) отримаємо

$$W_в = 120 \cdot 4 = 480 \frac{м^3}{год.}$$

Визначати потужність електродвигуна непотрібно так як завод випускає вентилятори разом з двигунами.

Отже, за $W_в$=480 вибираємо вентилятор типу АО.

Для покращення умов праці на посту То в холодний період необхідно просто отоплювати.

Річну потребу тон в умовному паливі визначаємо по формулі:

$$Q_y = g_t \cdot H \cdot \frac{V_{від}}{10} \cdot k \cdot n \tag{4.2}$$

де, g_t- витрати палива 1 м^3

g_t = 15…10 ккслм^3/год.

H - кількість год. в опалювальному періоді (H=189·24=4536 год.)

V – об’єм, V=120.

k – теплотворна здатність умовного палива k=6540 ккcл

n- ККД котельної установки ŋ=0,65

$$Q_y = 15 \cdot 4536 \cdot 120/1000 \cdot 6540 \cdot 0{,}65 = 1{,}95 \text{ тон.}$$

Для опалення дільниці, необхідно 1920 кг кам’яного вугілля.

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ ФОРСУНОК

Економічну ефективність від впровадження у виробництво пристрою для розбирання – складання форсунок можна розрахувати за витратами на його проектування і виготовлення, енергетичними витратами під час експлуатації, за тарифною ставкою слюсаря – складальника і збільшенням продуктивності виконання операцій. В основу розрахунку покладено методику визначення економічної ефективності витрат на дослідження і розробки.

Розрахунковий економічний ефект від запровадження нового пристрою визначаємо за формулою:

$$E_p = B_p - З_p, \text{ грн.} \quad (5.1)$$

де B_p – вартісна оцінка результатів, які отримані за розрахунковий період, грн.;

$З_p$ - вартісна оцінка витрат, що пов'язані з використанням пристрою за розрахунковий період, грн.;

При розрахунку береться до уваги строк служби пристосування t, а вартісну оцінку результатів, які отримані за період використання визначаємо за формулою:

$$B = \sum_{t=i\times n}^{t=i\times k} B_t \times \alpha_t \text{ ;грн.} \quad (5.2)$$

де B_t - вартісна оцінка результатів в t-тому році розрахункового періоду, грн;

t_n - початковий рік розрахункового періоду;

t_k - кінцевий рік розрахункового періоду;

α_t - коефіцієнт зведення до розрахункового року.

Вартісна оцінка результатів в t-тому році визначається за формулою

$$B_t = Ц_t \times A_t \times П_t, \text{ грн.} \quad (5.3)$$

де, $Ц_t$ - економія коштів на ремонті і обслуговуванні одного двигуна;

A_t - кількість одиниць використовуваного обладнання в даному році;

$П_t$ - загальна кількість ремонтів і обслуговувань з використанням удосконаленого обладнання.

Коефіцієнт зведення до розрахункового року визначаємо за формулою:

$$\alpha_t = (1+E_н)^{t_р - t}; \quad (5.4)$$

де $E_н$ - норматив зведення різночасових витрат і отримання результатів, що чисельно прирівнюються до нормативу ефективності номінальних вкладень, $E_н = 0,1$;

$t_р$ - розрахунковий рік;

t - рік, затрати якого зводяться до розрахункового року.

Результати розрахунків заносимо в таблицю.

Розрахункові дані для визначення економічного ефекту від впровадження вдосконаленого обладнання для заміни охолоджувальної рідини визначаємо за наступною методикою:

Економію коштів на заміні охолоджувальної рідини під час технічного обслуговування і ремонту двигунів визначаємо за формулою:

$$Ц = (C_п + C_р) \times (t_1 - t_2) + e_н, \text{ грн.} \quad (5.5)$$

де $C_п$ - втрати від години простою машини;

$C_р$ - середня годинна тарифна ставка робітників, $C_р = 2,7$ грн/год.;

t_1 - середня трудомісткість між операційного транспортування під час ремонту одного двигуна за існуючою технологією, $t_1 = 3$ люд.-год.;

t_2 - трудомісткість між операційного транспортування під час ремонту одного двигуна з використанням розробленого пристрою $t_2 = 2$ люд.-год.;

$$Ц = (7,8+2,7) \times (3-2) = 10,5 \text{ грн.}$$

Кількість операцій визначаємо за наступною формулою:

$$П_t = W_t \times W_o \times \mu_t, \text{ шт.} \quad (5.6)$$

де, W_t – річна програма ремонту двигунів, $W_t = 300$;

W_o – кількість операцій використання пристрою для ремонту одного двигуна, $W_o = 1$;

μ_t, - коефіцієнт річного збільшення програми, μ_t= 1,05.

$$П_{2023}=300\times3\times1 = 900 \text{ шт.};$$

$$П_{2024}= 300\times3\times1{,}05 = 945 \text{ шт. ;}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю.

Економію коштів на ремонті одного двигуна для наступних років визначаємо за формулою:

$$Ц_t = \alpha_t \times Ц; \text{ грн.} \quad (5.7)$$

$$Ц_{2024} = 0{,}9091\times10{,}5 = 9{,}55 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо решту розрахунків і результати заносимо в таблицю.

Вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою:

$$З_р = \sum_{e=1}^{e=e} З_t * \alpha_t \text{ , грн.} \quad (5.8)$$

де $З_t$ - величина витрат в t-тому році, грн.

Для першого розрахункового року вартісну оцінку витрат визначаємо з виразу :

$$З_{2023} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6, \text{ грн.} \quad (5.9)$$

де C_1 - вартість виготовлення конструкторської та технічної документації, C_1 = 120 грн.;

C_2 - вартість матеріалів на 3 комплектів, C_2 = 236 грн.;

C_3 - вартість комплектуючих, C_3 = 180 грн.;

C_4 - вартість виготовлення деталей, C_4 = 337 грн.;

C_5- вартість складальних, монтажних, налагоджувальних і випробувальних робіт, C_5 = 96 грн.;

C_6 - витрати на організацію і підготовку виробництва за новою технологією, C_6 = 20 грн.

Значення показників $C_1 ... C_6$ прийняті на підставі експертних оцінок спеціалістів ремонтної майстерні, що займається виготовленням нестандартного обладнання.

$$З_{2023} = 120 + 236 + 180 + 337 + 96 + 20 = 989 \text{ грн.}$$

Для решти років вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою

$$З_t = C_e \times \alpha_t \text{, грн.} \quad (5.10)$$

де C_e - розрахункові експлуатаційні витрати на підтримання пристрою в роботоздатному стані, грн.

$$C_e = \eta \times З_{тр} \text{, грн.} \quad (5.11)$$

де: η - частка початкової вартості обладнання, необхідна для підтримання його роботоздатності, $\eta = 0{,}1$;

$$C_e = 0{,}1 \times 989 = 98{,}9 \text{ грн.}$$

$$З_{2024} = 98{,}9 \times 0{,}9091 = 89{,}9 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю.

Скориставшись формулою (5.3) визначаємо вартісну оцінку результатів:

$$В_{2023} = 10{,}5 \times 900 = 9450 \text{ грн.;}$$

$$В_{2024} = 9{,}55 \times 945 = 9024{,}8 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю.

Підставивши результати розрахунків у формулу (5.1) отримаємо значення економічного ефекту

$$\text{Е} = 9450 - 98{,}9 = 9351 \text{ грн.}$$

Строк окупності запропонованого пристрою визначаємо за формулою:

$$T_{ок.} = \frac{\sum З_t}{\sum Є_t} * t_{вик.} \text{, років} \quad (5.12)$$

де, $t_{вик.}$ - термін використання обладнання приймаємо $t_{вик.} = 8$ років.

$$T_{ок.} = \frac{401}{6129} \times 8 = 0{,}6 \text{ року.}$$

Отже, строк окупності пристрою буде становити 6 місяців.

Таблиця 5.1 - Розрахунок економічного ефекту від запровадження обладнання для розбирально – складальних робіт.

Показники	Роки								Разом
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
$П_t$ - річна програма виконуваних операцій, шт.	900	945	973	1002	1032	1062	1094	1127	8135
$Ц_t$ – економія коштів на одній операції, грн.	10,5	9,55	8,68	7,89	7,17	6,52	5,93	5,39	-
α_t – коефіцієнт приведення до розрахункового року	1	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5131	-
B_t – вартісна оцінка результатів, тис. грн.	9,45	9,024	8,45	7,9	7,4	6,92	6,49	6,07	61,7
$З_t$ – вартісна оцінка затрат, грн.	98,9	89,9	74,3	55,8	38,1	23,7	13,4	6,9	401
E_t – економічний ефект, тис. грн.	9,35	8,93	8,38	7,84	7,36	6,89	6,48	6,06	61,29

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1) У дипломному проєкті було проаналізовано конструктивно-технічні характеристики трактора *CLAAS Axion* 850/820, а саме: загальну будову, експлуатаційні та технічні характеристики.

2) Обґрунтовано та виконано розрахунок технології технічного обслуговування тракторів марки *CLAAS*: кількості ремонтно-обслуговуваних робіт тракторів, сумарної трудомісткості ремонтно-обслуговуваних робіт, режиму роботи і фонди часу, кількості виробничих робітників, кількості робочих місць та підбір устаткування поста ТО та їх технологічне планування.

3) Зважаючи на наявну матеріально-технічну базу, в дільниці доцільно організувати технічне обслуговування не тільки тракторів *CLAAS* але і інших моделей.

4) Описано основні ознаки несправності форсунок дизельних двигунів, обґрунтовано вибір пристрою для ремонту форсунок та реалізовано його удосконалення.

5) Запроектовані заходи, що до охорони праці і навколишнього середовища дозволять забезпечити відповідно умови безпечної праці і запобігання негативного впливу виробництва на навколишнє середовище.

6) Визначення собівартості ремонтно-обслуговуваних робіт технічного обслуговування тракторів марки *CLAAS*.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лімот А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин : навч. посіб. / А.С. Лімот. Житомир. Держ. агроеколог. ун-т, 2008. 410 с.

2. Ільченко В.Ю. Експлуатація МТП в аграрному виробництві / Ільченко В.Ю., Карасьов П. Т., Лімот А.С. та ін. Київ. Урожай, 1993. 288 с.

3. Агулов І.І. Довідник по технічному обслуговуванню сільськогосподарських машин / Агулов І.І., Вознюк Л.Ф., Левчій О.В. Київ. Урожай, 1989. 256 с.

4. Козаченко О.В. Технічна експлуатація сільськогосподарської техніки / О.В. Козаченко. Харків. Торнадо, 2000. 192 с.

5. Козаченко О.В. Практикум з технічної експлуатації сільськогосподарської техніки : Монографія / Козаченко О. В., Сичов І. П. та ін. ; за ред. О.В. Козаченка. Харків. Торнадо, 2001. 374 с.

6. Технологія технічного обслуговування машин : [навч. посіб. для студентів інжен. спец. зі спеціалізації «Технічний сервіс на осв. кваліф. рівні «Спеціаліст», «Магістр»] / І.М. Бендера, С.М. Грушецький, П.І. Роздорожнюк, Я.М. Михайлович. Камянець-Подільський. ФОП Сисин О.В., 2010. 320 с.

7. Грушецький С.М. Технологія технічного обслуговування машин : навч.-мет. компл. для студентів інжен. спец. зі спеціалізації «Технічний сервіс» на осв.-кваліф. рівні «Спеціаліст», «Магістр»] / Грушец-кий С.М. Камянець-Подільський. ФОП Сисин О.В., 2012. 400 с.

8. Канарчук В. Є. Надійність машин : Підручник / В.Є. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. Київ. Либідь, 2003. 424 с.

9. Лімонт А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин : Навч. посіб. / А.С, Лімонт. Держ. агроеколог. ун – т. Житомир, 2008. 420 с.

10. Погорілій Л.В. Випробування сільськогосподарської техніки: науково – методичні засади оцінки та прогнозування надійності сільськогосподарських машин / Л.В. Погорілій, В.Я. Анілович. Київ Фенікс, 2004. 208 с.

11. Булей І.А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин. Київ. „Вища школа”, 1993.

12. Гряник Г.М. Охорона праці. Київ. Урожай, 1994.

13. Зерхалов Д.В., Береславський М.Л. Обладнання для технічного обслуговування і ремонту машин. Довідник. Київ. Урожай, 1991.

14. Злобін Ю.А. Основи екології. Київ Лібра, 1998.

15. Лехман С.Д. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ. Урожай. 1993.

16. Ремонт машин., Методичні поради до курсового та дипломного проектування: У 2 – х частинах / За заг. ред. академіка О.Д. Семковича. Частина 2. Львів. держ. агр. ун-т,1997. 150с.

17. Семкович О.Д. Визначення параметрів ремонтної технологічності. Організаційно-технологічна взаємодія підприємств АПК в процесі ремонту сільськогосподарської техніки // Збірник наукових праць – Львів: Львівський с-г інститут, 1991.

18. Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво: Затв. Наказом Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції та Міністерством фінансів України за № 218/446 від 26.09.01.

19. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навчальний посібник / Є. Ю. Форнальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мастикаш, Р. А. Пельо. Львів. Афіша, 2004. 492 с.

20. Канарчук В. Є. Виробничі системи на транспорті : підручник / В. Є. Канарчук, П. П. Куртков. Київ. Вища школа, 1997. 359 с.

21. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів : підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець. Київ. Вища школа, 1994. (У 3-х кн.): Кн. 1: Теоретичні основи: Технологія. 342 с.; Кн. 2: Організація, планування і управління. 383 с.; Кн. 3: Ремонт автотранспортних засобів. 599 с.

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

23. Надійність техніки. Терміни і визначення: ДСТУ 2860:1994. Київ. Держстандарт України, 1994. 36 с. (Національні стандарти України).

24. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожних транспортних засобів автомобільного транспорту. Київ. Мінтранс України, 1998. 16 с.