МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“___” _____ 2025 р.
Зав. кафедри ___к.т.н., доцент___
(науковий ступінь, вчене звання)
_____ ____А.В. Войтік___
(підпис) (ініціали, прізвище)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту
бакалавр
(освітній рівень)

тема роботи: **«Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту тракторів з розробкою стенду для перевірки радіаторів»**

Виконав: студент 4 курсу, групи 41-з-ім
освітньої програми бакалавр
спеціальності Н7
«Агроінженерія»
Жденяк Руслан Петрович
(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор Дідур В.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Освітня програма бакалавр
Спеціальність H7 «Агроінженерія»
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ А.В. Войтік
“___” _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

студенту **Жденяку Руслану Петровичу**
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема проекту: **«Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту тракторів з розробкою стенду для перевірки радіаторів»**
керівник роботи д.т.н., професор Дідур В.В.
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від
“14” листопада 2025 р. № 01-06/261

2. Строк подання студентом проекту 15.05.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: способи зниження коливань машинно-тракторних агрегатів; літературні джерела; шляхи підвищення тягово-зчіпних показників колісних тракторів.

4. Перелік питань, які потрібно розробити:
- проаналізувати трудомісткість сервісних операцій, що виконуватимуться в новій дільниці майстерні сервісного центру;
- розробити технологічний процес ремонту у мідняцько-жестяницькому відділенні, з урахуванням усіх стадій діагностики, ремонту та тестування;
- провести проектування мідняцько-жестяницької дільниці, включаючи зонування приміщення, оптимальне розміщення робочих місць та забезпечення відповідних умов праці;
- розрахувати та обґрунтувати необхідне обладнання, його кількість та параметри для забезпечення максимальної продуктивності дільниці;
- визначити необхідну кількість штату робітників, включаючи основних фахівців та допоміжний персонал, що забезпечить безперервність робочих процесів;
- розробити технічні заходи для оснащення дільниці;
- впровадити заходи з покращення охорони праці в майстерні сервісного центру, з урахуванням змін у технологічному процесі та особливостей нової дільниці;
- оцінити економічну ефективність запропонованих заходів для підтвердження доцільності модернізації сервісної служби.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 20 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломного проекту: відомість основного устаткування сервісної майстерні; стенд призначений для перевірки радіаторів; показники економічної ефективності;

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		
Техніко-економічне обґрунтування	Дідур В.В., професор		

7. Дата видачі завдання 23 вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	30.10.2024 р.	
2.	Розділ 1.	14.11.2024 р.	
3.	Розділ 2.	28.12.2024 р.	
4.	Розділ 3.	11.02.2025 р.	
5.	Розділ 4.	25.03.2025 р.	
6.	Виконання ілюстративної частини проекту	23.04.2025 р.	
7.	Представлення проекту керівнику на перевірку	15.05.2025 р.	

Студент _____ **Жденяк Р.П.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ **Дідур В.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП 6
1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ПРОЕКТУ 8
1.1. Матеріально технічна база компанії 8
1.2. Аналіз технології сервісного обслуговування в умовах сервісного центру 11
1.3. Загальний технічний процес ремонту трактора у сервісному центрі 16
1.4. Технологічний процес сервісних робіт в мідницько – жерстяницькій дільниці 18
1.4.1. Опис відділення 18
1.4.2. Технологічні процеси ремонту агрегатів на дільниці 22
1.5. Розрахунок обладнання дільниці 24
1.6. Технологічне планування дільниці 28
1.7. Розробка технологічного процесу відновлення чи ремонту радіатора 28
1.7.1 Можливі поломки 28
Методи усунення несправностей: 28
1.7.2 Дослідження причин та характеру несправностей радіаторів, що з'являються під час їх використання 30
1.7.3 Ремонт радіаторів 32
1.8. Обґрунтування теми та задачі дипломного проекту 33
2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДУ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ РАДІАТОРІВ 36
2.1. Призначення розроблювального пристосування 36
2.2. Розрахунок штоку пневмоциліндра 37
2.3. Розрахунок і підбір пневмоциліндра 37
2.4. Обчислення вісі кріплення пневматичного циліндра 38
2.5. Обчислення вісі з умови міцності на змин 39
2.6. Обчислення кронштейна на вигин 39
2.7. Розрахунок стійки 40
2.8. Обчислення зварного з'єднання на міцність 41
2.9. Технічна характеристика стенду 42
3. ОХОРОНА ПРАЦІ 43
3.1. Загальні відомості про охорону праці в господарстві 43
3.2. Вимоги безпеки праці при виконанні паяльних робіт 43
3.2.1. Загальні положення 43
3.2.2. Вимоги безпеки перед початком роботи 44

3.2.3. Вимоги безпеки під час роботи 45
3.2.4. Вимоги безпеки по закінченню роботи 46
3.2.5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях 46
4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ 48
ВИСНОВОК 51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 53

ВСТУП

Розвиток сільського господарства, впровадження новітніх технологій та економічні умови впливають не лише на збільшення кількості сільськогосподарської техніки, а й на її якість та ефективність [1]. Однак, матеріально-технічна база аграрного сектору України перебуває в незадовільному стані як у кількісному, так і у якісному аспектах. Основною причиною цього є значний знос машинно-тракторного парку, а також використання застарілої техніки, яка поступається за продуктивністю та технологічними можливостями передовим світовим аналогам [2].

За статистичними даними, 62% зернозбиральних комбайнів в Україні експлуатуються понад 20 років, 28% тракторів використовуються від 15 до 20 років, а 51% машин працюють більше двох десятиліть [3]. Сучасна система технічного обслуговування, окрім фірмових сервісних послуг, здебільшого зводиться до продажу запасних частин, якість яких часто викликає занепокоєння серед аграріїв.

На сьогодні частка імпортної сільськогосподарської техніки в Україні досягла 80% (у порівнянні з 30% у 2003 році) [3]. Основу імпорту становлять трактори та зернозбиральні комбайни, що дозволяють забезпечити ефективне виконання польових робіт.

Значну популярність серед іноземних брендів в Україні здобула техніка John Deere. Вартість бренду цієї компанії, за даними Interbrand, становить 4,221 млрд доларів США, а у рейтингу 100 найкращих світових брендів компанія посідає 85 місце, випереджаючи такі відомі бренди, як Starbucks, MasterCard, Harley Davidson та Ferrari [3].

Офіційним дилером John Deere в Україні є ТОВ "Агротек-Інвест", яке у 2023 році відзначило 21 рік діяльності. Динамічний розвиток компанії підтверджує той факт, що лише за останні два довоєнні роки в її інфраструктуру було інвестовано понад 30 млн доларів США.

Однією з ключових переваг тракторів John Deere є виробництво більшості комплектуючих, включаючи двигуни, виключно на власних заводах компанії. Дослідження, проведені Eichberg Consulting, підтверджують високу надійність, ефективність та технологічну досконалість техніки цього бренду, що робить її вибором номер один для багатьох аграріїв світу. John Deere утримує лідируючі позиції серед найбільш інноваційних виробників сільськогосподарської техніки у світі. Завдяки

передовим технологічним рішенням компанія постійно вдосконалює свою продукцію, роблячи її більш ефективною, надійною та економічно вигідною для аграріїв.

В Україні сервісне обслуговування техніки John Deere активно розвивалося і до 2022 року охоплювало центральні та південні регіони країни [4]. Однак, незважаючи на значний прогрес, залишаються певні виклики, які потребують вирішення.

Необхідність вдосконалення матеріально-технічної бази, підвищення якості сервісного обслуговування, впровадження сучасних технологій діагностики та ремонту — ключові завдання, які постають перед галуззю. Саме цим питанням і присвячено дане дослідження.

1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ПРОЄКТУ

1.1. Матеріально технічна база компанії

Як уже зазначалося, сервісний центр компанії має сучасне приміщення площею 2000 м², яке оснащене всім необхідним для якісного обслуговування клієнтів і ефективної роботи співробітників.

У цьому просторому приміщенні розташовані:

– Майстерня, де проводяться всі види сервісних і ремонтних робіт сільськогосподарської техніки. Вона обладнана сучасними діагностичними системами та спеціалізованими інструментами для швидкого та якісного обслуговування.

– Адміністративний відділ, який координує діяльність сервісного центру та забезпечує оперативне вирішення організаційних питань.

– Навчальний клас для співробітників і клієнтів, де проводяться тренінги, лекції та практичні заняття щодо експлуатації, ремонту та обслуговування техніки John Deere.

– Аудиторія філії кафедри експлуатації машинно-тракторного парку, що дозволяє студентам отримувати теоретичні знання безпосередньо на базі компанії та закріплювати їх на практиці.

– Склад запасних частин, що забезпечує наявність оригінальних комплектуючих для техніки, мінімізуючи час простою машин через необхідність ремонту.

– Оглядові майданчики, де розміщені демонстраційні зразки техніки та обладнання.

– Побутові приміщення для комфортного відпочинку та обслуговування персоналу.

Завдяки продуманій організації простору сервісний центр є не лише місцем для технічного обслуговування, а й навчально-практичною базою, що сприяє підвищенню кваліфікації як співробітників, так і клієнтів компанії.

Таблиця 1.1 - Відомість основного устаткування сервісної майстерні

№	Найменування	кількість	Габаритний розмір , мм	Площа, м^2
1	2	3	4	5
Дільниця ТО та діагностування				
2	Стаціонарний пост мащення	2	1800х700	2,52

3	Візок для перевезення ПММ	1	2300x900	2,07
4	Солідолонагнітач	1	600x600	0,36
5	Масло роздавальний бак	1	600x500	0,3
6	Бак для збору гальмівної рідини	1	600x600	0,36
7	Ванна для миття деталей	1	600x500	0,3
8	Верстак комплекту оснащення майстра - наладчика	1	1300x700	0,91
9	Шафа для інструменту	1	600x500	0,3
Ремонтно – монтажна дільниця				
10	Слюсарний верстак	1	1900x800	1,52
11	Верстат для притирки клапанів	1	1300x600	0,78
12	Стенд для розбирання – складання двигуна	1	1500x1000	1,5
13	Верстат для шліфування фасок клапанів	1	600x600	0,36
14	Стіл з ремонту головок циліндрів	1	1500x600	0,9
15	Стелаж для деталей	1	1500x750	1,125
16	Стенд для ремонту мостів	1	1200x600	0,72
17	Кран-балка	2	-	-
Слюсарно – механічна дільниця				
18	Вертикально – свердлильний верстат	1	1100x800	0,88
19	Комбінований верстат	1	2000x850	1,7
20	Шафа інструментальна	1	1200x500	0,6
21	Підставка під обладнання	1	800x800	0,64
22	Заточний верстат	1	400x300	-

Зварювальна дільниця				
23	Слюсарний верстак	1	1900x800	1,52
24	Обдирочно – шліфувальний верстат	1	400x300	-
25	Лещата	1	300x200	-
26	Стіл зварювальника	1	1200x600	0,72
27	Електрозварювальний перетворювач	1	800x800	0,64
Ремонту електрообладнання				
28	Верстак	1	1900x800	1,52
29	Стенд для контролю агрегатів електрообладнання	1	1200x900	1,08



Рис. 1.10. Приміщення сервісного центру Перелік послуг сервісного центру наведено на рис 1.11.



Рис. 1.11. Перелік послуг сервісного центру

1.2. Аналіз технології сервісного обслуговування в умовах сервісного центру

Сервісний центр – невід'ємна складова діяльності будь-якої серйозної компанії, що займається реалізацією сільськогосподарської техніки. Його ефективність напряму залежить від обсягу продажів, кількості проданої техніки, яка знаходиться в експлуатації, та рівня клієнтського обслуговування.

Основні функції сервісного центру включають:

– Гарантійне та післягарантійне обслуговування – проведення регламентних робіт, діагностика, усунення несправностей та плановий ремонт техніки.

– Попередні консультації – допомога клієнтам ще на етапі укладення угоди, що включає:

- аналіз умов транспортування техніки до господарства;
- підготовку приміщень для зберігання техніки;
- організацію підключення необхідних комунікацій;

- рекомендації щодо оптимального розміщення обладнання на полігоні чи в ангарі;
- визначення найкращих способів подачі палива та мастильних матеріалів.
- Навчання клієнтів і персоналу – проведення інструктажів, семінарів та майстер-класів щодо правильної експлуатації техніки.
- Моніторинг стану машин – використання сучасних систем діагностики для відстеження технічного стану машин та запобігання можливим несправностям.
- Швидке реагування на виклики – виїзд сервісних бригад у разі виникнення позаштатних ситуацій.

Завдяки високому рівню сервісного обслуговування клієнти отримують не просто техніку, а й повний спектр підтримки, що дозволяє максимально ефективно використовувати обладнання та зменшити витрати на його експлуатацію.Основні функції сервісного центру включають:

- Постачання та введення в експлуатацію – доставка обладнання, встановлення та налаштування з урахуванням усіх технічних вимог.
- Навчання персоналу – проведення спеціалізованих тренінгів для співробітників компаній-клієнтів, що дозволяє підвищити ефективність роботи з технікою.
- Технічна підтримка та консультації – допомога в оптимізації виробничих процесів, рекомендації щодо експлуатації машин та витратних матеріалів.
- Модернізація та відновлення – оновлення обладнання для підвищення його продуктивності та довговічності.

Відповідно до досліджень Федерації сільського господарства України, найбільше працюючої в Україні техніки належить бренду John Deere Machinery (рис. 1.12). Це підтверджує популярність і довіру до продукції компанії серед аграріїв країни.[6].

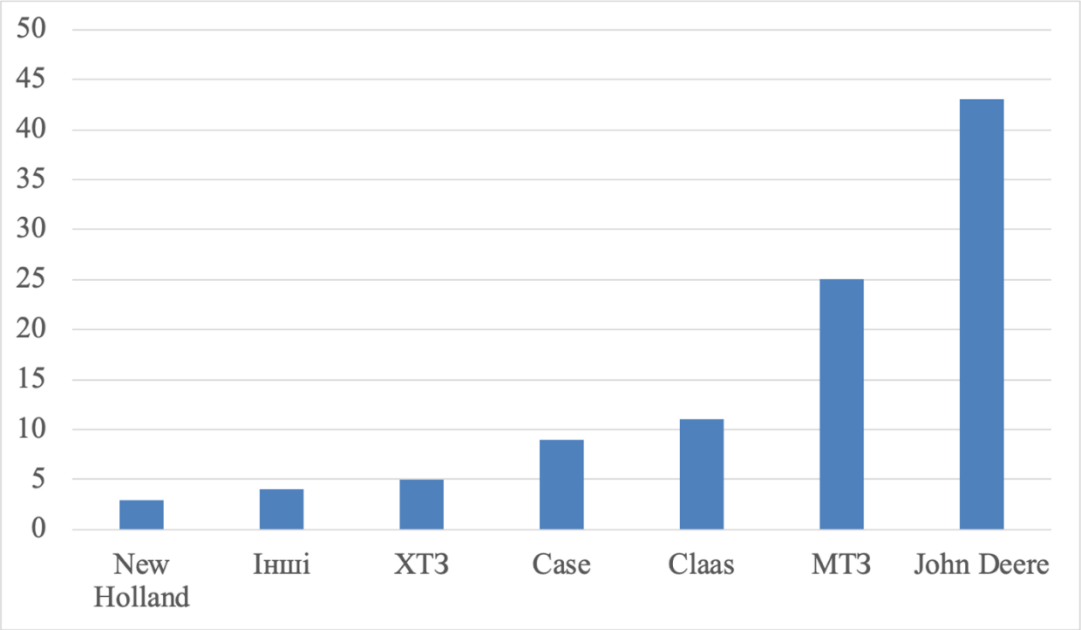


Рис. 1.12. Кількісне використання продукції John Deere на території України

Аналіз рисунка свідчить, що більшість сільськогосподарських машин, які експлуатуються в Україні, належать до бренду John Deere. Це зумовлює підвищений попит на якісне сервісне обслуговування та своєчасне постачання запасних частин. Одним із провідних дилерів, що спеціалізується на продажу й технічній підтримці цієї техніки, є компанія "Агротек-інвест".

Дослідження, наведені на рис. 1.13 [7], демонструють, що основна кількість відмов тракторів John Deere 8320R припадає на початковий період експлуатації (до 1000 мотогодин). Це свідчить про важливість налагодженої системи сервісного обслуговування, що включає:

1. Попередню діагностику перед введенням у експлуатацію.
2. Регулярне технічне обслуговування для запобігання раннім поломкам.
3. Систему моніторингу стану техніки, яка дозволяє виявляти потенційні несправності на ранніх стадіях.

Впровадження цих заходів значно знизить ризик виходу з ладу техніки та забезпечить її надійну та ефективну роботу упродовж усього періоду експлуатації.

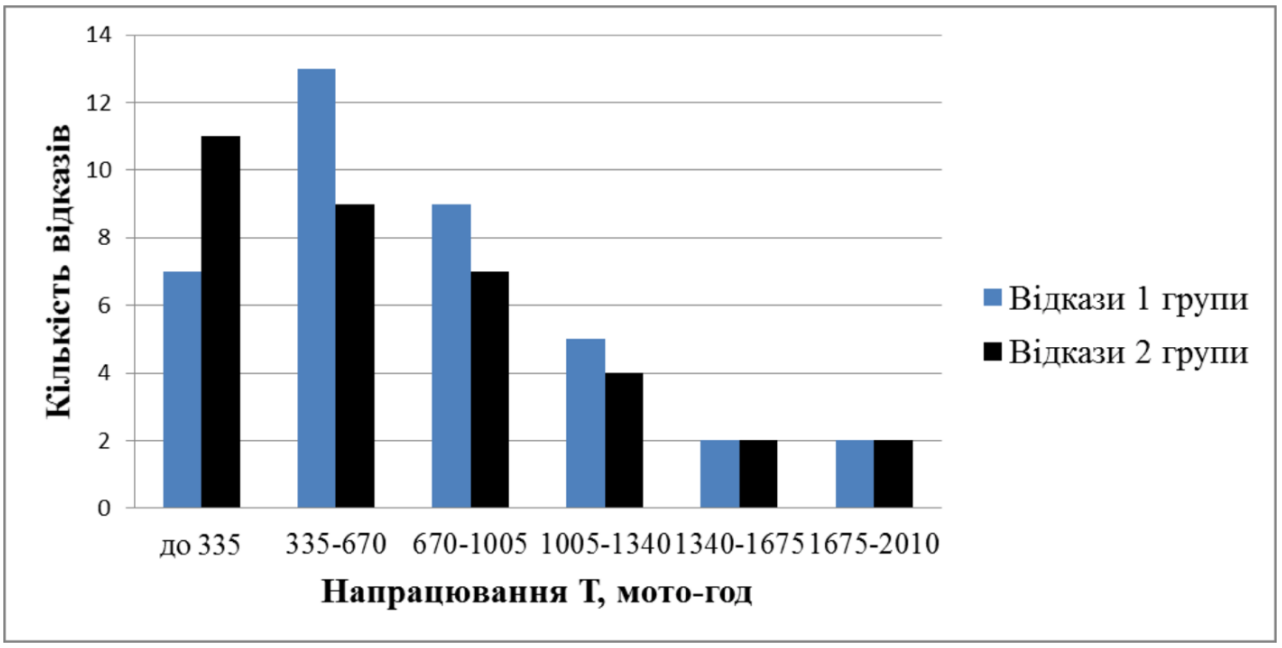


Рис. 1.13. Відповідність пробігу тракторів їх відмовам

Для підвищення ефективності роботи сервісних центрів необхідно максимально використовувати їхній потенціал, розширювати можливості діагностики та адаптувати систему технічного обслуговування з урахуванням специфіки експлуатаційних умов в Україні.

Крім надання сервісних послуг, компанія також активно реалізує техніку, що була у використанні в Європі (рис. 1.14). Це дозволяє аграрним підприємствам отримувати якісну та перевірену техніку за доступнішою вартістю, а також забезпечує подальше її технічне обслуговування у власних сервісних центрах.



Рис. 1.14. Техніка б/в, передпродажна підготовка

Компанія також впровадила послугу експертної перевірки техніки Expert Check, яка дозволяє запобігти серйозним та дороговартісним поломкам, своєчасно виявивши

потенційні несправності (рис. 1.15).

Expert Check включає:

1. Міжсезонне технічне обслуговування – проводиться як на базі сервісних центрів «Агротек-Інвест», так і безпосередньо у господарствах клієнтів.
2. Комплексна електронна діагностика за допомогою John Deere Service Advisor – дозволяє точно оцінити стан електронних систем.
3. Повний технічний огляд із детальним звітом про поточний стан машини та можливі ризики.
4. Формування кошторису ремонтних робіт і заміна зношених деталей за потреби.
5. Вигідні умови на запасні частини при ранньому замовленні.
6. Персональні рекомендації щодо ефективного використання та оптимізації роботи техніки.

Ця послуга дозволяє зменшити ризик непередбачених зупинок техніки, продовжити термін її експлуатації та оптимізувати витрати на ремонт і обслуговування.



Рис. 1.16. Перевірка оприскувача за програмою Expert check

Переважна частина сервісних операцій пов’язана з ремонтом силових агрегатів, як показано на рис. 1.16.



Рис. 1.16. Сервісні роботи по силовим агрегатам

1.3. Загальний технічний процес ремонту трактора у сервісному центрі

Першим етапом обслуговування є зовнішнє очищення трактора, яке проводиться перед початком діагностики. Усі вузли та агрегати повинні бути очищені від бруду, пилу, залишків оливи та рослинних решток, що забезпечує точність подальшої перевірки.

Наступний етап – діагностика компонентів. Вона здійснюється безпосередньо на місці та починається з візуального огляду для виявлення явних дефектів, таких як тріщини, вм’ятини, деформації або пошкодження деталей. Контрольно-діагностичні операції виконуються без попереднього демонтажу елементів, що дозволяє швидко оцінити їхній стан. Отримані дані фіксуються у діагностичній карті, на основі якої формується висновок про необхідність ремонту.

Якщо трактор потребує ремонту, він надходить у майстерню, де розпочинається процес розбирання та відновлення окремих вузлів. Демонтаж деталей проводиться лише за умови, що їх неможливо відремонтувати без зняття, що дозволяє уникнути зайвих робіт і скоротити час простою техніки. Розбирання трактора здійснюється лише за необхідності, щоб уникнути зайвих операцій. Важливо зберігати готові поверхні деталей, які не потребують додаткової обробки.

До основних вузлів, що піддаються несправностям, належать:

– Двигун (кривошипно-шатунний та газорозподільний механізми);
– Система згоряння палива;
– Трансмісія;
– Гідравлічна система.

Після діагностики трактор переміщується у ремонтну зону, де виконується дефектування, усунення несправностей та складання агрегатів. Складні вузли, які неможливо відновити на місці, відправляються на регіональні ремонтно-експлуатаційні бази або спеціалізовані сервісні центри.

Після монтажу всіх агрегатів проводиться їх регулювання та контроль робочих параметрів:

– Зазори газорозподільного механізму;
– Кут упорскування пального;
– Зазори у зчепленні;
– Функціональність гідросистеми.

Відповідно до мастильної карти, усі механізми змазують, а гідравлічна система заповнюється необхідними рідинами. Після запуску двигуна перевіряють його роботу. У разі виявлення відхилень чи несправностей трактор підлягає додатковій діагностиці.

Завершальний етап – фарбування техніки у фірмовий колір виробника, що забезпечує антикорозійний захист. Після ремонту трактор проходить збереження та підготовку до експлуатації.

Комплексна система ремонту дозволяє забезпечити готовність техніки до виходу в поле на початку жовтня та мінімізувати ризик аварійних простоїв, що можуть призвести до втрати врожаю та фінансових збитків.

Елементи проведення ремонтних робіт силових агрегатів наведено на рис.1.17.



Рис. 1.17. Механічна обробка деталей та розсухарювання головки циліндрів

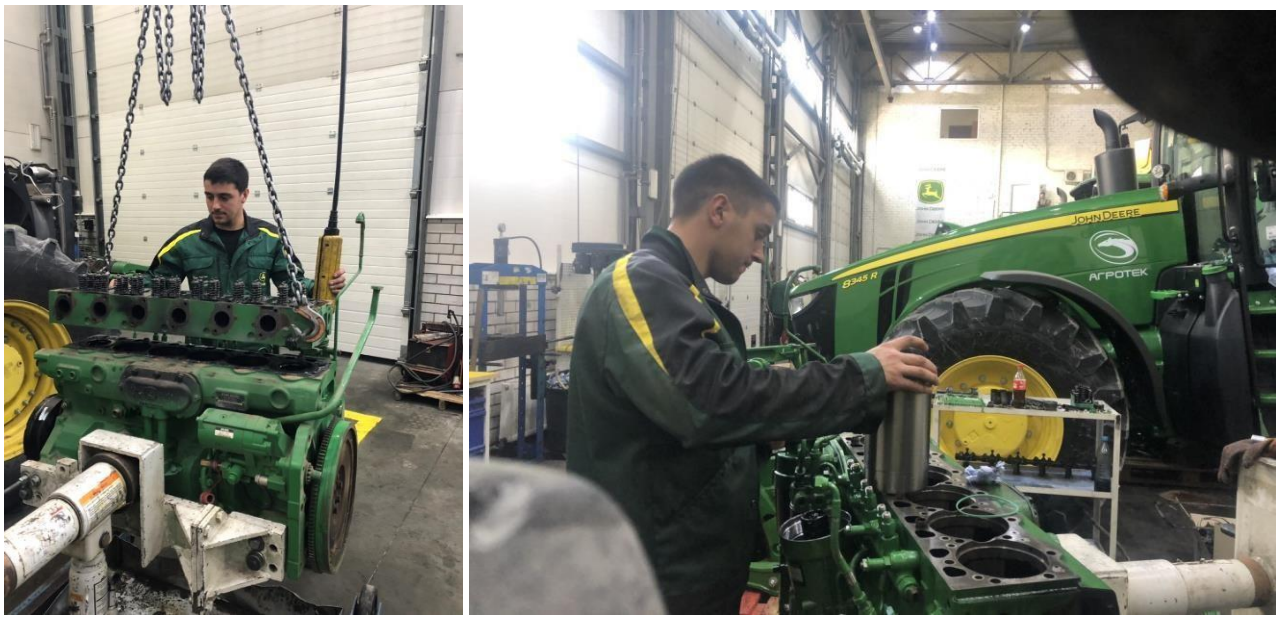


Рис. 1.18. Ремонтна майстерня (ремонт двигуна)

1.4. Технологічний процес сервісних робіт в мідницько – жерстяницькій дільниці

1.4.1. Опис відділення

Опис роботи трьох цехів: жерстяницького, мідницького та ремонту трубопроводів**:**

Жерстяницький цех виконує ремонт та відновлення металевих елементів кузова та кабін сільськогосподарської техніки, зокрема тракторів і комбайнів. Роботи проводяться виключно над знятими деталями, тому організація стаціонарних робочих постів не передбачена.

Основні послуги та види робіт:

– Відновлення пошкоджених елементів кабіни, дверцят, крил, підніжок та облицювальних панелей радіатора.

– Усунення вм’ятин, тріщин, опуклостей та розривів на металі.

– Видалення корозії та проведення антикорозійної обробки кузовних деталей.

– Ремонт і зміцнення каркасів сидінь.

– Виготовлення простих елементів кузова та кабіни, а також облицювальних деталей.

Мідницький цех **с**пеціалізується на технічному обслуговуванні та поточному ремонті радіаторів, паливних баків і теплообмінників сільськогосподарської та автомобільної техніки.

Основні етапи ремонту радіаторів:

1. Зовнішнє очищення – миття деталей для видалення забруднень, пилу, залишків мастил і охолоджувальних рідин.

2. Огляд та діагностика – перевірка герметичності, пошук механічних пошкоджень і корозійних процесів.

3. Усунення дефектів:

4. Виправлення деформацій та вм’ятин металевих бачків рихтуванням.

5. Латання пробоїн та тріщин за допомогою пайки твердими припоями.

6. Відновлення з’єднань трубок із бачками методом пайки або зварювання.

7. Часткова або повна заміна трубчастих секцій радіаторів.

8. Фінальне тестування – контрольна перевірка герметичності та функціональності радіатора під тиском.

9. Фарбування та консервація – нанесення захисного покриття для збільшення терміну експлуатації.

Цех ремонту трубопроводів здійснює ремонт та відновлення паливних, гідравлічних

і повітряних трубопроводів сільськогосподарської техніки.

Основні завдання та процеси:

– Діагностика трубопроводів на наявність механічних пошкоджень, корозії та засмічень.

– Виправлення деформацій та заміна пошкоджених секцій труб.

– Відновлення герметичності з’єднань шляхом пайки, зварювання або встановлення нових ущільнювачів.

– Промивання та очищення внутрішніх каналів паливних і гідравлічних трубопроводів.

– Виготовлення нових трубопроводів відповідно до технічних специфікацій.

– Перевірка систем під тиском для підтвердження герметичності та працездатності.

Робота цих цехів сприяє підвищенню ефективності технічного обслуговування сільськогосподарської техніки, зменшенню експлуатаційних витрат на заміну вузлів та збільшенню загального терміну служби машин.

Ремонт алюмінієвих осередь, паливних баків та трубопроводів

Ремонт алюмінієвих осередь**:**

– Суцільні алюмінієві осереддя відновлюють методом зварювання або паяння, що дозволяє забезпечити міцність та герметичність конструкції.

– Розбірні осереддя ремонтують шляхом пайки трубок або їхньої повної заміни, що дозволяє продовжити термін експлуатації радіатора без втрати ефективності.

– Фінальна перевірка на герметичність після ремонту забезпечує якість виконаних робіт та виключає можливість протікання.

Ремонт паливних баків проходить комплексний процес відновлення, що включає:

1. Зовнішнє очищення – видалення пилу, залишків пального та іржі з металевих баків.

2. Промивання внутрішніх поверхонь для усунення осаду, конденсату та можливих забруднень.

3. Перевірка герметичності, яка виконується шляхом заповнення бака стисненим повітрям або рідиною.

4. Відновлення пошкоджених місць:

– Дрібні тріщини металевих баків ліквідують паянням або спеціальними ремонтними пастами.

– Значні пошкодження усуваються шляхом зварювання у відповідному цеху.

– Пластикові баки ремонтують за допомогою спеціальних клейових складів і герметиків.

5. Остаточне тестування на герметичність після ремонту для запобігання витокам пального.

Організація окремого цеху для ремонту трубопроводів є недоцільною, тому роботи виконуються в межах мідницької дільниці на спеціально облаштованих постах.

Основні етапи ремонту трубопроводів:

1. Демонтаж та огляд пошкодженого трубопроводу для виявлення місць зношення, пробоїн або корозії.

2. Відрізання пошкоджених ділянок із дотриманням необхідних допусків для подальшого відновлення.

3. Підготовка нових з'єднань – формування та зачистка торців трубопроводу перед ремонтом.

4. Відновлення трубопроводів:

– Використання з'єднувальних муфт або спеціальних фітингів для ремонту пошкоджених ділянок.

– Паяння чи зварювання труб при необхідності, що забезпечує їхню міцність і довговічність.

5. Контроль герметичності шляхом подачі тиску або рідини для перевірки відсутності витоків.

Впровадження таких методів ремонту дозволяє суттєво знизити витрати на придбання нових деталей, підвищити ефективність роботи техніки та забезпечити її безперебійну експлуатацію.

1.4.2. Технологічні процеси ремонту агрегатів на дільниці



Рис. 1.19. Агрегати, що ремонтуються на дільниці

Ремонт радіаторів. Дефекти радіаторів системи охолодження тракторів

Серед типових несправностей радіаторів виділяють забруднення, корозійні ураження, механічні пошкодження, витоки та негерметичність. Забруднення у вигляді пилу, бруду, залишків охолоджувальної рідини або комах можуть блокувати протоки та ребра радіатора, спричиняючи перегрів двигуна.

Корозія виникає внаслідок хімічної взаємодії охолоджувальної рідини з матеріалом радіатора, що призводить до поступового руйнування металу. Механічні дефекти, як-от тріщини, пробоїни чи вм’ятини, зазвичай спричинені ударами або вібрацією під час експлуатації.

До витоків може призвести зношування або пошкодження прокладок, зварних з'єднань, а також дефекти в місцях пайки. Негерметичність з’являється внаслідок деформацій ущільнень або порушень у з’єднаннях.

Виявляють дефекти радіатора візуально — за наявністю іржі, течі чи деформацій. Також слід перевіряти рівень і стан охолоджуючої рідини, температуру двигуна та проводити тест на герметичність, занурюючи радіатор у воду та спостерігаючи за появою повітряних бульбашок.

Серед способів усунення несправностей — очищення забруднень повітрям, миючими засобами або водою. Зони корозії обробляють, наносять захисне покриття або замінюють пошкоджені елементи. Вм’ятини виправляють, тріщини паяють, несправні

деталі замінюють. Для забезпечення герметичності змінюють прокладки та ущільнення.

Перед початком ремонту радіатор необхідно демонтувати та ретельно очистити. У разі серйозних ушкоджень рекомендована повна заміна вузла. Регулярне технічне обслуговування, своєчасне очищення та використання якісної охолоджуючої рідини значно знижують ризик поломок.

Ремонт термостату

Для видалення накипу з термостатів застосовують ті ж методи, що і при очищенні водяних радіаторів. При виявленні тріщин у гофрованому елементі їх ремонтують за допомогою олов'яно-свинцевого припою, попередньо заповнивши порожнину 15% розчином етилового спирту.

Після відновлення працездатності термостат перевіряють шляхом нагрівання у водяній ванні. Клапан має почати відкриватись при температурі 70 °C, а повністю відкриватися — при 85 °C. Повний хід клапана повинен бути в межах 9–9,5 мм. За потреби проводиться регулювання шляхом зміни довжини ходу штока.

Ремонт насосу системи охолодження

До типових несправностей насосів відносяться зношення крильчатки, корпусу, ущільнень, забруднення внутрішніх каналів, корозійні ураження та механічні пошкодження. Наявність повітря в системі може спричинити нестабільну роботу та зниження ефективності охолодження.

Виявляють дефекти шляхом огляду на наявність пошкоджень, витоків, корозії, а також перевірки рівня охолоджуючої рідини. Перегрів двигуна свідчить про ймовірну несправність. Проводять також вимірювання продуктивності насоса та прослуховування на наявність сторонніх звуків.

До способів усунення дефектів належить очищення насосного вузла, заміна зношених деталей, обробка антикорозійними засобами, усунення тріщин шляхом зварювання, а також видалення повітря із системи.

Перед ремонтом насос слід зняти, промити та оглянути. Застосовуються спеціалізовані інструменти. У разі критичних ушкоджень доцільно замінити насос повністю. Профілактичне обслуговування подовжує строк експлуатації агрегату.

Ремонт вентилятору системи охолодження

Вентилятор відіграє важливу роль у забезпеченні належної температури двигуна.

Найбільш поширеними дефектами є зношення підшипників, забруднення лопатей, обрив приводного ременя, пошкодження елементів вентилятора.

Процес ремонту починається зі зняття вентилятора: від'єднується акумулятор, знімається ремінь і демонтується сам вузол. Далі виконується очищення від бруду й мастила та візуальний огляд.

Зношені підшипники замінюються новими — їх витягують знімачем, запресовують у корпус і змащують. Дрібні пошкодження лопатей усуваються епоксидною смолою, значні — вимагають заміни. Корпус при потребі ремонтується шляхом зварювання, очищення від іржі та фарбування.

Після завершення робіт вентилятор встановлюється на місце, підключається ремінь та акумулятор. Важливо використовувати спецінструмент і дотримуватися інструкцій виробника. Регулярне змащення, перевірка натягу ременя та очищення забезпечують безперебійну роботу вентилятора.

Промивка системи охолодження

У ході техобслуговування необхідно періодично промивати систему охолодження для усунення накипу. Якщо відкладення мінімальні, достатньо промити водою з протитечією. Для цього демонтують термостат і окремо промивають двигун та радіатор.

У разі сильного забруднення застосовуються хімічні методи. Наприклад, тринатрійфосфат додається у систему, яка промивається водою кожні 2–3 години протягом 12 днів роботи. Також застосовуються розчини хрому й кальцинованої соди — після короткочасного прогріву двигуна їх зливають та промивають систему водою.

При використанні інгібованої соляної кислоти спочатку промивають систему водою, потім запускають двигун з розчином, прогріваючи до 60–70 °С. Після 10 хвилин роботи розчин зливають, а систему багаторазово промивають водою. На третій промивці до води додають 5 г соди та 5 г хромпікарбонату на літр.

1.5. Розрахунок обладнання дільниці

Кількість основного обладнання визначається з урахуванням запланованого обсягу виконуваних робіт, а також річного фонду часу його експлуатації, тобто сукупної кількості годин, протягом яких передбачається використовувати дане обладнання (1.1) [9, 10].

Щоб забезпечити виконання операцій, передбачених технологічним процесом сервісного обслуговування вузлів і деталей, визначається необхідна кількість

обладнання. Зокрема, для реалізації мийно-очисних процедур потрібно таке обладнання:

$$n = \frac{126}{2280 \cdot 0{,}8} = 0{,}07 \text{ шт}$$

Приймається установка моделі 2024 для очищення радіаторів від вапняних відкладень та накипу.

Для здійснення робіт з розбирання та складання вузлів і агрегатів також передбачається відповідне обладнання, яке забезпечує зручність і ефективність проведення операцій відповідного типу:

$$n = \frac{256}{2280 \cdot 0{,}8} = 0{,}14 \text{ шт}$$

– поворотний стенд для ремонту радіаторів моделі 2354, що забезпечує зручний доступ до всіх елементів під час обслуговування;

– стенд для розпаювання та протравлювання радіаторів, призначений для якісного видалення забруднень та підготовки до ремонтних операцій.

Для виконання випробувальних робіт також необхідне відповідне обладнання, яке дозволяє оцінити технічний стан вузлів після ремонту та переконатися у відновленні їхніх експлуатаційних характеристик:

$$n = \frac{148}{2280 \cdot 0{,}8} = 0{,}08 \text{ шт}$$

Приймається стенд для перевірки технічного стану радіаторів після проведених ремонтних робіт.

Вибір основного обладнання виконується відповідно до рекомендацій спеціалізованих організацій, які займаються проектуванням виробничих дільниць сервісних центрів для аграрного сектора. Під час підбору враховуються вимоги технологічного процесу технічного обслуговування, а також забезпечення раціонального використання обладнання — як з точки зору його продуктивності, так і за часовими витратами.

Щодо допоміжного обладнання та оснащення, їх комплектування відбувається згідно з технологічними етапами обробки та ремонту. Додаткові засоби обирають відповідно до карти технологічного процесу і систематизують у вигляді таблиці 1.2.

Таблиця 2.2 – Перелік обладнання, яке розміщується на дільниці

№ п/п	Устаткування й інвентар	Модель, тип	Характеристика	Встановленна потужність, кВт	Габаритні розміри, мм	Займана площа, $м^2$
Мідницька дільниця						
1	Установка для очищення радіаторів від накипу	2024	Очищення здійснюється розчином каустичної соди	1,0	1596× 1064	1,7
2	Поворотний стенд для ремонту радіаторів	2354, стаціо-нарний	Поворотний. Кількість фіксуємих положень- 8	–	750× 400	0,3
3	Ванна для випробування паливних баків автомобілів	5008, стаціо-нарна	Випробування повітрям під тиском	–	1600× 800	1,3
4	Стенд для ремонту радіаторів	–	–	1,0	0,9× 1,25	1,2
5	Стенд для розпаювання і протравляння радіаторів	–	З місцевим отсосом шкідливих парів	–	1280× 925	1,2

6	Стіл із трьома тиглями для заливальних робіт	2272	_	_	2000×800	1,6
7	Верстат для ремонту радіаторів на одне робоче місце	_	Встроєна ванна з паровим підігрівом. Витрата пари 25 кг/год	_	2400×900	2,2
8	Верстат для ремонту радіаторів на два робочі місця	_	Витрата пари 50 кг/год	_	3600×990	3,5
9	Верстат слюсарний	_	_	_	1200×900	1,2
10	Стілаж для зберігання радіаторів і паливних баків	_	_	_	2000×800	1,6
					Разом:	15,8
Жестяницька дільниця						
1	Верстак жестянщика	ОПР 15241	-	-	1200х800	0,96
2	Ножиці	-	-	-	800х600	0,48
3	Візок стенд для ремонту кабін	М 235	-	-	1650х1200	1,98
4	Плита правочна	-	-	-	1500х1000	1,5
					Разом	4,92
Всього						20,72

1.6. Технологічне планування дільниці

Розрахунок виробничої площі дільниці здійснюється відповідно до формули (1.2), наведеної у [10, 11].

Схему технологічного планування дільниці подано на аркуші №2 графічної частини проекту.

1.7. Розробка технологічного процесу відновлення чи ремонту радіатора

1.7.1 Можливі поломки

Однією з головних ознак несправності радіатора є недостатньо ефективне охолодження двигуна, навіть при справному стані інші елементи системи охолодження. Також проблема може проявитися у втрати охолоджувальної рідини (антифризу) без видимих слідів витоку .

Можливі причини несправностей:

1. Забруднення стільників радіатора . З часом у комірках накопичуються дрібні частинки пилу, кома, тополиного пуху, що знижує теплообмін і знижує ефективність охолодження.

2. Відкладення на внутрішніх стінах радіатора . Використання неякісного антифризу або звичайної (не дистильованої) води повністю до утворення накипу та осаду, які покращують циркуляцію рідини.

3. Корозійні пошкодження . Поступове руйнування металу через тривалий контакт з агресивними компонентами охолоджувальної рідини або виникнення вологи причиною появи мікротріщин.

4. Механічні пошкодження . Тріщини, пробоїни та деформації можуть виникнути внаслідок ударів, вібрацій або потрапляння сторонніх предметів.

Методи усунення несправностей:

1. Очищення зовнішніх поверхонь – видалення пилу та бруду за допомогою стисненого повітря або промивання спеціальними миючими засобами.

2. Промивка внутрішніх каналів – застосування спеціальних розчинів для видалення накипу та відкладення.

3. Усунення течі – пайка чи зварювання пошкоджених ділянок, заміна ущільнення.

4. Рихтування та випрямлення стільників – відновлення геометрії для

покращення теплообміну.

5. Контроль та заміна антифризу – використання лише якісних охолоджувальних рідин відповідно до рекомендацій виробника.

Основні види несправностей та оптимальні методи їх усунення представлені в таблиці.1.3.

Таблиця 1.3- Можливі поломки радіатора та способи їх усунення

Поломка	Причина поломки	Спосіб усунення поломки
	Низький рівень рідини у системі охолодження	Долити до необхідного рівня
	Витоки ОР	Ремонт тріщин, пробоїн
	Забруднення міжсотового простору, брудом, пухом, залишками рослин	Очистка
	Зламана радіаторна кришка	Заміна
	Поломка вентилятора системи холодження	Ремон або заміна
	Поломка термостату системи охолодження	Заміна
	Забруднення сот в середині, накипом, брудом та інше.	Очищення
	Поломка насосу системи охолодження	Ремонт або заміна
Корозійні відкладення	Забруднення охолоджуючої рідини різними кородуючими домішками	Заміна ОР

Найпоширенішими причинами пошкодження радіатора є:

– Витік охолоджувальної рідини , що починається через:

1. розгерметизацію місць з’єднання трубок та бачок;
2. пошкодження або розриви швів трубок;
3. утворення тріщин у корпусі баків;

4. зношення або руйнування гумових ущільнювачів.

Механічні пошкодження , які часто трапляються внаслідок:

– автомобільних аварій, останній радіатор у передній частині авто і може відзначити деформації при ударі;

– пропускання каміння чи інших твердих предметів під час руху;

– сильних вібрацій або неправильної фіксації радіатора у кріпленнях.

Корозія та внутрішнє відкладання , що розвиваються через:

– використання неякісного або несумісного антифризу;

– заливання звичайної (не дистильованої) води, що сприяє утворенню накипу;

– тривалу експлуатацію без належної заміни охолоджувальної рідини.

Зважаючи на ці чинники, повністю профілактику, діагностику та ремонт повністю зберегти ефективність роботи радіатора та продовжити термін його експлуатації.

Оскільки радіатори традиційно розташовані в передній частині автомобіля, вони часто знають механічні пошкодження у разі дорожно-транспортних пригод. Унаслідок зіткнення або ударів може статися їх деформація, що спричиняє порушення герметичності системи. такі пошкодження можуть призвести до витоку охолоджувальної рідини, перегріву двигуна та необхідності термінового ремонту або заміни радіатора.

1.7.2 Дослідження причин та характеру несправностей радіаторів, що з'являються під час їх використання

Щоб виявити та усунути дефекти радіатора, необхідно виконати таку процедуру:

1. Перевірка герметичності:

– Перекрити всі патрубки радіатора, залишивши один для подачі стисненого повітря під тиском 1,0 кгс/см².

– Опустити радіатор у ємність із водою.

– Якщо з будь-якої ділянки виходять повітряні бульбашки, застосування точне місце пошкодження.

– Запаяти або іншим способом усунути негерметичність відповідно до типу пошкодження.

2. Усунення протикань у місці з'єднання:

– Якщо витік охолоджувальної рідини в місці стикування корпусу радіатора з пластмасовими бачками, обережно підтиснути фіксуючі лапки плоскогубцями.

– Якщо проблема залишається, акуратно відігнути лапки кріплення, зняти бачок і гумову прокладку.

3. Оглянути прокладку:

– Якщо вона еластична та не має механічних пошкоджень, очистіть її поверхню.

– Нанести з обох боків герметик для додаткового ущільнення.

– Встановити прокладку на місце, закріпити бачок за допомогою струбцини, після чого обережно повернути лапки кріплення в початкове положення.

– Повторно перевірити герметичність з'єднання.

4. Заміна радіатора:

– Якщо усунення негерметичності неможливе або пошкодження є критичним (масштабні тріщини, корозійні руйнування), вузол слід замінити на новий.

Можливі дефекти наведено на рис. 1.20.



а б в г

Рис. 1.20. Можливі дефекти радіатора

а – внутрішні забруднення, б – тріщини верхньої чи нижньої кришок, в – забиття сот, г – пошкодження сот

1.7.3 Ремонт радіаторів

Під час ремонту системи охолодження особливо важливо ефективно усунути будь-які витоки, які можуть виникнути в радіаторах автомобіля. Головним завданням є забезпечення повної герметичності, крім того, незначні пошкодження можуть спричинити втрату охолоджувальної рідини, що, у своєму випадку, може призвести до перегріву двигуна.

Одним із методів усунення негерметичності радіатора є його перевірка шляхом прод

Якщо радіатор має значне забруднення або відкладення в середині, може знадобитися його ретельне промивання для видалення накопичених частинок. У разі серйозних пошкоджень, коли стандартні методи ремонту не дають результату, єдиним можливим рі

У ремонті можуть виконуватися додаткові операції, зокрема відновлення геометрії радіатора (рихтування), усунення механічних пошкоджень, пайка пробоїн та обов'язкове тестування на герметичність після завершення робіт.

Детальна карта можливих несправностей та методів їх усунення наведена в графічній частині на 3 аркуші, а деякі методи ремонту та перевірки проіл.



а



б





в г

Рис. 1.21. Способи ремонту радіатора

а, б – пайка баків та сот, в – промивка, заправка кондиціонера після ремонту радіатора

Детальне вивчення конструкції та можливих несправностей системи охолодження дозволило нам глибше зрозуміти її принципи роботи та вдосконалити методи діагностики й усунення неполадок. Ознайомлення з осно

У процесі дослідження також було визначено напрямк

Крім цього, були запропоновані конкретні заходи щодо підвищення якості обслуговування, зокрема організації спеціалізованої дільниці для ремонту радіаторів, баків, термостатів та інших компонентів систем охолодження. Це не лише сприяти підвищенню ефективності сервісних процесів, а й покращити рівень підготовки спеціалістів, забезпечуючи якісне виконання ремонтних робіт та розвиток професійних навичок у цій сфері.

1.8. Обґрунтування теми та задачі дипломного проекту

Аналіз роботи сервісного центру та технологічного процесу обслуговування техніки показав, що центр добре оснащений необхідним обладнанням. Проте, у зв’язку з розширенням напрямку діяльності, а саме підготовкою до продажу вживаної техніки з Європи, виникла потреба в додаткових виробничих потужностях.

Зокрема, існує дефіцит механічної дільниці та спеціалізованої зони для обслуговування радіаторів, теплообмінників та інших ємностей. Для виконання повного спектра механічних робіт необхідні токарні, шліфувальні, полірувальні, розточні та хонінгувальні верстати, які забезпечать можливість ремонту колінчастих та розподільних валів, блоків двигунів і гільз циліндрів.

Однак, створення повноцінної механічної дільниці потребує значних ресурсів:

– Додаткової виробничої площі, що повинна бути окремим приміщенням;

– Високоточних верстатів, які є дороговартісним обладнанням;

– Кваліфікованих спеціалістів, здатних працювати з відповідною технікою.

Враховуючи вищезазначені виклики, мій дипломний проєкт орієнтований на вдосконалення системи технічного обслуговування шляхом створення мідницько-бляхарської дільниці.

Нова дільниця спеціалізуватиметься на сервісному обслуговуванні радіаторів, теплообмінників та іншого обладнання, що дозволить:

1. Підвищити якість технічного сервісу;
2. Мінімізувати час простою техніки під час ремонту;
3. Зменшити витрати на заміну вузлів, забезпечуючи їхню відновлюваність;
4. Розширити перелік послуг, підвищуючи конкурентоспроможність сервісного центру.

Таким чином, впровадження мідницько-бляхарської дільниці стане ефективним рішенням, що не лише покращить сервісне обслуговування, але й забезпечить економічну доцільність реалізації проєкту.

Мета проєкту у підвищенні ефективності роботи сервісної служби шляхом створення спеціалізованої дільниці для ремонту та обслуговування радіаторів, паливних баків, теплообмінників, зовнішніх елементів кабін та інших металевих конструкцій.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Аналіз трудомісткості сервісних операцій, що виконуватимуться в новій дільниці майстерні сервісного центру.
2. Розробка технологічного процесу ремонту у мідницько-жестяницкому відділенні, з урахуванням усіх стадій діагностики, ремонту та тестування.
3. Проєктування мідницько-жестяницкої дільниці, включаючи зонування приміщення, оптимальне розміщення робочих місць та забезпечення відповідних умов праці.
4. Розрахунок та обґрунтування необхідного обладнання, його кількості та параметрів для забезпечення максимальної продуктивності дільниці.
5. Визначення необхідного штату робітників, включаючи основних фахівців

та допоміжний персонал, що забезпечить безперервність робочих процесів.

6. Розробка технічних заходів для оснащення дільниці, зокрема проєктування спеціального стенда-кантувача для перевірки та ремонту радіаторів, паливних баків і теплообмінників.

7. Впровадження заходів з покращення охорони праці в майстерні сервісного центру, з урахуванням змін у технологічному процесі та особливостей нової дільниці.

8. Оцінка економічної ефективності запропонованих заходів для підтвердження доцільності модернізації сервісної служби.

Реалізація даного проєкту дозволить підвищити якість сервісного обслуговування, зменшити витрати на заміну вузлів за рахунок їх відновлення, скоротити час простою техніки та значно розширити можливості сервісного центру, забезпечуючи його конкурентоспроможність у майбутньому.

2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДУ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ РАДІАТОРІВ

2.1. Призначення розроблювального пристосування

Стенд, зображений на рис. 2.1, розроблений для виконання перевірки та ремонту радіаторів.

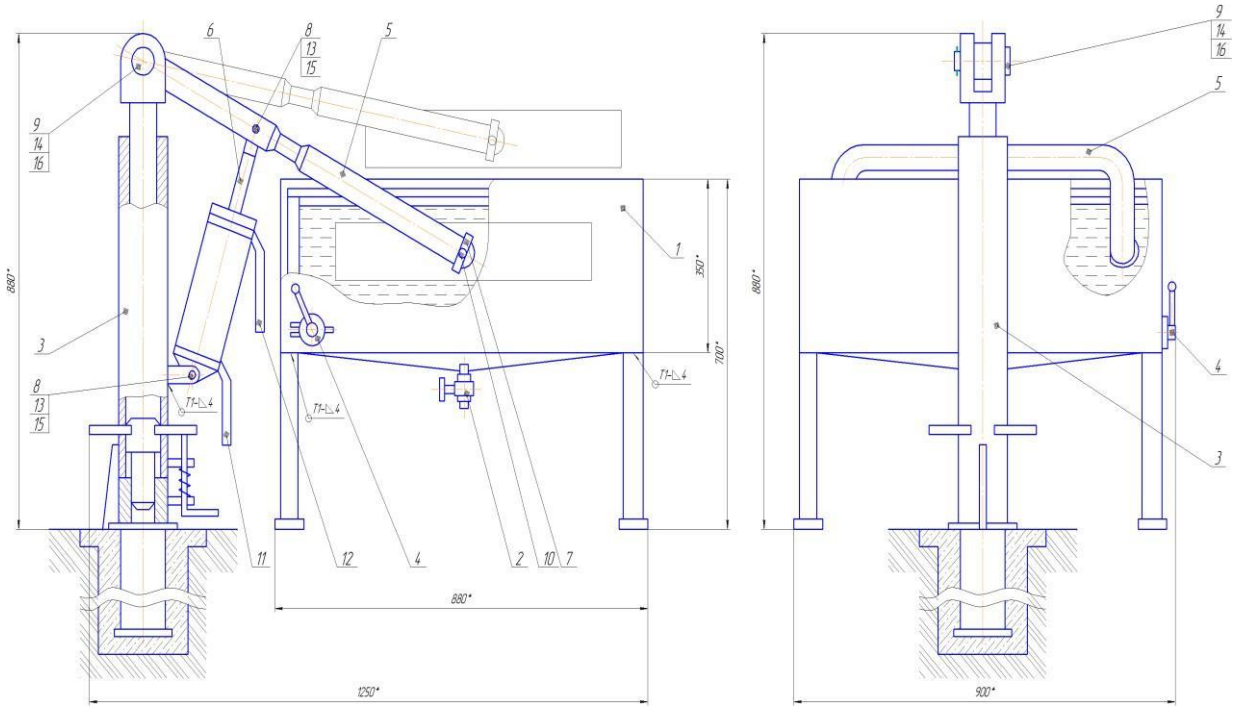


Рисунок 2.1 демонструє стенд, призначений для перевірки радіаторів. Його конструкція включає такі основні елементи: 1 – бак; 2 – зливний вентиль; 3 – колона; 4 – кран; 5 – кронштейн; 6 – пневмоциліндр; 7 – головка для закріплення радіатора; 8, 9 – пальці; 10 – кронштейн; 11 – гвинт М12; 12, 13 – рукави високого тиску; 14 – шайба 10; 15 – шайба 16; 16 – шплінт 3×25; 17 – шплінт 4×32.

Стенд оснащений кронштейном, на якому радіатор фіксується за допомогою гвинтів. Для перевірки герметичності випускний патрубок блокується дерев'яною пробкою, а до заливної горловини підключається шланг для подачі стисненого повітря. Після цього радіатор за допомогою пневматичного циліндра поступово опускається у ванну з водою.

У процесі занурення важливо спостерігати за можливими точками витоку повітря, що проявляються у вигляді бульбашок. Після виявлення несправних місць радіатор витягується з води для подальшого усунення дефектів.

Після підняття радіатора з води забезпечується запаювання місць витоку повітря. Після усунення дефектів проводять повторний тест на герметичність, занурюючи радіатор у ванну та контролюючи наявність бульбашок.

2.2. Розрахунок штоку пневмоциліндра

Щоб підняти та опустити радіатор, потрібно прикласти силу, що перевищує його власну вагу. Для універсальності пристосування залишається максимальна необхідна сила на захопленні на рівні 200 Н.

Тепер розраховуємо силу, яка повинна діяти на шток пневматичного циліндра, що відповідає вертикальному переміщенню радіатора (див. малюнок 2.2).

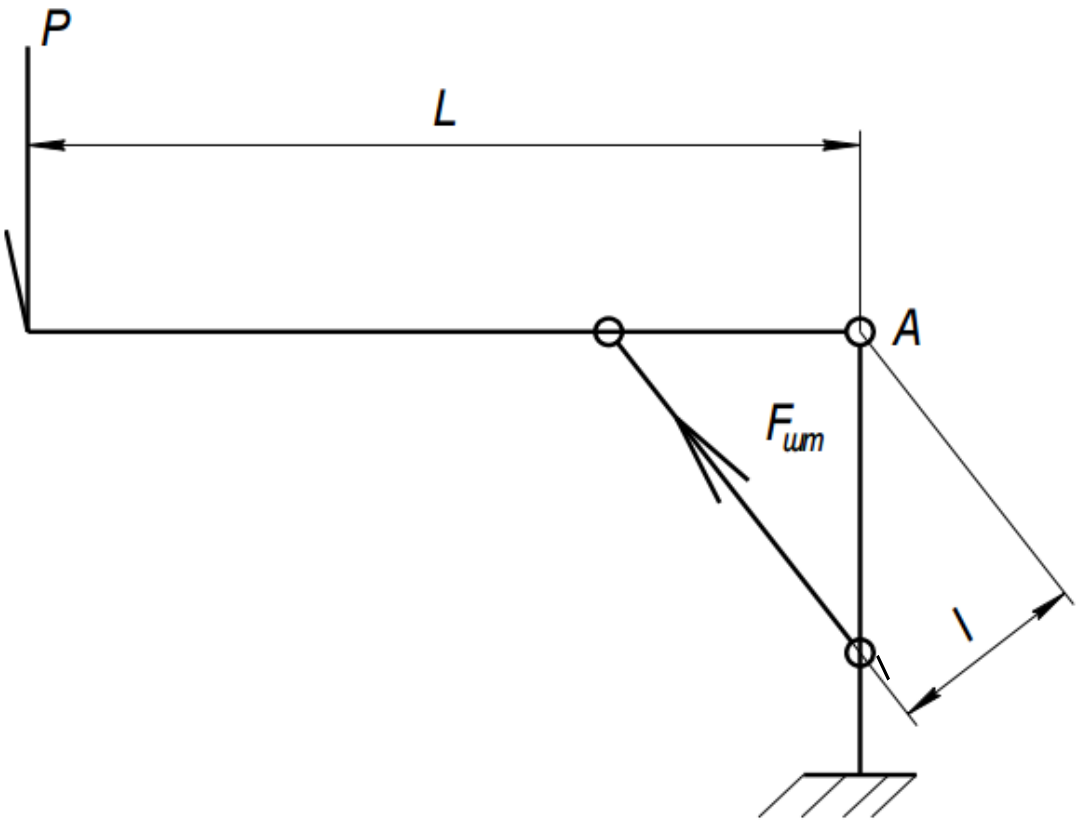


Рисунок 2.2. Схема розрахунку штока

Складемо рівняння рівноваги системи та визначимо величину зусилля, що передається на шток пневмоциліндра.

$$\sum \mathrm{M_A} = 0$$

Сила прикладена на шток формула (3.1-3.2) [12, 13, 14].

2.3. Розрахунок і підбір пневмоциліндра

Для обчислення діаметра поршня пневмоциліндра за умови відомого зусилля на штоку, що становить 800 Н, використовується відповідна розрахункова залежність (2.3) [12, 13, 14].

На основі отриманих даних розраховуємо площу поверхні поршня пневмоциліндра за формулою (2.4).

У формулу (2.3) підставимо значення з виведеної формули (2.4) та отримуємо вираз (2.5).

Отже, отримуємо формулу (2.6).

Маючи значення зусилля, що діє на шток, виконуємо розрахунок його діаметра згідно з методикою, наведеною у джерелах [12, 13].

$$d_{\text{тр}}^{2/4} = \frac{4 \cdot 800}{3{,}14 \cdot 2 \cdot 10^6} = 0{,}51 \cdot 10^{-3}\text{м}^2$$

$$d_{\text{тр}} = \sqrt{0{,}51 \cdot 10^{-3}} = 22{,}6 \cdot 10^{-3}$$

Приймаємо до використання пневмоциліндр із діаметром поршня, що становить 50 мм.

2.4. Обчислення вісі кріплення пневматичного циліндра

Розрахунок виконаємо, виходячи з умови міцності на зріз, використовуючи відповідну розрахункову схему, подану на рисунку 2.2.

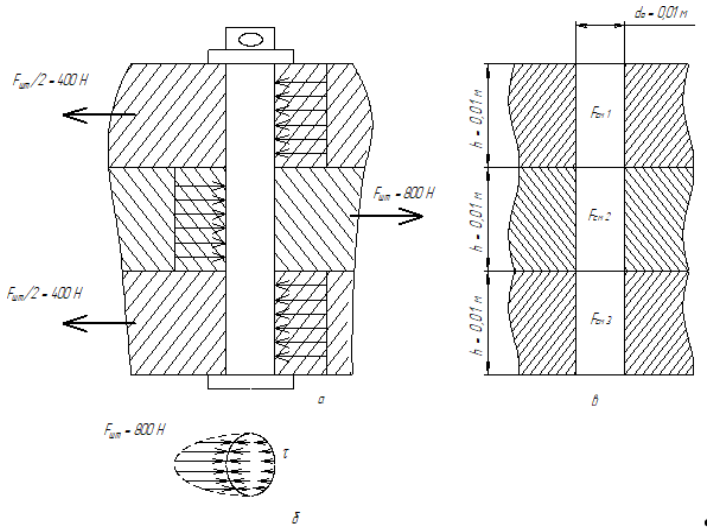


Рисунок 2.3. Схема обчислення вісі пневматичного циліндра на зріз:
а – сили, що діють на зєднання; б - схема сил якими навнтажується вісь; в – схематичне зображення площ зминання.

Застосовуючи умову міцності на зріз, виконуємо розрахунок (2.7) осі пневмоциліндра. В якості основи для розрахунку використовується схема, подана на рисунку 2.3.

Отже, площа поперечного перерізу осі відповідно до розрахунків (2.8) становитиме [12, 13, 14].

Граничне допустиме напруження на зріз для осі, виготовленої зі сталі марки 20, становить [τ] = 280 МПа.

$$[\tau_{\text{порів}}] = 0{,}6 \cdot 280 = 168 \text{ Мпа}$$

Підставивши вираз із формули 3.8 у формулу 3.7, отримаємо наступний результат (2.9).

Застосовуючи формулу (2.9), отримаємо вираз для обчислення діаметра вісі таким самим чином:

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{шт}}}{\pi \cdot [\tau_{\text{ср}}]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 800}{3{,}14 \cdot 168 \cdot 10^6}} = 0{,}002\text{м}$$

У зв'язку з конструктивними вимогами пневмоциліндра, діаметр вісі задається як 10 мм.

2.5. Обчислення вісі з умови міцності на змин

Проведемо розрахунок вісі на зминання, спираючись на умову (2.10) [12, 13, 14].

Мінімальне значення площі перерізу на змин для даної конфігурації у проєкті знайдемо за формулою (2.11).

$$F_{\text{зм}} = 0{,}01 \cdot 0{,}01 = 0{,}01 \cdot 10^{-3}\text{м}^2$$

Оскільки вісь виготовлена зі сталі 18Х, де допустиме зминальне напруження дорівнює $[\sigma_{\text{зм}}]$ = 160 МПа, підставимо розрахункові значення у формулу (2.10) і отримаємо результат:

$$\frac{800}{0{,}1} \cdot 10^{-3} \leq 160 \cdot 10^6$$

$$8 \cdot 10^6 \leq 160 \cdot 10^6$$

Отриманий результат підтверджує виконання умови, що свідчить про достатню міцність вісі.

2.6. Обчислення кронштейна на вигин

Виконаємо розрахунок кронштейна на вигин (рисунок 2.4). Згинаюче напруження при цьому визначається за формулою (2.12).

Визначимо згинальний момент у критичному перерізі згідно з [12, 13, 14].

$$\text{M}_{\text{згин}} = \text{P} \cdot (L - 1) = 200 \cdot (2 - 0{,}5) = 300 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Кронштейн має круглий переріз діаметром 0,04 м. Щоб розрахувати його опір вигину, скористаємося стандартною формулою (2.13) для круглого перерізу.

$$W_z = 0{,}1 \cdot 0{,}04^3 = 6{,}4 \cdot 10^{-6}\text{м}^3$$

Виконаємо розрахунок напруження вигину для даної конструкції.

$$\sigma_{\text{згин}} = \frac{\text{M}_{\text{згин}}}{W} = \frac{300}{6{,}4 \cdot 10^{-6}} = 46{,}9 \text{ МПа}$$

Для забезпечення міцності конструкції, умова має вигляд:

$$[\sigma_{\text{згин}}] \geq \sigma_{\text{згин}}$$

Для виготовлення кронштейна використовується сталь Ст3, у якої максимальне допустиме напруження вигину дорівнює $[\sigma_{\text{згин}}]$ = 160 МПа.

$$160 \geq 46{,}9$$

Згідно з отриманими результатами, умова міцності задовольняється.

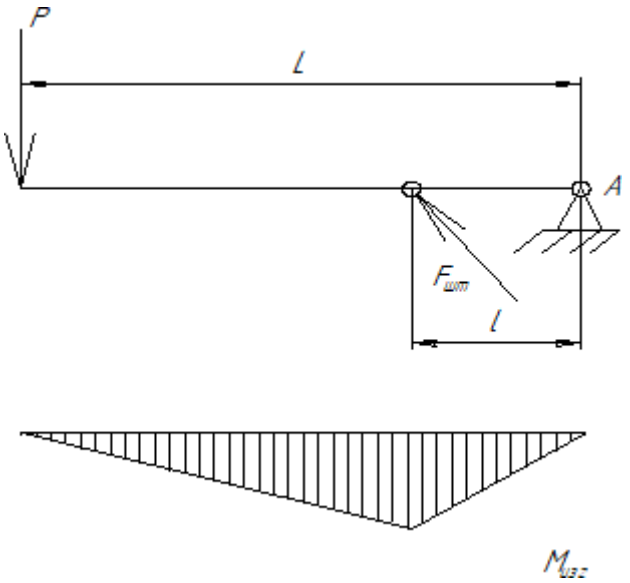


Рисунок 2.4. До розрахунку кронштейна на вигин

2.7. Розрахунок стійки

Розрахуємо міцність зварного з'єднання стійки, враховуючи, що катет зварного шва складає 0,004 м. Для цього обчислимо довжину колового шва за формулою (2.14) [12, 13, 14].

d – діаметр поверхні, що зварюється; у нашому випадку $d = 0{,}2$ м.

$$l = 3{,}14 \cdot 0{,}2 = 0{,}63$$

Розрахунок у даному випадку здійснюється з врахуванням загального напруження, яке включає як розтяг, так і вигин за формулою (2.15).

Значення напруження від натискальної сили становить 200 Н, а розтягувальну силу необхідно розрахувати.

$$\tau_{\text{а}} = \frac{\text{P}}{2 \cdot l \cdot 0{,}7 \cdot h} = \frac{200}{2 \cdot 0{,}63 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}004} = 5{,}6 \text{ МПа}$$

Вплив згинаючого моменту призводить до виникнення відповідного напруження у шві за формулою (2.16).

Визначимо момент, який прикладено до зварного з’єднання за формулою (2.17).

$$\text{М} = 1{,}6 \cdot 200 = 320 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Розрахунок моменту опору для зварного шва проводимо за такою формулою (2.18).

$$W_{\text{с}} = 2 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}63^2 \cdot \frac{0{,}004}{6} = 37{,}04 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

У результаті дії моменту в зварному шві виникає напруження величиною:

$$\tau_{\text{м}} = \frac{320}{37{,}04 \cdot 10^{-6}} = 8{,}6 \text{ МПа}$$

Здійснимо оцінку повного напруженого стану в шві:

$$\tau' = \sqrt{5{,}6^2 + 8{,}6^2} = 10{,}2 \text{ МПа}.$$

Оскільки розрахункове напруження у шві становить лише 10,2 МПа при допустимому 70 МПа, конструкція відповідає вимогам міцності.

2.8. Обчислення зварного з'єднання на міцність

Проведемо розрахунок зварного з’єднання кронштейна на міцність, у якому важіль закріплюється до кронштейна за допомогою шва з катетом 6 мм.

$$l = 3{,}14 \cdot 0{,}08 = 0{,}25$$

Розрахунок виконується згідно з умовною схемою, яка передбачає поелементне сумування напружень, спричинених згинанням і розтягом за формулою (2.20).

3.8.1 Розрахунок напруження звареного шва від сили

У випадку прикладання сили 200 Н розрахункове значення розтягувального напруження буде таким:

$$\tau_{\text{а}} = \frac{\text{Р}}{2 \cdot l \cdot 0{,}7 \cdot h} = \frac{200}{2 \cdot 0{,}25 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}006} = 0{,}1 \text{ МПа}$$

3.8.2 Розрахунок напруги звареного шва від моменту

Згинальне напруження, викликане моментом, визначимо за формулою (2.21).

Визначимо найбільший згинальний момент перерізу зварного шва, виходячи з моменту опору та діючого моменту визначимо за формулою (2.22).

$$\text{М}_{\text{згин}} = 200 \cdot 0{,}72 = 144 \text{ Н}$$

Розрахуємо момент опору для звареного з'єднання розрахуємо за формулою (2.23).

$$W_{\text{с}} = 2 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}25^2 \cdot \frac{0{,}006}{6} = 87{,}5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Згинальне напруження, яке виникає внаслідок моменту опору, дорівнює:

$$\tau_{\text{м}} = \frac{144}{87{,}5 \cdot 10^{-6}} = 1{,}6 \text{ МПа}$$

2.9. Технічна характеристика стенду

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика стенду

Найменування	Показник
Тип	Стаціонарний
Конструкція	Зварно – збірна
Привід	Пневматичний
Максимальне зусилля, Н	800
Вага, кг	642
Габаритні розміри, мм	1250x880x900

Розроблено стенд для обслуговування, діагностики, ремонту та випробування радіаторів систем охолодження, мащення, кондиціонування. незалежно від того, конструкція забезпечує можливість тестування теплообмінників за умов відповідного переобладнання.

Виконано виконання розрахунків, які підтверджують працездатність та ефективність стенда.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Загальні відомості про охорону праці в господарстві

На підприємстві за охорону праці відповідає правління, яке делегує виконання заходів щодо забезпечення безпеки на виробництві представнику голови правління та одному з членів правління, зокрема інженеру, який відповідає за ремонт і експлуатацію техніки.

Правління також призначає осіб, відповідальних за охорону праці на кожній виробничій дільниці, включаючи майстерні, аварійні бригади та будівельні об'єкти.

Спеціаліст з охорони праці має повноваження:

– Забороняти виконання робіт на тракторах, комбайнах, верстатах, а також під час будівельних, ремонтних робіт і навантажувально-розвантажувальних операцій, якщо є загроза життю чи здоров'ю працівників або виникнення пожежі. Про це він зобов'язаний негайно повідомити керівництво підприємства.

– Відсторонювати від роботи осіб, які порушують правила безпеки, санітарії або пожежної безпеки, та інформувати керівництво.

– Ініціювати притягнення до відповідальності працівників, які не дотримуються норм охорони праці.

З огляду на велику кількість працівників, на підприємстві функціонує відділ охорони праці, який розробляє заходи з безпеки, контролює їх виконання та проводить інструктажі.

На основі типового положення про навчання працівників (від 04.04.2005 № 3), на підприємстві використовуються наступні види інструктажів:

– вступний;

– первинний на робочому місці;

– повторний;

– позачерговий;

– цільовий.

3.2. Вимоги безпеки праці при виконанні паяльних робіт

3.2.1. Загальні положення

Ця інструкція визначає вимоги з охорони праці під час виконання паяльних робіт.

Допуск до виконання паяльних робіт До виконання паяльних робіт допускаються лише працівники, які:

– Пройшли медичний огляд і не мають протипоказань для виконання робіт за станом здоров'я.

– Пройшли навчання та інструктаж з охорони праці.

– Ознайомлені з цією інструкцією та іншими нормативними документами, що регламентують виконання паяльних робіт.

– Мають відповідне посвідчення, яке підтверджує їх право виконувати паяльні роботи.

Відповідальність за дотримання вимог безпеки Відповідальність за дотримання правил безпеки несе:

– Керівник робіт.

– Виконавець паяльних робіт.

– Роботодавець.

Обов'язки роботодавця Роботодавець зобов'язаний:

– Забезпечити працівників необхідними засобами індивідуального захисту (спецодяг, рукавиці, захисні окуляри, респіратори тощо).

– Надавати доступ до цієї інструкції та інших регламентуючих документів.

– Організувати проведення інструктажів з охорони праці для працівників, що виконують паяльні роботи.

– Створювати робочі умови, які відповідають санітарним нормам та вимогам безпеки.

Обов'язки працівника Працівник, який виконує паяльні роботи, зобов'язаний:

– Дотримуватись вимог цієї інструкції та інших нормативних актів.

– Використовувати засоби індивідуального захисту відповідно до встановлених норм.

– Не допускати до роботи осіб, які не пройшли відповідний інструктаж або не мають дозволу на виконання паяльних робіт.

– У разі виявлення несправностей паяльного обладнання, електропроводки чи заземлення, негайно повідомити керівника робіт.

3.2.2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Підготовка до виконання паальних робіт

Перед початком виконання паяльних робіт необхідно виконати низку підготовчих

заходів:

1. Ознайомитися з завданнями та технічними вимогами, що стосуються виконання паяльних робіт.

2. Провести ретельний візуальний огляд робочої зони для впевненості, що вона відповідає вимогам безпеки праці.

3. Перевірити справність паяльного обладнання, електричної проводки та забезпечити надійне заземлення.

4. Підготувати всі необхідні матеріали, інструменти та допоміжні пристрої для роботи.

5. Одягнути засоби індивідуального захисту, зокрема спеціалізований одяг, захисні рукавиці, окуляри та респіратор.

6. Переконатися у належній вентиляції робочого приміщення або забезпечити провітрювання зони робочого процесу.

3.2.3. Вимоги безпеки під час роботи

Правила безпечної роботи з паяльним обладнанням:

1. Тримати паяльник лише за ручку, не торкаючись нагрівального елемента, щоб уникнути опіків або електричних ушкоджень.

2. Працювати тільки сухими руками, щоб мінімізувати ризик ураження електричним струмом.

3. Уникати контакту розігрітого паяльника з легкозаймистими матеріалами, щоб запобігти пожежам.

4. Не залишати паяльник увімкненим без нагляду, щоб уникнути перегріву або виникнення аварійних ситуацій.

5. Контролювати час роботи паяльника для запобігання його перегріву.

6. Дотримуватися стандартів особистої гігієни під час використання флюсів та припоїв.

7. Уникати контакту пальних матеріалів із шкірою та слизовими оболонками.

8. При роботі з легкозаймистими речовинами (спирт, розчинники) дотримуватись вимог пожежної безпеки.

Правила безпечної експлуатації паяльної лампи:

1. Закачувати газ у паяльну лампу тільки в добре провітрюваних приміщеннях.

2. Використовувати лише рекомендовані горючі рідини, уникаючи бензину або сумішей з газом.

3. Правильно налаштовувати паяльну лампу для запобігання її перегріву.

4. Не спрямовувати полум’я на легкозаймисті матеріали.

5. Не залишати паяльну лампу без нагляду під час її використання, щоб уникнути небезпеки.

3.2.4. Вимоги безпеки по закінченню роботи

Завершення робочого процесу з паяльним обладнанням:

1. Вимкнути паяльник від джерела електричного живлення.

2. Дочекатися, поки інструмент охолоне до безпечної температури.

3. Очищення та організація робочого простору після завершення робіт.

4. Зняти засоби індивідуального захисту: спецодяг, рукавиці, захисні окуляри та респіратор.

5. Ретельно вимити руки з милом для видалення залишків флюсів, припоїв та інших хімічних речовин.

3.2.5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Дії в разі надзвичайних ситуацій:

1. Пожежа:

– Негайно сповістіть про пожежу служби екстреної допомоги.

– Використовуйте первинні засоби пожежогасіння для швидкого гасіння вогню.

– Якщо загрожує небезпека для життя або вогонь розповсюджується, евакуюйтесь з приміщення без зволікань.

2. Ураження електричним струмом:

– Першочергово вимкніть електричне живлення, щоб припинити контакт потерпілого з струмом.

– Оцінити стан потерпілого та надати необхідну першу медичну допомогу.

– Якщо стан людини серйозний, негайно викликайте медичну бригаду.

3. Інші аварійні ситуації:

– Повідомити керівника робіт про інцидент.

– Вжити заходів для ліквідації аварійної загрози.

– Якщо ситуація становить загрозу здоров'ю або життю, терміново покиньте

приміщення.

Зверніть увагу! Дотримання встановлених правил безпеки під час виконання паяльних робіт значно знижує ризики травм та виникнення небезпечних ситуацій.

Для забезпечення безпеки праці в майстерні сервісного центру під час обслуговування та ремонту тракторів, комбайнів і іншої сільськогосподарської техніки розроблено комплекс спеціальних заходів. Ось основні напрямки:

1. Організація безпечного робочого простору – чітке розподілення майстерні на спеціалізовані зони для обслуговування електрообладнання, гідравлічних систем, двигунів та інших агрегатів.

2. Зменшення ризику травм – облаштування робочих місць захисними екранами та використання спеціальних інструментів для підйому важких деталей, що дозволяє мінімізувати механічні навантаження на працівників.

3. Контроль за дотриманням стандартів безпеки – регулярне проведення інструктажів для персоналу, забезпечення робочих місць необхідними засобами індивідуального захисту, такими як рукавиці, спецодяг, маски та захисні окуляри.

4. Пожежна безпека – оснащення майстерні сертифікованими засобами для гасіння пожеж, а також дотримання вимог безпечного зберігання легкозаймистих матеріалів.

5. Поліпшення санітарно-гігієнічних умов – організація ефективної вентиляції, регулярне прибирання робочих зон, забезпечення комфортних умов для роботи персоналу.

Виконання цих заходів дозволить значно підвищити рівень безпеки на підприємстві, знизити ймовірність аварій та травм, а також забезпечить здорові та комфортні умови праці для співробітників.

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Проведемо аналіз ефективності техніко-економічних показників роботи сервісної служби після впровадження мідницько-жестяницької дільниці.

Основні параметри дільниці:

– Площа: 108 м²

– Трудомісткість сервісних робіт: 4210 людино-годин

– Еквівалентне число умовних ремонтів: 14 одиниць

Для визначення економічної ефективності використовуємо дані з таблиці 4.1, враховуючи наступні аспекти:

1. Зниження витрат на сторонні послуги – відкриття власної дільниці зменшує потребу в замовленні ремонтів у сторонніх підприємствах, що сприяє економії коштів.

2. Підвищення продуктивності сервісної служби – скорочення часу на проведення ремонтів за допомогою внутрішніх ресурсів та спеціалізованого забезпечення.

3. Збільшення доходів підприємства – можливість обслуговування не тільки власної техніки, а й надання ремонтних послуг стороннім замовникам.

4. Зміна простої техніки – оперативне виконання ремонтів скорочує час простого обладнання, що завершує його ефективність та продуктивність.

Результати аналізу дозволяють зробити висновок, що впровадження мідницько-жестяницької дільниці є економічно доцільним, сприяючи оптимізації витрат сервісного обслуговування та підвищенню рентності підприємства.

Таблиця 4.1 – Вихідні дання проекту

Показники	Позначення показників	Значення показників
Об'єм робіт з ремонту та ТО, ум. рем.	Q	14
Штат робітників за основним місцем роботи, чол	$K_{пр}$	2
Заробітна плата виробничих робітників, грн.	$ЗП_{ср}$	15000,00
Витрати коштів на придбання обладнання, грн.	$Б_{пр}$	612000,00
Об'єм електроенергії, що витрачається за рік, кВт/год.	$Q_{ел}$	23652

Вартість однієї кВт/години, грн.	$Ц_{ел}$	6,00
Вартість одного умовного ремонту, грн.	$Ц_{ум.рем.}$	63300,00

Для визначення економічної ефективності дипломного проекту буде проведено розрахунок основних показників: вартості ремонтних робіт, експлуатаційних витрат і терміну окупності капіталовкладень [17, 18]:

1. Визначення вартості виконаних ремонтів $В_{пр}$ здійснюється за допомогою такої формули (4.1).

$$В_{пр} = 14 \cdot 63300{,}00 = 886200{,}00 \text{ грн}$$

2. До експлуатаційних витрат відносяться кошти, витрачені на організацію господарської діяльності та обслуговування виробничих процесів за такою формулою (4.2).

$$ЗП = 15000 \cdot 2 \cdot 12 = 360000{,}00 \text{ грн}$$

12 – загальна кількість виробничих місяців у році, що враховується при розрахунках.

Сума амортизаційних витрат, яка включає знецінення будівель, інженерних споруд та технічного оснащення за формулою (4.4).

$$А = \frac{612000{,}0 \cdot 21{,}93}{100} = 134211{,}6 \text{ грн}$$

Загальні витрати, пов’язані з використанням електроенергії у виробництві, за такою формулою (4.5).

$$В_{ел} = 23652 \cdot 6{,}00 = 141912{,}0 \text{ грн}$$

Вартість ремонтних матеріалів, необхідних для виконання поточних ремонтів та регламентного технічного обслуговування. Зазвичай ці витрати становлять близько 30% суми амортизаційних відрахувань. Тож розрахунок проведемо за формулою (4.6).

$$В_{рем} = \frac{134211{,}6 \cdot 30}{100} = 40263{,}5 \text{ грн}$$

До складу інших витрат включаються ті, що складно передбачити заздалегідь. Для розрахунку зазвичай береться 3% від загальної вартості експлуатаційних витрат розрахуємо за такою формулою (4.7).

$$ІВ = \frac{(360000{,}00 + 134211{,}6 + 141912{,}00 + 40263{,}5) \cdot 3}{100} = 20291{,}6 \text{ грн}$$

Здійснимо розрахунок витрат, необхідних для забезпечення функціонування підприємства можна:

$$ЕВ = 360000{,}0 + 134211{,}6 + 141912{,}00 + 40263{,}5 + 20291{,}6 = 696678{,}7 \text{ грн}$$

Розрахуємо собівартість ремонтних робіт у господарстві за формулою (4.8).

$$ПС = 696678{,}7 \cdot 1{,}02 = 710612{,}3 \text{ грн}$$

Отже, річний дохід підприємства, отриманий від проведення технічного обслуговування та ремонтних робіт, розраховуємо за формулою (4.9).

$$П = 886200{,}0 - 710612{,}3 = 175587{,}7 \text{ грн}$$

Оцінимо рівень рентабельності господарства на основі отриманого прибутку, за формулою (4.10).

3. Визначаємо час, за який будуть окуплені додаткові капітальні витрати за формулою (4.11).

Дані результатів можна знайти на п’ятому аркуші графічної частини проекту.

Проведений економічний аналіз підтверджує доцільність реалізації проекту, без рентабельність ремонтних робіт досягає близько 25% , а прогнозований термін окупності становить приблизно 3,5 роки . Це ефективність впровадження мідницько-жестяницької лікарні, що дозволяє значно знизити витрати на зовнішні ремонтні послуги, підвищити продуктивність сервісного обслуговування та забезпечити стабільний фінансовий результат.

ВИСНОВОК

Аналіз роботи сервісного центру показав, що він добре оснащений сучасним обладнанням, проте з урахуванням впровадження нової послуги з підготовки до продажу живої техніки з Європи, виникла потреба в додаткових виробничих потужностях. таким чином, майстерня потребує створення механічної дільниці для проведення робіт із шліфування колінчастих і розподільних валів, розточування блоків циліндрів та хонінгування. Однак організація такої дільниці вимагає значних інвестицій у верстати, приміщення та кваліфікованих спеціалістів, що на даний момент є складним завданням.

З огляду на це, дипломний проект зосереджено на вдосконаленні системи технічного сервісу через створення мідницько-бляхарської дільниці. Тут будуть підтримуватися роботи з ремонту та обслуговування радіаторів, теплообмінників, паливних баків та інших металевих ємностей.

В рамках дослідження детально розглядається побудова системи охолодження та розширення несправності, що впливають на її ефективність. Проаналізовано ключові фактори, які досягають працездатності радіаторів, а також розроблено перелік основних сервісних операцій, які забезпечують їхню довговічність та надійність.

Запропоновані заходи щодо підвищення якості сервісного обслуговування включно:

– Організація окремої дільниці для ремонту та регулювання радіаторів, термостатів і теплообмінників.

– Впровадження сучасних методів діагностики та очищення радіаторів.

– Використання якісних матеріалів та витратних компонентів під час обслуговування.

– Дотримання регламенту перевірки процедур та регулювання для попередження передчасних несправностей.

Завдяки впровадженню спеціалізованої дільниці з ремонту радіаторів та інших компонентів буде значно підвищено якість сервісного обслуговування, скорочені витрати на зовнішні ремонти, підвищена продуктивність роботи майстерні та забезпечено довговічність обслуговуваної техніки. У межах дослідження розроблено ефективний стенд для технічного обслуговування, діагностики, ремонту та випробування радіаторів систем охолодження, монтажу й

Виконано всі необхідні інженерні розрахунки, які підтвердили високу надійність та

ефективність роботи стенда.

Розроблено комплекс заходів із забезпечення безпечної ек

Проведений техніко-економічний аналіз підтверджує доцільність реалізації проекту: рівень рентабельності ремонтних робіт становить майже 25 %, а термін повної окупності інвестицій – приблизно 3,5 роки. Це підтверджено про високу економічну ефективність запропонованих удосконалень, що забезпечують не лише підвищення якості сервісного обслуговування, а й значне зниження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для підготовки документації на дипломне проектування для студентів денної і заочної форми навчання Інституту механізації і електрифікації сільського господарства напряму підготовки 6.100102„ Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва", освітньо-кваліфікаційних рівнів: „бакалавр", „спеціаліст", „магістр" / А.В. Рудь, І.М. Бендера, В.І. Дуганець, Ю.І. Панцир, І.О. Мошенко, О.В. Думанський; за ред. А.В. Рудя – Кам'янець-Подільський, ПДАТУ, 2014. – 127 с.

2. Дипломне проектування з ремонту машин агропромислового комплексу / І.М. Бендера, А.М. Оленюк, П.П. Федірко та ін. / За редакцією І.М. Бендери, А.М. Оленюка. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2012. – 480 с.

3. Сидашенко О.І. та інші Ремонт машин. - К.: Урожай, 1994. – 134с.

4. Барун В. М. Автомобілі КамАЗ: Технічне обслуговування і ремонт: підручник / Барун В. М. та інші. - Д.: Транспорт, 1997. – 352 с.

5. Башкірцев В.І. Відновлення деталей машин і обладнання адгезивами: дис.докт.техн. наук: 05.20.03: захищена 01.03.04: затв. 07.05.04 / Башкірцев В.І. - К., 2004. — 329 с.

6. Башкірцев В.І. Все о клеях і герметиках для автомобіліста: підручник / Башкірцев В. І., Башкірцев Ю. В. - Л.: Ексмо, 2008. - 208 с.

7. Беднарський В. В. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник / Беднарський В. В. Вид. 3-е, перероб. і доповн. - К: Урожай, 2007. - 456 с.

8. Боровських Ю. І. Обладнання, технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник для середніх проф. - тех / Боровських Ю.І. та інші. - К.: Вища школа, 2005. - 439 с.

9. Бурков В.В. Алюмінієві радіатори автотракторних двигунів: підручник / Бурков В. В. - Х.: Машинобудування, 1994. - 200 с.

10. Власов В. М. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник для студентів закладів середньої професійної освіти / Власов В. М. та інші. Під ред. Власова В. М. 3-е вид. - К.: Знання. 2006. - 480 с.

11. Гаджиєв О. А. Технолічне забезпечення довговічності підшипникових вузлів машин застосуванням полімерних матеріалів: дис..докт. техн. наук: 05. 20. 03: / Гаджиєв О. А. - К., 2006. - 359 с.

12. Грібут І.Е. Автосервіс: станції технічного обслуговування автомобілів: підручник / Грібут І.Е. та інші. Під ред. В. Шуплякова, Ю. П. Свіріденко. - Д.: ИНФРА-М, 2008. - 480 с.

13. Курчаткин В.В. Надійність і ремонт машин: підручник / Курчаткин В. В. та інші. Під ред. В.В. Курчаткина - К.: Урожай, 2000. - 776 с.

14. Левітський І. Технологія ремонту машин: підручник і навч. посібник для вищих навч. закладів / Левітський І. та інші. - К.: Урожай, 1996. - 431 с.

15. Дьяченко С.К. Розрахунок і проектування деталей машин / С.К. Дьяченко, С. З. Столбовий - К.: Техніка, 2000. – 364 с.

16. Пузанков А.Г. Автомобілі: конструкція, теорія і розрахунок: підручник для студентів закладів середньої професійної освіти / Пузанков А. Г. - К.: Видавництво "Академія", 2007. - 544 с.

17. Пучін Є.О. Надійність технічних систем: підручник / Пучін Є.А., Дидманідзе О. М., Лезин П.П., Лісунов Є.О., Кравченко І.М. - Х.: "Тріада", 2005. - 353 с.

18. Пучін Є.О. Підвищення ефективності використання машин в АПК: підручник / Пучін Є.О., Кушнарьов Л.І. // Технічний сервіс в АПК: Збірник наукових праць. - К.: НАУ, 2002. - 3-11с.

19. Пучін Є.О. Ремонт радіаторів системи охолодження двигунів внутрішнього згоряння: підручник / Пучін Є. О., Гаджиєв А. О., Кононенко А. - К.: НАУ, 2006. - 12 с.

20. Семешин А.Л. Відновлення радіаторів системи охолодження автотракторних двигунів газополуменевої пайкою з використанням водне-кисневого середовища.

21. Сінельніков А.Ф. Автохімія. Короткий довідник/Сінельніков А.Ф., Сінельніков Р.А. - Д.: ДХТУ, 2003. - 152 с.

22. Лехман С. Д. Довідник з охорони праці в сільському господарстві / Лехман С. Д. – К.: Урожай, 1990. - 286 с.

23. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища / Джигирей В.С. – Київ. Знання. – 2000. – 205 с.

24. Конкін Ю.О. Практикум по економіці ремонту сільськогосподарської техніки: підручник [для студ. вищих навч. закл.] / Конкін Ю. О. – К.: Вища школа, 1998. - 256 с.