

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: « Організація ділянки по ТО і ремонту тракторів John Deere своєї серії в умовах ФГ «Нерозя» Сумської області »

Виконав:

_____ (підпис)

Кулик Д. А.

_____ (Прізвище, ініціали)

Група:

AI2201-1ст

Керівник:

_____ (підпис)

Коноплянченко Є.В.

_____ (Прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кулик Дмитро Андрійович «Організація дільниці по ТО і ремонту тракторів John Deere сьомої серії в умовах ФГ «Нерозя» Сумської області»

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня бакалавра з агроінженерії за освітньою програмою «Агроінженерія» зі спеціальності 208 Агроінженерія. Сумський національний аграрний університет, Суми, 2025.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці проекту організації дільниці з технічного обслуговування та ремонту тракторів John Deere 7-ї серії на базі фермерського господарства «Нерозя» Сумської області. Актуальність теми обумовлена потребою у зниженні витрат на сервісне обслуговування, скороченні простоїв техніки та забезпеченні надійної експлуатації високотехнологічних тракторів у польових умовах.

У роботі проведено комплексний аналіз діяльності ФГ «Нерозя», зокрема: агрокліматичні умови, структура посівних площ, урожайність та машинно-тракторний парк. Об'єктом дослідження є трактори John Deere 7-ї серії, які активно використовуються на підприємстві. Надано їх характеристику, описано типові несправності та особливості сервісного обслуговування.

Проектна частина містить розрахунок річного обсягу робіт, трудомісткості, обґрунтування чисельності працівників, планування майстерні, добір обладнання та зонування дільниці. Значну увагу приділено регламентним роботам, що включають діагностику, заміну витратних матеріалів, перевірку електросистем, гідравліки, шин тощо.

У технологічній частині розроблено процес відновлення розподільчого валу та виконано ремонтне креслення. Конструкторський розділ доповнено розрахунками та розробкою пристосування. Розділ охорони праці враховує ризики, умови безпеки та санітарні норми в умовах дільниці. Економічна частина доводить доцільність створення власної ремонтної інфраструктури.

Отримані результати можуть бути використані при впровадженні

аналогічних рішень в інших фермерських господарствах для підвищення автономності та надійності експлуатації техніки.

Ключові слова: технічне обслуговування, ремонт, John Deere, трактор, дільниця, фермерське господарство, трудомісткість, розподільчий вал, планування майстерні, регламентні роботи.

ABSTRACT

Kulyk Dmytro Andriyovych "Organization of a maintenance and repair site for John Deere tractors of the seventh series in the conditions of the "Nerozya" farm in the Sumy region"

Qualification work for a bachelor's degree in agricultural engineering under the educational program "Agroengineering" in the specialty 208 Agroengineering. Sumy National Agrarian University, Sumy, 2025.

The qualification work is devoted to the development of a project for the organization of a maintenance and repair site for John Deere tractors of the 7th series on the basis of the "Nerozya" farm in the Sumy region. The relevance of the topic is due to the need to reduce service costs, reduce equipment downtime and ensure reliable operation of high-tech tractors in field conditions.

The work provides a comprehensive analysis of the activities of the "Nerozya" farm, in particular: agroclimatic conditions, the structure of sown areas, yield and machine and tractor fleet. The object of the study is John Deere 7th series tractors, which are actively used at the enterprise. Their characteristics are given, typical malfunctions and features of service are described.

The design part contains the calculation of the annual volume of work, labor intensity, justification of the number of employees, workshop planning, equipment selection and zoning of the site. Considerable attention is paid to routine work, which includes diagnostics, replacement of consumables, checking electrical systems, hydraulics, tires, etc.

In the technological part, the process of restoring the camshaft was developed

and a repair drawing was made. The design section is supplemented with calculations and development of the device. The occupational health and safety section takes into account risks, safety conditions and sanitary standards in the conditions of the site. The economic part proves the feasibility of creating its own repair infrastructure.

The results obtained can be used when implementing similar solutions in other farms to increase the autonomy and reliability of equipment operation.

Keywords: maintenance, repair, John Deere, tractor, site, farm, labor intensity, camshaft, workshop planning, routine maintenance.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ФГ «НЕРОЗЯ».....	8
1.1 Характеристика виробничої бази.....	8
1.2 Результати виробничої діяльності господарства.....	11
1.3 Характеристика тракторів John Deere 7ої серії	13
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ МАЙСТЕРНІ.....	17
2.1. Призначення і склад РОБ.....	17
2.2 Регламентні роботи по технічному обслуговуванню та ремонту тракторів John Deere 7 серії.....	21
2.3 Визначення потреби в ТО і ремонті та річної програми майстерні ...	23
2.4 Визначення площі виробничих і інших приміщень.....	29
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	32
3.1 Розробка технологічного процесу відновлення розподільчого валу тракторів John Deere 7 серії.....	32
3.2 Розробка ремонтного креслення розподільчого валу дизельного двигуна трактора John Deere 7 серії	35
РОЗДІЛ 4. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	38
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	42
РОЗДІЛ 6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ ПО ТО І РЕМОНТУ ТРАКТОРІВ JOHN DEERE 7-Ї СЕРІЇ.....	48
ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	53
ДОДАТКИ.....	57

ВСТУП

Сільськогосподарська техніка відіграє життєво важливу роль у сучасній сільськогосподарській галузі, значно підвищуючи продуктивність і ефективність. Оскільки сільськогосподарська діяльність стає все більш залежною від складної техніки, забезпечення її надійної роботи має важливе значення для підтримки оптимальної врожайності та економічної стійкості.

Регулярне технічне обслуговування сільськогосподарської техніки має основне значення для запобігання несподіваним поломкам і збоям у роботі. Регулярні перевірки, своєчасне змащування та заміна компонентів допомагають виявити проблеми до того, як вони переростуть у дорогий ремонт або вихід з ладу обладнання. Наприклад, регулярна заміна гідравлічних фільтрів може запобігти несправностям системи, які призупиняють посів або збирання врожаю. Крім того, послідовне технічне обслуговування подовжує термін служби обладнання, зменшуючи довгострокові капітальні витрати за рахунок відстрочення необхідності дорогої заміни. Ефективно обслуговуване обладнання також працює більш плавно, споживаючи менше палива та зменшуючи знос, що підвищує продуктивність. Добре доглянутий трактор або зернозбиральний комбайн гарантує, що процеси посіву, внесення добрив і збору врожаю відбуваються без непотрібних затримок або перерв, що безпосередньо впливає на врожайність і прибутковість ферми.

Однак утримання надійної сільськогосподарської техніки стикається з кількома серйозними проблемами. Однією з основних перешкод є обмежений доступ до технічної експертизи та кваліфікованих спеціалістів, особливо у віддалених сільських районах, де фермерам може не вистачати місцевих ремонтних служб або навчених техніків. Цей зазор може призвести до тривалих простоїв, особливо коли потрібен складний ремонт. Високі витрати, пов'язані з сучасним, технологічно передовим обладнанням і супутніми технічними послугами, ще більше ускладнюють технічне обслуговування.

Дрібним фермерам або тим, хто має обмежені фінансові ресурси, може бути важко дозволити собі регулярне обслуговування або нові запчастини, ризикуючи вийти з ладу обладнання. Крім того, ланцюжок постачання запасних частин може бути непослідовним, особливо для старої або спеціалізованої техніки, що призводить до затримок, які перешкоджають своєчасному ремонту. Ці проблеми разом загрожують надійності сільськогосподарської техніки, підкреслюючи потребу в стратегіях, які покращують доступ до технічної підтримки, доступних запчастин і екологічних методів обслуговування.

Рабезпечення надійної роботи сільськогосподарської техніки має вирішальне значення для максимізації продуктивності, зниження витрат і підтримки зростання сільськогосподарського сектора. Регулярне технічне обслуговування відіграє ключову роль у запобіганні збоєм і подовженні терміну служби обладнання, а технологічні інновації пропонують потужні інструменти для моніторингу в реальному часі та прогнозованого обслуговування. Тим не менш, подолання таких проблем, як обмежений технічний досвід, високі витрати та обмеження в ланцюзі поставок, залишається важливим для підтримки надійної техніки в сільському господарстві. Вирішення цих проблем за допомогою цільових інвестицій, навчання та вдосконалення мереж постачання підвищить надійність техніки, що зрештою допоможе фермерам досягти вищої ефективності та стійкості в їхній діяльності.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ФГ «НЕРОЗЯ»

1.1 Характеристика виробничої бази.

Фермерське господарство «Нерозя» зареєстроване в Охтирському районі Сумської області, в селі Ясенове, за адресою: вулиця Грунська, будинок 42. Засноване 6 травня 2014 року. Уповноважена особа – Нерозя Костянтин Іванович. У господарстві працює 9 осіб.

Основним видом діяльності є вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур. Додатково господарство займається вирощуванням овочів, баштанних культур, коренеплодів, бульбоплодів, а також надає послуги у сфері ландшафтного дизайну, технічного обслуговування транспорту, ремонту машин та устаткування. Також здійснюється розведення свиней, оптова торгівля зерном, насінням та кормами для тварин, оренда сільськогосподарської техніки та нерухомості.

Земельний банк господарства перевищує 1018 гектарів. Основна продукція включає: пшеницю озиму, кукурудзу, горох, сою, соняшник та ярий ячмінь.

Розташування підприємства показано на рисунку 1.1.

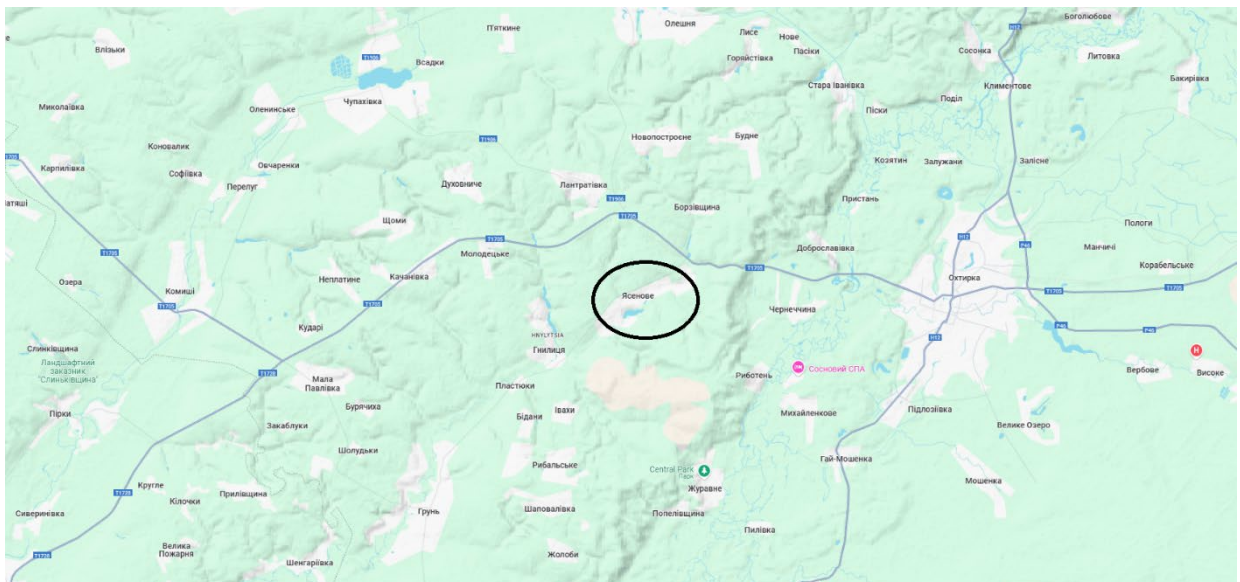


Рисунок 1.1 – Розташування підприємства ФГ «НЕРОЗЯ»

Село Ясенове, розташоване в Охтирському районі Сумської області,

має своєрідне агрокліматичне середовище, яке суттєво впливає на ведення сільського господарства. Розуміння конкретних кліматичних моделей, характеристик ґрунту та пов'язаних із цим проблем є життєво важливим для розробки стратегій сталого землеробства.

Клімат Ясенового демонструє чіткі сезонні коливання, які визначають його сільськогосподарський календар. У регіоні помірне літо з температурою, як правило, від 20°C до 25°C, що створює сприятливе середовище для росту таких основних культур, як пшениця та ячмінь. Зими холодні, температура часто опускається нижче нуля, іноді досягаючи -10°C або нижче, що впливає на типи культур, які можна вирощувати, і на терміни посіву та збору врожаю. Опади розподіляються нерівномірно протягом року, більшість припадає на пізню весну та влітку, в середньому близько 500-600 мм на рік. Цей сезонний режим опадів сприяє вирощуванню богарних культур, але також створює ризики під час посушливих періодів. Особливості мікроклімату, такі як близькість до річок і перепади висоти в Ясеновому, створюють локальні кліматичні умови, які можуть або пом'якшити, або посилити ці ширші закономірності. Наприклад, райони поблизу водойм зазвичай мають більш високу вологість і м'якші зимові температури, що може принести користь певним культурам, але також збільшити вразливість до грибкових захворювань.

Ґрунтовий профіль Ясенового складається переважно з чорноземів і суглинків, які відомі своєю високою родючістю та сприятливими фізичними властивостями. Чорнозем, що характеризується темним кольором і багатим вмістом органічних речовин, особливо сприяє інтенсивному рослинництву, забезпечує високі врожаї зернових і зернобобових культур. Рівень поживних речовин у ґрунті загалом достатній, але періодичне поповнення шляхом додавання органічної речовини залишається важливим для підтримки продуктивності. Ґрунти в регіоні демонструють хорошу здатність утримувати вологу, що дозволяє культурам витримувати короткі посушливі періоди, хоча

тривалі посухи все ще можуть погіршити ріст. Здатність цих ґрунтів утримувати вологу та поживні речовини безпосередньо впливає на структуру посівів і практику внесення добрив, що робить їх важливим компонентом агрокліматичного середовища Ясенового. Належне управління здоров'ям ґрунту має ключове значення для підтримки високої продуктивності сільського господарства в умовах мінливості клімату.

Сільськогосподарська діяльність у Ясеновому тісно пов'язана з кліматичними умовами, які диктують вибір сортів культур і графік посіву. Клімат регіону сприяє вирощуванню озимої пшениці, ранньої картоплі та морозостійких овочів, які висівають ранньою весною для максимального збільшення вегетаційного періоду. Відносно короткий, але чітко визначений вегетаційний період вимагає своєчасного посіву та збору врожаю для оптимізації врожайності. Мінливість клімату, зокрема нерегулярні опади та коливання температури, можуть негативно вплинути на розвиток культур, призводячи до зниження врожайності або загибелі врожаю. Наприклад, несезонні морози або посуха на критичних стадіях росту можуть спричинити значні втрати. Отже, фермери часто покладаються на прогнози погоди та історичні дані для планування своєї діяльності, прагнучи адаптуватися до властивих кліматичних невизначеностей.

Незважаючи на сільськогосподарський потенціал, Ясенове стикається з численними проблемами, пов'язаними з агрокліматичними умовами. Ризик посухи є постійною проблемою, особливо в посушливі роки, коли опадів недостатньо для потреб урожаю, що вимагає додаткових стратегій зрошення. Заморозки та раптові перепади температури навесні та восени загрожують як молодим саджанцям, так і зрілим культурам, потенційно спричиняючи руйнівні втрати. Ерозія ґрунту, що посилюється нерегулярними опадами та вітром, призводить до деградації родючого верхнього шару ґрунту, що з часом знижує продуктивність землі. Крім того, спричинена кліматом деградація ґрунту, така як засолення або ущільнення, ще більше перешкоджає

сталому землеробству. Ці виклики вимагають проактивних заходів для пом'якшення несприятливого впливу мінливості клімату на сільське господарство Ясенового.

Для боротьби з несприятливими наслідками агрокліматичних проблем місцеві фермери в Ясеновому застосували різні стратегії адаптації. Вони часто вибирають стійкі сорти культур, у тому числі посухостійкі та морозостійкі сорти, щоб забезпечити стабільні врожаї, незважаючи на кліматичні коливання. Методи збереження води, такі як будівництво невеликих резервуарів і систем крапельного зрошення, допомагають оптимізувати використання води в посушливі періоди. Більше того, фермери впроваджують агролісомеліораційні практики, висаджуючи дерева, які забезпечують вітрозахисний захист і зменшують ерозію ґрунту, тим самим підвищуючи стабільність мікроклімату. Щоб запобігти ерозії та підтримувати родючість ґрунту, використовуються методи збереження ґрунту, включаючи контурну оранку та покривні культури. Ці адаптаційні заходи демонструють стійкість та винахідливість фермерської спільноти Ясенового у забезпеченні сталої сільськогосподарської продуктивності в умовах кліматичної невизначеності.

1.2 Результати виробничої діяльності господарства.

Загальна площа сільськогосподарських земель фермерського господарства «НЕРОЗЯ» становить 1018 га. Дані про використання земель для вирощування різних культур у період з 2022 по 2024 роки представлені у відповідних таблицях та графічних матеріалах (таблиця 1.1, рисунок 1.2).

Щодо врожайності, зібраної в господарстві за цей період, інформація детально відображена в таблицях 1.2, 1.3, а також на рисунках 1.3 і 1.4. Ці дані дозволяють оцінити динаміку виробничих показників та ефективність використання земельних ресурсів господарства в зазначений період.

Таблиця 1.1 – Структура посівних площ ФГ «НЕРОЗЯ» за період 2022-

2024 роки

Культура	Площа посіву культур по роках, га		
	2022	2023	2024
Пшениця озима	190	180	185
Кукурудза на зерно	270	275	290
Горох	95	90	80
Соняшник	153	163	173
Соя	140	130	135
Ярий ячмінь	170	180	155
ВСЬОГО:	1018	1018	1018

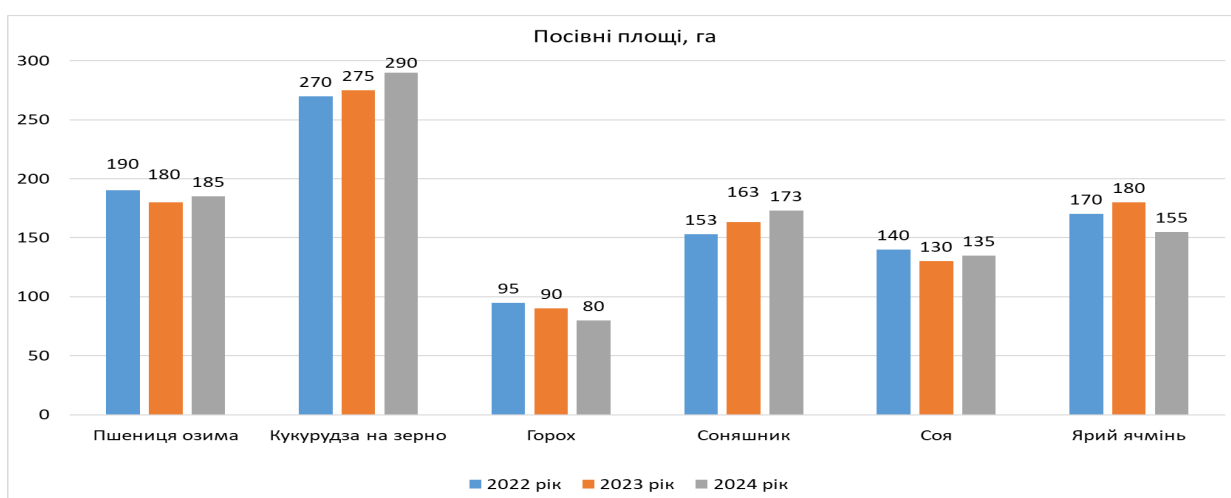


Рисунок 1.1 – Структура посівних площ ФГ «НЕРОЗЯ» за період 2022-2024 роки

Таблиця 1.2 – Валовий збір врожаю ФГ «НЕРОЗЯ» за період 2022-2024 роки

Культура	Валовий збір врожаю по роках, ц		
	2022	2023	2024
Пшениця озима	9253,0	8910,0	9435,0
Кукурудза на зерно	16956,0	17627,5	18763,0
Горох	3638,5	3528,0	3184,0
Соняшник	6395,4	7220,9	7456,3
Соя	2968,0	2899,0	3091,5
Ярий ячмінь	2975,0	3348,0	2960,5

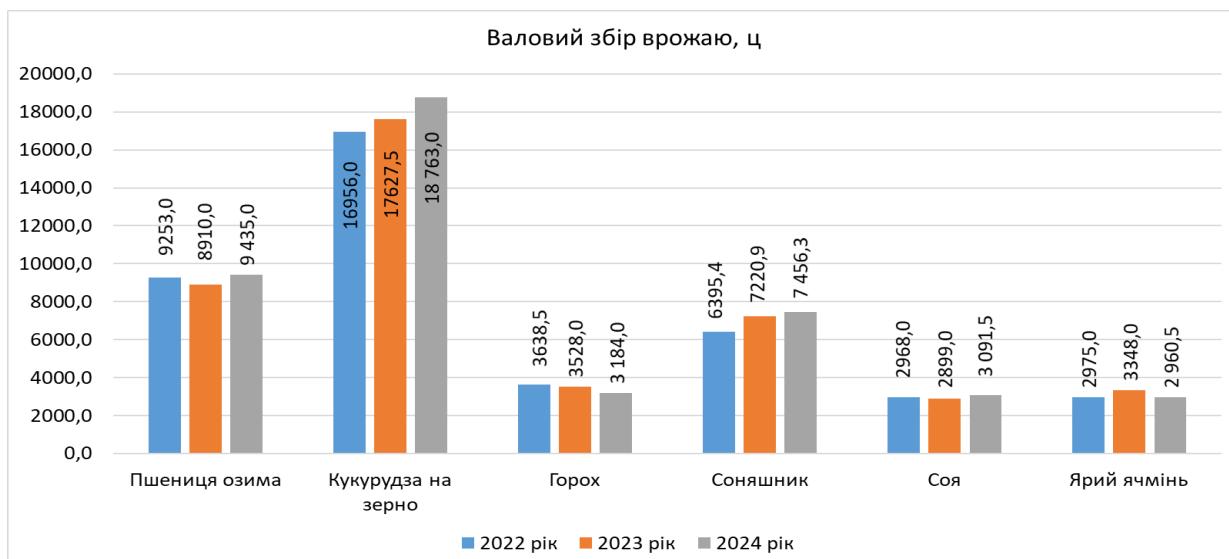


Рисунок 1.2 – Валовий збір врожаю ФГ «НЕРОЗЯ» за період 2022-2024 роки

Таблиця 1.3 – Врожайність в ФГ «НЕРОЗЯ» за період 2022-2024 роки

Культура	Врожайність по роках, ц/га		
	2022	2023	2024
Пшениця озима	48,7	49,5	51
Кукурудза на зерно	62,8	64,1	64,7
Горох	38,3	39,2	39,8
Соняшник	41,8	44,3	43,1
Соя	21,2	22,3	22,9
Ярий ячмінь	17,5	18,6	19,1

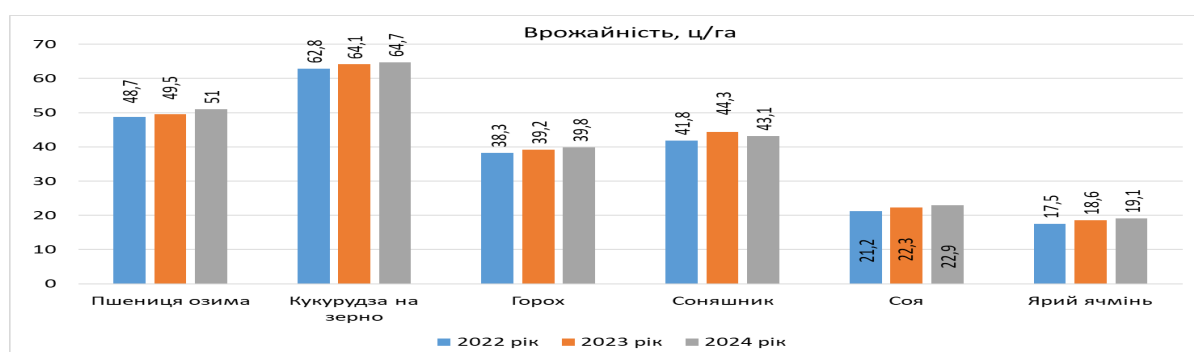


Рисунок 1.3 – Врожайність в ФГ «НЕРОЗЯ» за період 2022-2024 роки

1.3 Характеристика тракторів John Deere 7ої серії

Трактори John Deere 7 серії відомі своїми інноваційними

конструктивними особливостями, які підвищують ефективність і продуктивність сільського господарства. Розуміння особливостей конструкції та їхніх переваг тракторів John Deere 7 серії дає цінну інформацію про те, як сучасне сільськогосподарське обладнання розвивається, щоб відповідати вимогам сучасної практики ведення сільського господарства.



Рисунок 1.4 – Представник тракторів John Deere 7-ої серії

Конструктивні особливості тракторів John Deere 7 серії підкреслюють поєднання потужної продуктивності та технологічної витонченості. Основним елементом їхньої надзвичайної тягової потужності та ефективності є використання двигуна John Deere PowerTech™ 9.0L, який забезпечує високий крутний момент, що підходить для складних сільськогосподарських завдань. Цей двигун у поєднанні з різними опціями трансмісії забезпечує універсальність у роботі, пристосовуючись до різних польових умов і вподобань оператора [1]. Крім того, моделі серії 8R можуть бути оснащені ексклюзивним сидінням John Deere ActiveSeat™, яке ізолює оператора від до 90 відсотків вертикальних рухів, тим самим зменшуючи втому та покращуючи комфорт оператора під час довгих годин роботи в полі [2]. Ці трактори також сконструйовані з використанням точних технологій і міцної

конструкції, що підкреслює довговічність і надійність завдяки використанню кількох конфігурацій коліс і передовій техніці для стабільної продуктивності в різноманітних сільськогосподарських середовищах [3].

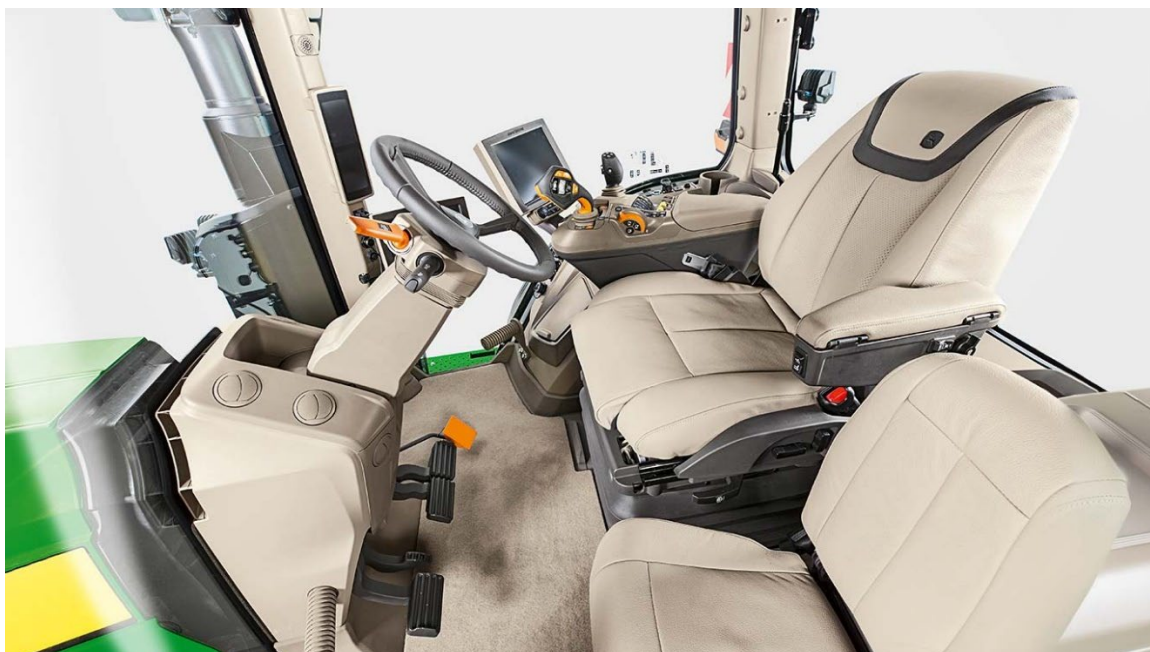


Рисунок 1.5 – Кабіна тракторів John Deere 7-ої серії

Переваги, отримані від конструктивних особливостей тракторів John Deere 8 серії, значно впливають на ефективність роботи та здоров'я ґрунту. Примітно, що двоколійна конструкція зменшує тиск на ґрунт до 37 відсотків порівняно з традиційними моделями коліс, що має вирішальне значення для мінімізації ущільнення ґрунту, що є головною проблемою для сталого землеробства [4]. Це зменшення пошкодження ґрунту покращує ріст культур і зберігає структуру ґрунту. Крім того, дизайн покращує комфорт водіння та контроль; незалежно від того, працюєте ви в полі чи подорожуєте по дорогах, зменшене зусилля на кермі зменшує втому оператора, сприяючи довшим і більш продуктивним періодам роботи [5]. Моделі 8RT, які характеризуються конфігурацією з фіксованою рамою та чотирма гусеничними ходами, пропонують унікальну перевагу тягової потужності на прямій лінії в поєднанні з відмінним зчепленням і стабільністю, що робить їх єдиними тракторами такого типу в сегменті просапних культур [1]. Ці функції разом

сприяють підвищенню продуктивності, кращій врожайності та більш ефективному управлінню фермою.

Вплив цих конструктивних особливостей виходить за межі їхніх фізичних атрибутів, впливаючи на загальну продуктивність сільського господарства через технологічну інтеграцію та адаптивні можливості. Наприклад, інтеграція штучного інтелекту (AI) і технологій точного землеробства дозволяє фермерам отримувати статистику врожаю в реальному часі, що дозволяє здійснювати цілеспрямовані втручання, такі як зрошення, внесення добрив або застосування пестицидів [6]. Такі досягнення оптимізують роботу ферми, зменшують втрату ресурсів і покращують здоров'я врожаю. Крім того, адаптивність конструкції тракторів John Deere враховує різні потреби сільського господарства, визнаючи, що різні фермери мають різні початкові точки та робочі умови [7]. Ця гнучкість підтримує стійкі та ефективні методи ведення сільського господарства, дозволяючи фермерам запроваджувати нові технології та підвищувати продуктивність без значної реконфігурації існуючих систем.

Конструктивні особливості тракторів John Deere 7-ї серії є прикладом гармонійного поєднання потужності, комфорту та технологічних інновацій, спрямованих на підвищення ефективності сільського господарства. Ці трактори створені для задоволення мінливих вимог сучасного сільського господарства, починаючи від передової продуктивності двигуна та покращення комфорту оператора до двоколієних систем, що зберігають ґрунт, і технологічної інтеграції в реальному часі. Їх переваги не тільки підвищують продуктивність, але й сприяють сталим методам ведення сільського господарства, гарантуючи, що фермери можуть досягти вищих урожаїв, зберігаючи здоров'я ґрунту та зменшуючи втому від роботи.

РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ МАЙСТЕРНІ

2.1. Призначення і склад РОБ

Підтримка оптимальної продуктивності тракторів John Deere 7-ї серії вимагає повного розуміння їх основних завдань технічного обслуговування. Ці сучасні сільськогосподарські машини розроблені для довговічності та ефективності, але, як і будь-яка складна техніка, вони потребують регулярного обслуговування, щоб запобігти поломкам і подовжити термін їх експлуатації. Процедури планового технічного обслуговування охоплюють різні важливі сфери, включаючи догляд за двигуном, технічне обслуговування гідравлічної системи, керування шинами, перевірку електричної системи та процедури змащення. Дотримуючись цих протоколів технічного обслуговування, оператори можуть забезпечити безперебійну роботу своїх тракторів, звести до мінімуму дорогий ремонт і максимально підвищити продуктивність у полі. У цьому есе міститься поглиблений огляд ключових завдань з технічного обслуговування, необхідних для належного функціонування тракторів John Deere 7 серії, наголошуючи на важливості догляду за кожним компонентом.

Регулярне технічне обслуговування двигуна має основне значення для збереження ефективності та довговічності тракторів John Deere 7 серії. Регулярні оновлення рекомендовано кожні 10 000–15 000 кілометрів, щоб запобігти погіршенню роботи двигуна та забезпечити оптимальну продуктивність. Навіть якщо трактор залишається нерухомим і не використовується протягом тривалого часу, надзвичайно важливо не нехтувати певними етапами технічного обслуговування, такими як доливання охолоджувальної рідини та заміна повітряного фільтра. Правильне керування охолоджуючою рідиною передбачає вивчення правильних процедур доливання, розуміння того, коли виконувати це завдання, і визначення того, чи можна змішувати різні типи охолоджувальної рідини, не завдаючи шкоди. Крім того, перевірка та заміна повітряного фільтра є простим, але життєво

важливим процесом: починаючи з визначення місця розташування корпусу повітряного фільтра, видалення старого фільтра, перевірки його стану на наявність бруду та пошкоджень, встановлення нового фільтра та надійного закриття корпусу. Ці рутинні завдання допомагають підтримувати ефективність двигуна та запобігають перегріву або забрудненню, що може призвести до дорогого ремонту [1, 2, 3].

Догляд за гідравлічною системою є важливим для ефективної роботи тракторів John Deere 7 серії, оскільки гідравлічні системи контролюють багато життєво важливих функцій трактора. Регулярна перевірка рівня гідравлічної рідини має вирішальне значення; занадто мало рідини може спричинити пошкодження насоса та призвести до збою системи, тоді як надмірний рівень може спричинити інші проблеми з роботою. Оператори повинні регулярно контролювати рівень рідини та за потреби додавати гідравлічну рідину для підтримки належного тиску та функціонування [4]. Крім того, перевірка на наявність будь-яких ознак витоків або просочування рідини навколо фітингів і з'єднань може запобігти погіршенню системи. Витоки не тільки знижують ефективність гідравліки, але й створюють загрозу безпеці. Крім того, підтримання чистоти гідравлічних фільтрів шляхом їх періодичної перевірки та заміни запобігає циркуляції забруднень у системі, що може призвести до зношування гідравлічних компонентів. Правильне технічне обслуговування гідравлічної системи забезпечує безперебійну роботу та продовжує термін служби гідравлічних компонентів трактора [5, 6].

Технічне обслуговування шин і коліс має вирішальне значення для забезпечення безпечної та ефективної роботи тракторів John Deere 7 серії. Візуальний і тактильний огляд шин на предмет пошкоджень, таких як порізи, опуклості або проколи, допомагає визначити потенційні несправності ще до їх виникнення. Не менш важливо регулярно перевіряти тиск у шинах; підтримання правильного тиску запобігає нерівномірному зносу шин, зменшує ризик прориву та підвищує економію палива. Налаштування тиску

в шинах відповідно до специфікацій виробника повинно бути рутинним завданням, особливо перед довгими робочими днями [7, 8]. Для тракторів із подвійними задніми колесами необхідне повторне затягування гайок кріплення коліс до вказаного крутного моменту через інтервали, такі як 100 миль і знову через 500 миль, щоб забезпечити цілісність коліс і безпеку під час експлуатації [9]. Застосування цих методів технічного обслуговування шин допомагає підтримувати тягу, безпеку та експлуатаційну ефективність у сільськогосподарських завданнях.

Перевірка електричної системи є життєво важливою для надійної роботи тракторів John Deere серії 7, оскільки проблеми з електрикою можуть призвести до несподіваних поломок і загрози безпеці. Регулярне чищення корозійних клем акумулятора є простим, але ефективним способом покращити електричне підключення. Цей процес передбачає від'єднання клем, очищення їх за допомогою відповідних інструментів або розчинів і повторне їх надійне під'єднання для забезпечення стабільної подачі живлення [10]. Діагностика та ремонт електричних компонентів, таких як джгути проводів двигуна, також є критично важливими. Належна перевірка може виявити ознаки зносу, корозії або пошкодження, дозволяючи вчасно виконати ремонт або заміну, щоб запобігти більш серйозним електричним збоям [11]. Проведення регулярних перевірок електричної системи підвищує безпеку, скорочує час простою та економить гроші, виявляючи незначні проблеми завчасно, перш ніж вони переростуть у капітальний ремонт [12].

Процедури змащення та змащування відіграють вирішальну роль у зменшенні тертя та зносу рухомих частин тракторів John Deere 7 серії. Застосування правильного типу та кількості мастила до шарнірів, шарнірних точок, підшипників та інших рухомих компонентів забезпечує безперебійну роботу та продовжує термін їх служби [13]. Використання маленьких щіточок або інших інструментів для досягнення складних ділянок гарантує повне покриття, мінімізуючи ризик заїдання або передчасного зносу деталей.

Процес змащування включає введення мастила або олії у визначені точки, що допомагає запобігти іржі, корозії та механічним пошкодженням. Правильні процедури змащування, що виконуються через регулярні проміжки часу, мають важливе значення для підтримки загального механічного стану трактора, сприяння ефективній роботі та уникнення дорогого ремонту через несправність компонентів [14, 15].

Планові перевірки та профілактичне технічне обслуговування є життєво важливими компонентами забезпечення сталої продуктивності та довговічності тракторів John Deere 7 серії. Профілактичне технічне обслуговування втілює в собі проактивний підхід, який наголошує на регулярних перевірках, рутинних завданнях, і попереджувальний ремонт, призначений для виявлення та вирішення потенційних проблем до того, як вони переростуть у серйозні збої [16]. Дотримуючись детального графіка технічного обслуговування, оператори можуть систематично оцінювати критичні системи та компоненти, забезпечуючи оптимальне функціонування кожної частини та мінімізуючи ризики несподіваних поломок. Створення ефективного плану профілактичного технічного обслуговування передбачає розбиття процесу на прості, дієві кроки: спочатку визначення конкретних завдань технічного обслуговування, які необхідно виконувати через регулярні проміжки часу, а потім планування цих завдань відповідно до рекомендацій виробника та експлуатаційних вимог [17]. Цей структурований підхід не тільки підвищує надійність, але й дозволяє краще планувати ресурси та скорочує простой під час пікових сезонів сільськогосподарської роботи. Крім того, ведення комплексного журналу технічного обслуговування обладнання є незамінним інструментом, який служить сховищем важливої інформації, документуючи всі дії з технічного обслуговування, записи перевірок та історію ремонту протягом усього терміну служби трактора [18]. Такі журнали полегшують відстеження моделей зносу або повторюваних проблем, інформування про майбутні рішення щодо технічного

обслуговування та забезпечення звітності. Загалом, добре виконана планова перевірка та профілактичне технічне обслуговування суттєво сприяють довговічності, безпеці та ефективності тракторів John Deere 7 серії, зрештою підтримуючи постійну продуктивність у сільськогосподарських роботах.

Підсумовуючи, необхідно сказати, що технічне обслуговування тракторів John Deere серії 7 за допомогою повного набору запланованих завдань є важливим для оптимальної продуктивності, безпеки та довговічності. Регулярне технічне обслуговування двигуна, догляд за гідравлічною системою, технічне обслуговування шин і коліс, перевірка електричної системи та процедури змащення складають основу ефективного управління трактором. Кожна з цих областей вимагає ретельної уваги до деталей і дотримання рекомендацій виробника, щоб запобігти поломкам і дорогому ремонту. Крім того, впровадження запланованих перевірок і профілактичного обслуговування — підкріплене детальними журналами технічного обслуговування — дозволяє завчасно вирішувати проблеми та підвищує загальну надійність роботи. Дотримуючись цих протоколів технічного обслуговування, оператори можуть максимізувати ефективність трактора, скоротити час простою та подовжити термін служби своєї техніки, забезпечуючи постійну продуктивність у складних сільськогосподарських умовах. Зрештою, послідовне та ретельне технічне обслуговування є запорукою довговічності та успіху сільськогосподарських операцій із використанням тракторів John Deere 7 серії.

2.2 Регламентні роботи по технічному обслуговуванню та ремонту тракторів John Deere 7 серії

Регламентні роботи з технічного обслуговування та ремонту тракторів John Deere 7 серії включають такі основні етапи:

1. Перевірка та обслуговування двигуна:
 - Огляд стану двигуна на наявність витоків масла чи охолоджувальної

рідини.

- Заміна моторного масла та масляного фільтра відповідно до рекомендацій виробника.
- Перевірка та очищення повітряного фільтра.
- Оцінка стану паливної системи, включаючи заміну паливних фільтрів.

2. Система охолодження:

- Перевірка рівня охолоджувальної рідини та її заміна за потреби.
- Огляд радіатора на предмет засмічення або пошкоджень.
- Тестування термостата та насоса охолодження.

3. Трансмісія:

- Заміна масла в коробці передач згідно з інструкцією.
- Перевірка стану муфт, підшипників і системи приводу.
- Діагностика гідравлічної системи трансмісії.

4. Гідравлічна система:

- Перевірка рівня гідравлічного масла та його заміна, якщо це передбачено регламентом.
- Огляд гідравлічних шлангів і з'єднань на наявність витоків.
- Тестування роботи гідравлічних насосів і клапанів.

5. Ходова частина:

- Огляд стану шин, перевірка тиску та зношення протектора.
- Перевірка підвіски та амортизаторів.
- Змащення шарнірів і рухомих частин.

6. Електрична система:

- Перевірка стану акумулятора, його зарядки та кріплення.
- Тестування роботи генератора, стартеру та освітлення.
- Діагностика електронних систем управління.

7. Кабіна оператора:

- Очищення і перевірка фільтрів системи кондиціонування повітря.
- Тестування панелі управління, датчиків і дисплеїв.

- Перевірка роботи системи безпеки.

8. Загальні огляди:

- Оцінка стану кузова та фарбового покриття.
- Перевірка кріплень і болтових з'єднань.
- Тестування роботи додаткового обладнання (наприклад, навісного).

Усі роботи повинні виконуватися згідно з інструкціями виробника, використовуючи оригінальні запчастини й рекомендовані матеріали. Регулярне технічне обслуговування забезпечує надійну роботу трактора та подовжує термін його експлуатації.

2.3 Визначення потреби в ТО і ремонті та річної програми майстерні

Ефективне планування річного обсягу робіт з технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки є життєво необхідним для забезпечення безперервного ведення сільськогосподарської діяльності та оптимізації врожайності сільськогосподарських культур. Враховуючи складність і різноманітність сільськогосподарської техніки, а також сезонний характер сільськогосподарських робіт, необхідний системний підхід для ефективного розподілу ресурсів і мінімізації простоїв.

Першим кроком у плануванні річного навантаження на технічне обслуговування є точне визначення його обсягу, що залежить від оцінки наявного парку сільськогосподарської техніки. Цей процес починається з детальної інвентаризації, яка каталогізує типи, моделі та вік обладнання, такого як трактори, комбайни, плуги та системи поливу. Наприклад, старі машини можуть вимагати частішого ремонту через підвищений знос, тоді як нові моделі можуть потребувати спеціального технічного обслуговування. Крім того, аналіз даних про використання, таких як години роботи та інтенсивність робочого навантаження, дає змогу зрозуміти закономірності зносу, що дозволяє проводити прогнозне технічне обслуговування, а не реактивний ремонт. Вирішальне значення має встановлення пріоритетів

техніки на основі експлуатаційної важливості; наприклад, обладнання, яке має важливе значення під час сезонів посіву або збору врожаю, слід спочатку обслуговувати, щоб запобігти збоям. Ця ретельна оцінка гарантує, що зусилля з технічного обслуговування зосереджуються там, де вони найбільше потрібні, запобігаючи несподіваним поломкам і оптимізуючи використання ресурсів протягом року.

Після визначення обсягу робіт наступним кроком є ретельне планування розподілу ресурсів і складання графіків для ефективного виконання технічного обслуговування. Оцінка необхідної робочої сили передбачає розрахунок необхідної кількості кваліфікованих техніків, враховуючи складність завдань і обсяг техніки, що підлягає обслуговуванню. Наприклад, для профілактичного технічного обслуговування парку тракторів може знадобитися група спеціалістів, кожен з яких навчений різним аспектам техніки. Одночасно закупівля запасних частин, витратних матеріалів та спеціалізованого інструменту повинна узгоджуватися з плановими ремонтними роботами. Важливо розробити графік, який мінімізує час простою; це може означати планування ремонту в непіковий період або між циклами посіву та збору врожаю. Наприклад, вирівнювання технічного обслуговування в середині сезону або періоди після збору врожаю забезпечує готовність техніки до наступного критичного етапу. Ефективне планування не тільки зменшує затримки, але й максимізує використання наявних ресурсів, сприяючи безперебійній роботі ферми.

Вирішення логістичних та операційних проблем є критично важливим компонентом успішного планування технічного обслуговування. Управління рівнем запасів запасних частин і витратних матеріалів вимагає точного прогнозування на основі минулих тенденцій використання та очікуваних потреб, запобігаючи дефіциту, який може затримати ремонт. Наприклад, зберігання достатнього запасу часто замінюваних деталей, таких як фільтри, ремені та гідравлічні компоненти, забезпечує швидкий час виконання робіт.

Забезпечення наявності кваліфікованих техніків передбачає постійні програми навчання, щоб тримати персонал в курсі нових технологій машин і методів ремонту. Наприклад, із появою обладнання для точного землеробства техніки повинні навчитися цифрової діагностики та оновлення програмного забезпечення. Крім того, включення планів на випадок непередбачуваних подій, таких як раптові збої обладнання або збої в ланцюжках поставок, є життєво важливим. Це може включати встановлення відносин із кількома постачальниками або підтримку рівня екстрених запасів. Завдяки активному управлінню цими логістичними аспектами сільськогосподарська діяльність може підтримувати стійкість до непередбачуваних викликів, забезпечуючи постійну продуктивність протягом сільськогосподарського року.

Ефективне планування річного обсягу технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки передбачає комплексне розуміння машинного парку, стратегічне управління ресурсами та проактивне логістичне планування. Оцінка обсягу робіт гарантує, що зусилля з технічного обслуговування є цілеспрямованими та пріоритетними, тоді як ретельне планування та розподіл ресурсів оптимізують ефективність роботи. Вирішення логістичних проблем, таких як управління запасами, навчання техніків і планування на випадок непередбачених ситуацій ще більше підвищує стійкість і надійність машинного парку. Впровадження такого структурованого підходу не тільки мінімізує час простою та витрати на ремонт, але й підтримує загальну продуктивність і рентабельність ферми, зрештою сприяючи більш стійкій та ефективній сільськогосподарській системі.

Річне навантаження ремонтної майстерні визначається як загальний обсяг трудовитрат, необхідних для виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту машин протягом року. Цей показник виражається у людино-годинах і є ключовим для планування виробничих процесів у майстерні.

Таблиця 2.1 – Річна виробнича програма ЦРМ по ТО і ремонту машин.

Марка машини	Кількість техніки	Кількість ремонтів		Кількість ТО		
		КР	ПР	ТО-3	ТО-2	ТО-1
Трактори						
Джон Дір 7 серії	8	0	4	7	20	31
Джон Дір 4 серії	5	0	2	6	13	27
New Holland T6000	2	0	2	5	11	23
T150K	2	0	1	3	9	15
Оприскувач самохідний	2		0	3	6	12
Автомобілі						
DAF 105	8	2	-	-	19	43
MAN	2	1	-	-	7	16
КАМАЗ 5320	2	0	-	-	5	11
Комбайни						
Джон Дір S770	4	0	4		12	27
С.-г. машини						
Глибокорозпушувач	7		5			
Дискова борона	6		4			
Жатки	6		5			
Зчіпка	12		6			
Змішувач	2		1			
Косарка причіпна	4		3			
Котки	10		8			
Культиватор	9		7			
Плуг	10		7			
Розкидачі мін.добрив	3		3			
Сівалка	9		8			

Для обчислення річного навантаження використовуються укрупнені показники, які враховують технічний стан та потреби в обслуговуванні

тракторів, автомобілів, комбайнів та їхніх складових частин. Ці дані представлені у відповідних таблицях (наприклад, таблиці 1.2 та 2.2), що дозволяє точно оцінити потребу в трудових ресурсах для реалізації виробничого плану.

Таблиця 2.2 – Розрахунок річної трудомісткості ТО та ремонту машин.

Марка машини	Кількість техніки	Кількість ремонтів		Кількість ТО		
		КР	ПР	ТО-3	ТО-2	ТО-1
Трактори						
Джон Дір 7 серії	8	0	194,8	99,4	118	114,7
Джон Дір 4 серії	5	0	97,4	85,2	76,7	99,9
New Holland T6000	2	0	97,4	71	64,9	85,1
T150K	2	0	59,4	52,5	56,7	51
Оприскувач самохідний	2	0	0	65,1	44,4	50,4
Разом		0	449	373,2	360,7	401,1
Автомобілі						
DAF 105	8	216	-	-	368,6	245,1
MAN	2	127	-	-	156,8	78,4
КАМАЗ 5320	2	0	-	-	112	53,9
Разом		343	0	0	637,4	377,4
Комбайни						
Джон Дір S770	4	0	275,6	-	296,4	164,7
Разом		0	275,6	0	296,4	164,7
С.-г. машини						
Глибокорозпушувач	9		67			
Дискова борона	7		50,8			

Жатки	4		64,5			
Зчіпка	7		87			
Змішувач	3		14,8			
Косарка причіпна	4		57,3			
Котки	8		107,2			
Культиватор	8		89,6			
Плуг	5		128,8			
Розкидачі мін.добрив	3		48,3			
Сівалка	3		60			
Разом		0	433,9	0	0	0
Всього	4112,4	343	1158,5	373,2	1294,5	943,2

Загальний обсяг річного навантаження складається з витрат праці на поточний ремонт і технічне обслуговування всього автопарку. Такий підхід забезпечує ефективне планування ресурсів, оптимізацію роботи майстерні та своєчасне виконання ремонтних заходів.

Загальний річний обсяг навантаження на технічне обслуговування та ремонт машин становить 3312,4 год. Цей показник включає як основні роботи з ремонту та обслуговування техніки, так і додаткові (допоміжні) роботи, які є невід'ємною частиною діяльності ремонтних підприємств, що не спеціалізуються.

До складу допоміжних робіт входять:

- технічне обслуговування та ремонт обладнання майстерень;
- ремонт деталей і виготовлення запасних частин;
- відновлення та виготовлення технічного оснащення й інструменту;
- утримання й ремонт сільськогосподарської техніки та худоби;
- виконання інших робіт, які відповідають індивідуальним потребам

підприємства.

Обсяг допоміжних робіт визначається у відсотковому співвідношенні до основних робіт, що дозволяє забезпечити належну організацію виробничого процесу та ефективне використання ресурсів. Це сприяє підтриманню стабільної роботи підприємства та задоволенню його потреб у виконанні різнопланових завдань.

$$T_M = T_{\text{майст}} + T_D,$$

$$T_M = 3312,4 + 3312,4 \times 35/100 = 4471,7 \text{ люд.} - \text{год.}$$

2.4 Визначення площі виробничих і інших приміщень

Створення ефективної тракторної ремонтно-технічної майстерні потребує ретельного планування її об'ємно-просторового планування. Зона, призначена для такого об'єкта, повинна вмещувати різноманітні експлуатаційні дії, від монтажу та демонтажу до поточного технічного обслуговування та ремонту. Правильне визначення вимог до простору має вирішальне значення не тільки для забезпечення безперебійного робочого процесу та безпеки, але й для оптимізації продуктивності та дотримання галузевих стандартів.

Оцінка площі, необхідної для виробничої діяльності, є основою проектування функціональної майстерні. Центральним для цього є оцінка площі, необхідної для збирання та розбирання трактора, що передбачає розуміння розміру та складності тракторів, які підлягають обслуговуванню. Наприклад, більші важкі трактори вимагають більше простору для маневрування та підйому обладнання, такого як крани або гідравлічні підйомники. Не менш важливо виділити достатній простір для зберігання частин, інструментів і запасних компонентів, який повинен бути організований таким чином, щоб полегшити швидкий доступ і запобігти безладу, який може перешкоджати робочому процесу або безпеці. Необхідно

також розглянути відповідний робочий простір для завдань з технічного обслуговування, включаючи заміну масла, ремонт двигуна та заміну шин; недостатній простір може призвести до затримок і погіршити стандарти безпеки. Наприклад, майстерня з тісними приміщеннями може спричинити неефективне виконання завдань працівниками, що збільшить витрати на оплату праці та ризик нещасних випадків.

Ефективне планування простору передбачає розробку макета, який спрощує роботу та мінімізує непотрібні рухи. Розробка логічних робочих процесів дозволяє технікам легко переходити між різними етапами ремонту, такими як діагностика, розбирання, ремонт і тестування. Наприклад, розміщення діагностичних станцій поблизу ремонтних відділень скорочує час доставки та підвищує продуктивність. Створення спеціальних зон для конкретних ремонтних процесів, наприклад зварювальних станцій, зон відновлення двигуна або електричної діагностики, допомагає систематично організувати завдання та запобігає перехресному забрудненню робочих зон. Крім того, інтеграція зон безпеки, таких як чітко позначені проходи та аварійні виходи, забезпечує відповідність стандартам безпеки та захищає персонал. Наприклад, використання вогнегасників і доступних аварійних виходів у стратегічних місцях знижує ризик під час надзвичайних ситуацій і відповідає правилам охорони праці.

Крім основних виробничих зон, ефективна майстерня повинна включати допоміжні приміщення та інфраструктуру, які сприяють безперебійній роботі. Виділення простору для адміністративних офісів, кімнат для відпочинку персоналу та роздягалень гарантує, що персонал має відповідні зони для планування, відпочинку та особистих потреб. Наприклад, добре спроектована адміністративна зона може покращити спілкування та координацію між членами команди. Планування спеціальних зон для поводження з відходами, таких як місця для утилізації мастила, фільтрів і металобрухту, має важливе значення для відповідності екологічним нормам і

чистоти. Крім того, забезпечення належної вентиляції, достатнього освітлення та надійного зв'язку по всій майстерні покращує умови праці та ефективність роботи. Наприклад, належне освітлення зменшує кількість помилок під час ремонту, тоді як належна вентиляція запобігає накопиченню випарів, захищаючи здоров'я працівників і дотримуючись екологічних стандартів.

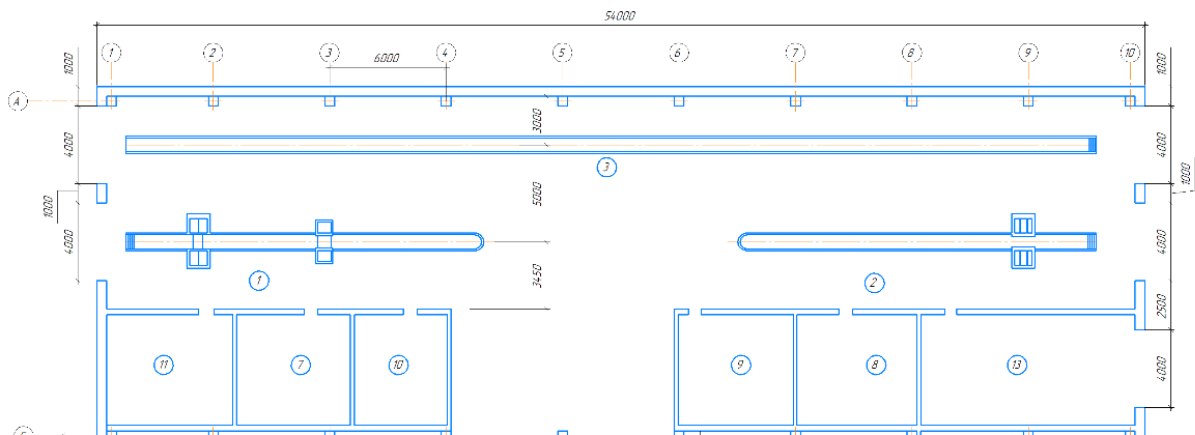


Рисунок 2.1 – Варіант планування приміщень ремонтної майстерні

Визначення відповідної території для ремонтної та технічної майстерні тракторів передбачає комплексну оцінку виробництва, ефективності та вимог до підтримки. Ретельно оцінюючи простір, необхідний для монтажу, демонтажу та технічного обслуговування, а також проектуючи робочі процеси, які оптимізують продуктивність і безпеку, майстерня може працювати ефективно та безпечно. Крім того, виділення достатніх допоміжних приміщень та інфраструктури гарантує бездоганну інтеграцію адміністративних функцій, екологічного менеджменту та стандартів безпеки в загальний макет. Продумане просторове планування не тільки підвищує ефективність роботи, але й сприяє створенню більш безпечного та стійкого робочого середовища, що в кінцевому підсумку сприяє успіху підприємства з ремонту та технічного обслуговування.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка технологічного процесу відновлення розподільчого валу тракторів John Deere 7 серії

Розподільний вал є критично важливим компонентом двигуна внутрішнього згоряння тракторів John Deere 7 серії, який безпосередньо впливає на продуктивність двигуна, паливну ефективність і довговічність експлуатації. Протягом останніх десятиліть попит на ефективні процеси відновлення зріс у відповідь на високі витрати, пов'язані з виробництвом нових розподільних валів, а також на вимогу охорони навколишнього середовища щодо переробки та повторного використання деталей двигуна. Традиційно для відновлення робочих стандартів використаних розподільних валів використовуються такі методи відновлення, як зварювання, шліфування та механічна обробка. Однак ці методи часто не мають ефективності, структурної цілісності та узгодженості, що вимагає розробки інноваційних процесів, які можуть відповідати суворим вимогам технічного обслуговування сучасної сільськогосподарської техніки.

Існуючі методи відновлення розподільного вала в основному покладаються на традиційні методи, такі як зварювання, шліфування та механічна обробка для відновлення зношених або пошкоджених компонентів. Зварювання часто використовується для ремонту зламаних або сильно зношених ділянок, тоді як шліфування та механічна обробка використовуються для досягнення точної обробки поверхні та відновлення точності розмірів. Незважаючи на їх широке використання, ці підходи за своєю суттю є трудомісткими, вимагаючи від кваліфікованих техніків виконання ретельних ручних операцій, які можуть забирати багато часу та коштувати. Крім того, властиві обмеження цих методів включають ризик структурних недоліків — зварні з'єднання можуть створювати залишкові напруги або мікротріщини, а надмірне шліфування може видалити критичний

матеріал, потенційно підриваючи міцність і довговічність розподільного вала. У результаті відновлені розподільні вали можуть мати менший термін служби або проблеми з продуктивністю, що призведе до збільшення витрат на технічне обслуговування та простоїв. Визнання цих недоліків підкреслює нагальну потребу в новому, більш ефективному процесі відновлення, який може забезпечити високоякісні, довговічні розподільні вали з меншим ручним втручанням і більшою послідовністю.

У відповідь на ці виклики останні дослідження та розробки були зосереджені на створенні нового процесу відновлення, який об'єднує передові матеріали та технології автоматизації. Одним із перспективних напрямків є використання високоміцних композитних матеріалів у структурі розподільного вала, що підвищує його стійкість до зношування та втоми. Наприклад, використання композитів на основі кераміки або композитів з металевою матрицею може значно покращити механічні властивості відновлених деталей. Крім того, застосування прецизійної автоматизації, наприклад роботів з ЧПК і систем лазерного зварювання, забезпечує високоточні повторювані операції, що зменшує людські помилки та час обробки. Інноваційні методи склеювання, включно з передовими адгезивними технологіями та методами металургійного склеювання, ще більше підвищують довговічність і цілісність відновлених розподільних валів. Ці методи дозволяють створювати міцніші та еластичніші з'єднання, які можуть витримувати складні умови експлуатації сільськогосподарських двигунів, що зрештою призводить до продукту, який конкурує з новими компонентами за продуктивністю та довговічністю.

Впровадження цього прогресивного процесу відновлення обіцяє кілька значних переваг, які могли б революціонізувати технічне обслуговування тракторів John Deere 7 серії. Перш за все, підвищена ефективність автоматизованих процесів обробки та складання може значно скоротити час відновлення, дозволяючи пришвидшити виконання робіт і знизити витрати

на робочу силу. Крім того, використання вискоефективних матеріалів та інноваційних методів склеювання призводить до розподільних валів із надзвичайною довговічністю, здатних витримувати розширені робочі цикли без збоїв. Це вдосконалення не тільки покращує продуктивність двигуна, але й мінімізує частоту ремонту та пов'язані з ним витрати на технічне обслуговування. З економічної точки зору, масштабованість цього процесу робить його економічно ефективним для широкого впровадження в сервісних центрах, що призводить до більш стійкого та екологічного підходу до управління компонентами двигуна. Зрештою, цей технологічний прогрес може встановити новий стандарт у практиках відновлення, гарантуючи, що трактори John Deere 7-ї серії залишатимуться надійними та економічно ефективними для фермерів та операторів у всьому світі.

Розробка нового технологічного процесу для відновлення розподільних валів у тракторах John Deere 7-ї серії спрямована на вирішення критичних обмежень традиційних методів шляхом використання передових матеріалів, автоматизації та інноваційних технологій з'єднання. Цей підхід не тільки покращує структурну цілісність і продуктивність відновлених розподільних валів, але також значно підвищує ефективність і економічну ефективність. Оскільки сільськогосподарська промисловість продовжує вимагати більш надійних і стійких рішень для обслуговування обладнання, ця технологічна еволюція має потенціал для трансформації відновлення розподільних валів, забезпечуючи довгострокову експлуатаційну досконалість та економію. Застосування таких інновацій сприятиме задоволенню майбутніх потреб в обслуговуванні тракторів, що зрештою сприятиме підвищенню продуктивності та екологічної відповідальності в сільськогосподарському секторі.

3.2 Розробка ремонтного креслення розподільчого валу дизельного двигуна трактора John Deere 7 серії

Розподільний вал відіграє важливу роль у регулюванні фаз газорозподілу та продуктивності двигуна; таким чином, його цілісність є критичною для надійної роботи трактора. У звіті систематично аналізується існуюча конструкція розподільного валу, визначаються області, які потребують посилення, і пропонуються зміни конструкції, спрямовані на підвищення довговічності та зручності обслуговування. Кульмінацією цих зусиль є створення точного та функціонального ремонтного креслення, перевіреного за допомогою моделювання, симуляції та фізичного прототипування в системі автоматизованого проектування (САПР). Такий структурований підхід гарантує, що ремонтне креслення не тільки усуває поточні недоліки, але й підвищує загальну довговічність і ефективність обслуговування компонента розподільного валу.

Початковий етап розробки передбачає детальний аналіз існуючої конструкції розподільного валу в тракторі John Deere 7 серії. Цей процес починається з ретельного аналізу специфікацій виробника, включаючи розміри, стандарти матеріалів і експлуатаційні допуски, щоб встановити базове розуміння передбачуваних параметрів продуктивності компонента. Візуальний огляд зношених або вийшли з ладу розподільних валів, отриманих від польових агрегатів, дозволяє виявити загальні точки поломки, такі як пелюстки, що демонструють точкові виїмки, розколювання та нерівномірний знос, що часто пояснюється недостатньою мастилом або втомою матеріалу. Крім того, оцінка властивостей матеріалу — як правило, чавуну або сталевих сплавів — щодо експлуатаційних навантажень, які вони витримують, допомагає визначити їх придатність. Наприклад, крихкість чавуну може сприяти виникненню тріщин під час циклічних навантажень, тоді як певні сталеві сплави можуть мати кращу стійкість до втоми. Ця всебічна оцінка дає критичне розуміння обмежень поточного дизайну та

забезпечення CAD створюється точна 3D-модель переробленого розподільного вала, що забезпечує детальну візуалізацію та точність розмірів. Для моделювання реальних умов використовується аналіз кінцевих елементів (FEA) для оцінки розподілу напруги, визначення потенційних точок втоми та прогнозування терміну служби компонента за різних сценаріїв навантаження. Ці симуляції надають цінні дані для подальшого вдосконалення дизайну перед фізичним прототипом. Згодом прототипи виготовляються з використанням технологій виробництва, сумісних із вибраними матеріалами, і піддаються фізичним випробуванням, таким як оцінка на динамометрі та випробування на довговічність, щоб перевірити продуктивність, придатність і сумісність з існуючими компонентами двигуна. Успішна перевірка підтверджує, що ремонтне креслення є практичним і надійним, що зрештою підтримує впровадження більш довговічного та придатного до обслуговування розподільного вала в тракторі John Deere 7 серії.

РОЗДІЛ 4. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

Надійна робота шарнірних підшипників розподільних валів має вирішальне значення для продуктивності та довговічності дизельних двигунів, особливо у важких умовах, таких як трактори John Deere 7 серії. Радіальне биття або відхилення в обертанні шийки розподільного вала може спричинити нерівномірне зношування, вібрацію та, зрештою, поломку двигуна, якщо за ним не здійснювати належного контролю та обслуговування. Щоб вирішити цю проблему, розробка спеціалізованого пристрою, здатного контролювати радіальне биття підшипників шийки розподільного вала, стала життєво важливою сферою досліджень і розробок. У цьому есе досліджуються фундаментальні принципи проектування, методології вимірювання та практичні міркування щодо впровадження такого пристрою з метою покращення прогнозованого технічного обслуговування та ефективності експлуатації сільськогосподарської техніки.

Основа ефективного пристрою моніторингу радіального биття залежить від вибору відповідних датчиків та інтеграції надійних систем збору даних, придатних для вимогливого середовища двигуна. Датчики наближення, такі як датчики вихрових струмів, є дуже придатними завдяки їх безконтактній вимірювальній здатності та високій точності, здатній виявляти найменші відхилення в радіусі розподільного вала. Лазерні датчики переміщення пропонують порівняльні переваги з навіть вищою роздільною здатністю, особливо в середовищах з мінімальним забрудненням брудом або маслом. Інтеграція цих датчиків із системою збору даних у реальному часі має вирішальне значення; він повинен бути здатний миттєво фіксувати та обробляти сигнали, щоб забезпечити постійний моніторинг. Враховуючи жорстке середовище двигуна, яке характеризується вібрацією, коливаннями температури та пилом, для забезпечення надійності та довговічності блоки живлення та обробки сигналів вимагають міцних конструкцій із

застосуванням герметичних корпусів, технологій керування температурою та фільтрації. Ці компоненти разом утворюють ядро пристрою, який може витримувати робочі навантаження, одночасно забезпечуючи точні радіальні вимірювання в реальному часі.

Точне вимірювання радіального биття вимагає ретельного калібрування, встановлення та протоколів збору даних. Процедури калібрування передбачають використання прецизійних еталонних стандартів для встановлення базових вимірювань, гарантуючи точну кореляцію вихідних сигналів датчиків із фізичним переміщенням. Наприклад, використання вимірювальних блоків або каліброваних еталонних циліндрів може перевірити лінійність і чутливість датчика. Встановлення датчика на вузол підшипника розподільного вала має бути виконано з точністю, щоб уникнути внесення похибок вимірювань; це передбачає надійне кріплення, яке підтримує вирівнювання датчика та наближення, не заважаючи роботі двигуна. Під час тестування двигуна збирання даних має відбуватися за різних навантажень і швидкостей, щоб охопити повний спектр робочих умов, виявивши, як теплове розширення, вібрація або зміни навантаження впливають на биття. Впровадження стандартизованих протоколів збору даних і контролю навколишнього середовища забезпечує узгодженість і повторюваність, дозволяючи інженерам відрізнити справжні відхилення від артефактів вимірювань і розробляти комплексні критерії діагностики.

Практична корисність пристрою залежить від його продемонстрованої продуктивності, довговічності та простоти інтеграції в існуючі процедури технічного обслуговування. Суворі випробування в симульованих і реальних умовах двигуна показали, що датчики та пов'язана з ними електроніка можуть надійно виявляти дрібні коливання биття, а результати вказують на високу повторюваність і точність у кількох циклах випробувань. Оцінки довговічності також показують, що компоненти пристрою витримують робочі навантаження, такі як вібрація, температурні цикли та вплив

забруднюючих речовин, поширених у середовищі двигуна. Крім того, міркування щодо інтеграції цього пристрою в планове технічне обслуговування включають розробку зручних для користувача інтерфейсів, можливостей реєстрації даних і потенційних функцій автоматизації, таких як автоматичні сповіщення, коли вимірювання перевищують попередньо встановлені порогові значення. Ці вдосконалення полегшують стратегії проактивного технічного обслуговування, скорочують час простою та продовжують термін служби двигуна. Зрештою, успішне розгортання цього пристрою моніторингу може перетворити традиційні практики технічного обслуговування на передбачувані процеси, керовані даними, що призведе до підвищення надійності двигуна та ефективності роботи.

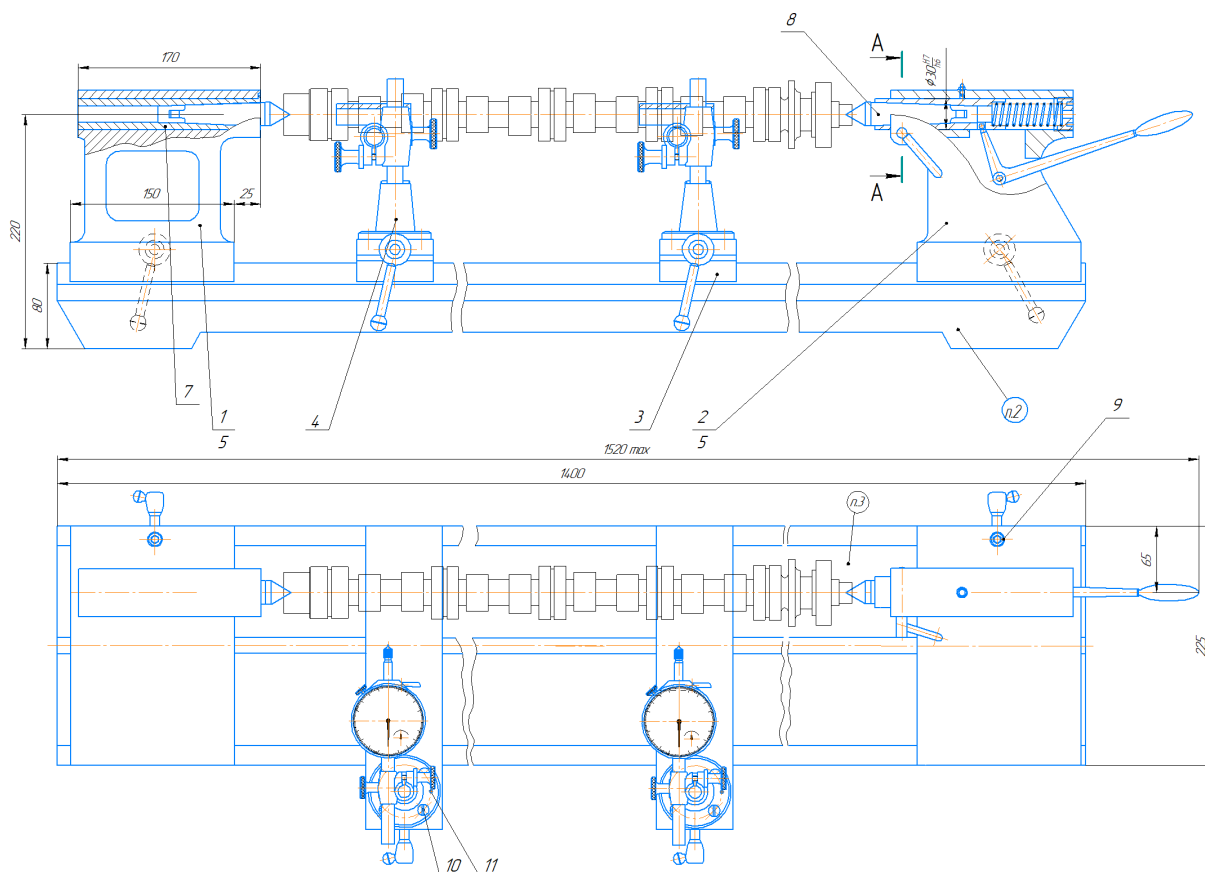


Рисунок 4.1 – Конструкція пристосування

Розробка пристрою для моніторингу радіального биття опорних опор розподільного вала в дизельному двигуні John Deere серії 7 передбачає

комплексний підхід, який охоплює вибір датчика, методи точного вимірювання, а також міркування щодо довговічності та практичного застосування. Використовуючи високоточні датчики в поєднанні з надійними системами збору даних і дотримуючись суворих протоколів калібрування та встановлення, пристрій може надавати точні дані про стан підшипників у реальному часі. Оцінка його продуктивності демонструє не тільки надійність і довговічність системи, але й її потенціал для бездоганної інтеграції в існуючі процедури технічного обслуговування, прокладаючи шлях для прогностичної діагностики та скорочення часу простою двигуна. З розвитком технологій двигунів такі пристрої моніторингу відіграватимуть усе більш важливу роль у забезпеченні оптимальної продуктивності, безпеки експлуатації та довговічності сільськогосподарської техніки.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Сільськогосподарська техніка відіграє життєво важливу роль у сучасній сільськогосподарській практиці, значно підвищуючи продуктивність і ефективність. Однак ремонт і технічне обслуговування такого обладнання створює значні проблеми безпеки для працівників, які виконують ці завдання. Складний характер цих машин у поєднанні з середовищем, у якому проводяться ремонти, наражає працівників на різноманітні небезпеки, які можуть призвести до травм, захворювань або навіть смертельних випадків. Визнання цих небезпек і впровадження ефективних заходів безпеки є важливими для захисту здоров'я працівників і забезпечення безперебійного ремонту без аварій.

Однією з найпоширеніших небезпек, з якою можна стикатися під час ремонту та технічного обслуговування сільськогосподарської техніки, є контакт з рухомими частинами та механічні пошкодження. Машини, такі як комбайни, плуги та комбайни, містять численні компоненти, які перебувають у постійному русі під час роботи, включаючи ремені, шестерні та ланцюги. Робітникам часто доводиться мати доступ до цих частин для ремонту, що робить їх сприйнятливими до механічних пошкоджень, таких як порізи, ампутації або нещасні випадки, якщо не дотримуватися належних запобіжних заходів. Наприклад, працівник, який намагається усунути застрягання, не вимкнувши машину, ризикує отримати серйозну травму через раптове повторне ввімкнення або випадкове зачеплення рухомих частин. Крім того, вплив гарячих поверхонь, таких як деталі двигуна, випускні колектори або гідравлічні компоненти, становить ризик опіків, особливо якщо ремонт виконується без належного охолодження або захисного обладнання. Електричні небезпеки також становлять значні ризики; несправна проводка або пошкоджені електричні компоненти можуть спричинити ураження електричним струмом або ураження електричним струмом, особливо якщо

працівники нехтують від'єднанням джерел живлення перед обслуговуванням. Крім того, такі хімічні речовини, як паливо, масла та мастильні матеріали, часто зустрічаються під час ремонту та технічного обслуговування, піддаючи працівників впливу небезпечних речовин, які можуть спричинити подразнення шкіри, респіраторні проблеми або довгострокові проблеми зі здоров'ям у разі неправильного поводження. Наприклад, тривалий контакт з дизельним паливом або гідравлічними рідинами може призвести до дерматиту або більш серйозних системних ефектів, що підкреслює необхідність обережності під час поводження з хімікатами.

Окрім небезпек, пов'язаних із механізмами, самі ремонтні майстерні таять численні ризики, які можуть поставити під загрозу безпеку працівників. Типове середовище для ремонту часто включає захаращені приміщення інструментами, деталями та сміттям, розкиданими по підлозі, що створює небезпеку послизнутися, спіткнутися та впасти. Вологі поверхні від пролитої рідини або процесів прибирання ще більше посилюють ці ризики, роблячи падіння частою причиною травм у таких умовах. Наприклад, працівник, який послизнувся на покритій маслом підлозі під час носіння інструментів, може отримати переломи або травми голови. Втрата слуху, спричинена шумом, є ще однією серйозною проблемою; ремонтні майстерні часто мають гучне обладнання, таке як шліфувальні машини, зварювальні апарати та пневматичні інструменти. Тривалий вплив високих рівнів децибел — іноді понад 85 децибел — може призвести до незворотного погіршення слуху, якщо не використовувати адекватний захист слуху. Крім того, присутність легкозаймистих матеріалів, таких як бензин, олія та фарби, що розпилюються, у поєднанні з іскрами, що утворюються під час зварювання або шліфування, створює серйозну небезпеку пожежі. Спалахи пожежі можуть призвести до руйнівних травм і пошкодження майна, особливо якщо не вжити належних протипожежних заходів. Ці ризики підкреслюють важливість підтримки

чистого, організованого робочого простору та впровадження заходів безпеки, таких як належне зберігання та системи пожежогасіння для пом'якшення потенційних нещасних випадків.

Щоб ефективно захистити працівників під час ремонту та технічного обслуговування, суворе дотримання протоколів безпеки, пов'язаних із поводженням з механізмами та інструментами, є обов'язковим. Процедури блокування/вимкнення (LOTO) служать основним заходом безпеки, гарантуючи, що обладнання повністю знеструмлено та не може бути випадково запущено під час технічного обслуговування. Наприклад, перед заміною гідравлічного шланга працівники повинні відключити джерела живлення, прикріпити ярлики блокування та перевірити неактивний стан обладнання, таким чином запобігаючи випадковому ввімкненню, яке може призвести до серйозних травм. Не менш важливим є використання відповідних засобів індивідуального захисту (ЗІЗ); рукавички захищають від порізів і хімічного впливу, захисні окуляри захищають очі від сміття та хімічних бризок, а засоби захисту вух знижують ризики слуху, пов'язані з шумом. Правильне використання засобів індивідуального захисту не тільки мінімізує травми, але й сприяє формуванню у працівників культури безпеки. Регулярна перевірка та технічне обслуговування інструментів і захисних пристроїв ще більше підвищує безпеку шляхом виявлення та усунення потенційних несправностей до того, як вони завдадуть шкоди. Наприклад, переконавшись, що зварювальне обладнання належним чином заземлено, а вогнегасники доступні та справні, можна запобігти переростанню невеликих інцидентів у серйозні аварії. Впровадження всеосяжних програм навчання з безпеки, наголошуючи на правильному використанні інструментів, розпізнаванні небезпеки та реагуванні на надзвичайні ситуації, може значно зменшити кількість нещасних випадків на виробництві та виховати у ремонтного персоналу націленість на безпеку.

Наріжним каменем підтримки безпечного робочого середовища в

майстернях з ремонту сільськогосподарської техніки є наголос на комплексному навчанні та підвищеній обізнаності працівників. Належні програми навчання мають важливе значення для того, щоб надати працівникам знання щодо розпізнавання небезпек, пов'язаних із машинами, хімікатами та робочим середовищем, а також розуміння найкращих методів безпеки. Такі програми повинні містити докладні інструкції щодо процедур блокування/маркування, належного використання засобів індивідуального захисту та протоколів реагування на надзвичайні ситуації. Крім того, регулярні тренування з техніки безпеки та оновлення нових стандартів безпеки відіграють важливу роль у підтримці пильності та готовності працівників до непередбачених інцидентів. Наприклад, періодичні протипожежні тренування або моделювання розливу хімікатів можуть збільшити час реагування та зменшити паніку під час реальних надзвичайних ситуацій. Сприяння культурі безпеки, яка залучає як працівників, так і керівництво, сприяє спільній відповідальності та звітності. Коли безпека стає частиною повсякденних процедур і цінностей організації, відповідність покращується, а нещасні випадки зменшуються. Заохочення відкритого спілкування щодо проблем безпеки та визнання безпечних практик може додатково мотивувати працівників дотримуватись протоколів безпеки. Зрештою, освіта та безперервна обізнаність служать основою ефективної стратегії безпеки праці, знижуючи ризики та створюючи середовище, де безпека є пріоритетною та є частиною організаційного духу.

Створення безпечної та екологічно відповідальної ремонтної майстерні вимагає впровадження надійних засобів та заходів екологічної безпеки. Адекватні системи вентиляції мають вирішальне значення для розсіювання шкідливих випарів, пилу та випарів, що утворюються під час ремонту, тим самим зменшуючи небезпеку для органів дихання для працівників. Ці системи слід регулярно обслуговувати, щоб забезпечити оптимальну роботу та відповідність стандартам охорони здоров'я. Чіткі знаки, що вказують на

потенційну небезпеку, наприклад зони високої напруги, зони зберігання хімікатів або гарячі поверхні, служать для попередження як працівників, так і відвідувачів, посилюючи обізнаність щодо безпеки та керуючи належною поведінкою на робочому місці. Крім того, належна утилізація та зберігання небезпечних відходів і матеріалів мають вирішальне значення для запобігання забрудненню навколишнього середовища та випадковому впливу. Наприклад, відпрацьовані масла, фільтри та контейнери для хімікатів слід зберігати у спеціально відведених контейнерах із етикетками та утилізувати відповідно до екологічних норм. Впровадження цих заходів безпеки не тільки захищає працівників, але й мінімізує вплив ремонтних робіт на навколишнє середовище, сприяючи екологічним практикам у галузі. Створюючи добре організоване, екологічно свідоме підприємство, ремонтні майстерні можуть значно зменшити ймовірність нещасних випадків, проблем зі здоров'ям і екологічних порушень, сприяючи безпечнішій і відповідальнішій роботі.

Ефективність заходів безпеки при ремонті сільгосптехніки додатково посилюється суворим дотриманням нормативних стандартів та активним контролем відповідних органів. Відповідність національним і міжнародним правилам охорони праці гарантує, що ремонтні майстерні відповідають мінімальним вимогам безпеки, захищаючи здоров'я та благополуччя працівників. Звичайні інспекції та аудити, що проводяться органами безпеки, служать для виявлення потенційних небезпек, перевірки належного виконання протоколів безпеки та рекомендацій щодо коригувальних дій, якщо це необхідно. Ці перевірки можуть виявити такі проблеми, як несправність пристроїв безпеки, неналежне навчання або небезпечні методи роботи, що спонукає до своєчасного втручання. Покарання за невідповідність, зокрема штрафи або закриття, діють як стримуючий фактор проти нехтування стандартами безпеки, тоді як стимули, такі як сертифікація чи програми визнання, спонукають організації добровільно підтримувати

високі стандарти безпеки. Крім того, постійні оновлення правил безпеки відображають технологічний прогрес і нові ризики, гарантуючи, що методи безпеки залишаються актуальними та ефективними. Спільні зусилля між регулюючими органами, керівництвом і працівниками створюють культуру підзвітності та свідомості безпеки, що має важливе значення для зменшення нещасних випадків і сприяння безпечному робочому середовищу на підприємствах з ремонту сільськогосподарської техніки.

Безпека працівників, залучених до ремонту та технічного обслуговування сільськогосподарської техніки, залежить від розуміння та пом'якшення різноманітних небезпек, встановлення строгих протоколів безпеки та виховання проактивної культури безпеки. Ризики, пов'язані з механічними травмами, впливом хімічних речовин, екологічними небезпеками та умовами в магазині, підкреслюють необхідність комплексних заходів безпеки. Запровадження протоколів безпеки на об'єкті, таких як належна вентиляція, знаки небезпеки та управління відходами, ще більше підвищує безпеку та відповідальність за навколишнє середовище. Не менш важливою є роль навчання, обізнаності та дотримання нормативних стандартів, які разом створюють стійку структуру безпеки. Коли організації інвестують у безперервну освіту, ретельно дотримуються правил техніки безпеки та розвивають культуру безпеки, вони не лише захищають своїх працівників, але й сприяють екологічним та ефективним практикам ремонту. Зрештою, забезпечення безпеки праці в майстернях з ремонту сільськогосподарської техніки є спільною відповідальністю, яка вимагає відданості, пильності та постійного вдосконалення для створення безпечного та здорового робочого середовища для всіх учасників.

РОЗДІЛ 6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ ПО ТО І РЕМОНТУ ТРАКТОРІВ JOHN DEERE 7-Ї СЕРІЇ

Комплексне техніко-економічне обґрунтування має важливе значення для визначення життєздатності створення спеціального підприємства з технічного обслуговування та ремонту тракторів John Deere 7-ї серії. Такий об'єкт має відповідати різним критеріям, включаючи оптимальне розташування місця, відповідну інфраструктуру, економічну та екологічну стійкість. Це аналітичне есе має на меті систематичну оцінку цих критичних факторів, гарантуючи, що запропонований сайт відповідає операційній ефективності, відповідності нормативним вимогам і довгостроковим перспективам зростання. Ретельно досліджуючи доступність об'єкта, адекватність інфраструктури, фінансові та екологічні аспекти, це дослідження забезпечує стратегічну основу для прийняття обґрунтованих рішень щодо розвитку цього спеціалізованого центру технічного обслуговування.

Стратегічне розташування об'єкта технічного обслуговування має першочергове значення для його успішної роботи. Близькість до основних транспортних шляхів, таких як автомагістралі та залізничне сполучення, сприяє швидкій доставці важкої техніки та запасних частин, тим самим мінімізуючи час простою для клієнтів і оптимізуючи час надання послуг. Наприклад, розміщення ділянки поблизу головної магістралі забезпечує легкий доступ для великих вантажівок і транспортних засобів доставки, які є важливими для ефективного обслуговування. Крім того, доступність постачальників запасних частин і компонентів безпосередньо впливає на управління запасами та швидкість реагування на обслуговування. Навколишня інфраструктура, включаючи існуючі дороги, мости та логістичні вузли, додатково впливає на легкість, з якою персонал і обладнання можуть дістатися до місця. Територія з добре розвинутою інфраструктурою зменшує

логістичні затримки, підвищує безпеку та сприяє повній інтеграції з регіональними транспортними мережами, зрештою підтримуючи ефективність роботи об'єкта та задоволеність клієнтів.

Відповідна ділянка повинна мати достатній простір для розміщення відділень технічного обслуговування, ремонтних майстерень та адміністративних офісів. Адекватне планування макета забезпечує плавний робочий процес, безпеку та можливість масштабування в майбутньому. Наприклад, великі відкриті майданчики необхідні для розміщення кількох сервісних відділень, що дозволяє виконувати одночасний ремонт без заторів. Наявність основних комунікацій — електрика, вода та утилізація сміття — має вирішальне значення для підтримки безпечної та екологічно відповідної роботи. Надійне джерело живлення підтримує роботу важкого обладнання та інструментів діагностики, тоді як доступ до води є життєво важливим для очищення, охолодження та деяких процесів ремонту. Належні системи поводження з відходами мають важливе значення для поводження з використаними маслами, фільтрами та іншими небезпечними матеріалами відповідно до екологічних норм. Крім того, для захисту персоналу та відповідності нормативним стандартам необхідні заходи безпеки, такі як системи пожежогасіння, належна вентиляція та чіткі вивіски. Впровадження цих елементів інфраструктури забезпечує безпечне, ефективне та відповідне робоче середовище, здатне підтримувати масштабні ремонтні роботи.

Фінансова життєздатність залежить від детального аналізу витрат, який включає придбання ділянки, витрати на будівництво та поточні експлуатаційні витрати. Порівняльна оцінка цін на землю, вимог до будівництва та вартості робочої сили дає уявлення про загальний обсяг необхідних інвестицій та потенційну віддачу від інвестицій. Наприклад, вибір ділянки в економічній зоні з податковими пільгами може зменшити витрати та підвищити прибутковість. Екологічні міркування однаково важливі; землекористування має звести до мінімуму екологічні порушення, а заходи

контролю забруднення, такі як локалізація розливів нафти та придушення пилу, мають бути інтегровані в процес планування. Проведення оцінки впливу на навколишнє середовище забезпечує дотримання місцевих нормативних актів і сприяє сталому розвитку. Крім того, під час вибору місця слід враховувати потенціал для майбутнього розширення, що дозволить об'єкту збільшити потужність або диверсифікувати послуги без значного перепланування. Інтеграція з існуючими сервісними мережами також може оптимізувати логістику, зменшивши транспортні викиди та експлуатаційні витрати. Загалом, збалансована оцінка економічних та екологічних аспектів гарантує, що запропоноване місце є стійким, фінансово надійним та екологічно відповідальним у довгостроковій перспективі.

Техніко-економічне обґрунтування підкреслює важливість ретельного вибору місця для створення підприємства з технічного обслуговування та ремонту тракторів John Deere 7-ї серії. Стратегічно розташована ділянка з доступним транспортним сполученням, належною інфраструктурою та комунальними послугами має основне значення для ефективності роботи. Крім того, економічні та екологічні оцінки показують, що розумний баланс між економічною ефективністю та екологічною відповідальністю є життєво важливим для сталості проекту. Завдяки ретельному аналізу цих критичних факторів зацікавлені сторони можуть приймати обґрунтовані рішення, які відповідають бізнес-цілям, нормативним стандартам і екологічним зобов'язанням. Зрештою, ця комплексна оцінка підтримує розробку функціонального, ефективного та сталого центру технічного обслуговування, здатного задовольнити потреби в обслуговуванні сільськогосподарської техніки, що постійно розвиваються.

Розрахункові значення основних техніко-економічних показників ремонтної дільниці слід систематизувати та внести до відповідної таблиці для подальшого аналізу та прийняття управлінських рішень. 6.1

Техніко-економічні показники проектного підприємства

№	Назва показника	Базовий	Проектний	Відхилення +/-
1	Вартість основних виробничих фондів (тис.грн.)	64 737	69 481,4	4 744,7
2	Сума оборотних коштів (тис.грн.)	6 473,7	6 948,14	474,47
3	Обсяг продукції на одного працівника (у.р.)	18,53	19,13	0,6
4	Обсяг продукції на одиницю виробничої площі ($\frac{ур}{м^2}$)	0,37	0,44	0,07
5	Термін окупності капіталовкладень		4,88	

Висновок.

Реалізація проекту дійсно має перспективи, враховуючи техніко-економічні розрахунки. При стабільній ринковій ситуації в сегменті обслуговування тракторів John Deere, прогнозований термін окупності інвестицій становить 4,73 роки, що є прийнятним показником для подібних проектів.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи були вирішені всі поставлені завдання. Проведено комплексний аналіз діяльності агропідприємства ФГ «НЕРОЗЯ» і обґрунтовано необхідність створення спеціалізованої ремонтної дільниці для тракторів John Deere 7-ї серії. Розраховано трудомісткість, площу приміщень, підібрано обладнання та сформовано штат персоналу.

Розроблена схема технічного обслуговування і ремонту забезпечує зменшення часу простою техніки, підвищення надійності та зниження експлуатаційних витрат. В конструкторській частині запропоновано технологію відновлення деталей.

Запропонована організація дільниці відповідає сучасним вимогам до сервісу сільськогосподарської техніки і може бути реалізована в реальних умовах господарства.

Техніко-економічні розрахунки показали, що реалізація проекту є перспективною. За умови стабільної ситуації на ринку послуг по обслуговуванню сільськогосподарської техніки, термін окупності капіталовкладень становить 4,88 роки.

Список використаних джерел

1. Agriculture and horticulture in numbers // ClimateChangePost. 2024. Електронний ресурс <https://www.climatechangepost.com/countries/romania/agriculture-and-horticulture/>
2. Yevtushenko O. T. Ecological issues of water resources of Ukraine and the ways of their solution // Водні біоресурси та аквакультура, 1(13) / 2023. DOI: <https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.11>
3. Kumar, & Singh, Chandresh & Kamesh, & Misra, Shailly & Singh, Brijendra & Bhardwaj, Atul & Chandra, Krishna. (2024). Water biodiversity: ecosystem services, threats, and conservation. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95482-2.00016-X>.
4. Chaaben Koukia, Melvin Drentb, Collin Drentb, M. Zied Babaic (2023) Dedicated maintenance and repair shop control for spare parts networks // arXiv:2308.12640 [math.PR]. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.12640>
5. How to Create a Workshop - Expert Guide // Polstore. 2021. Електронний ресурс: <https://polstore.co.uk/how-to-set-up-a-workshop/>
6. Certification Specifications for Standard Changes and Standard Repairs // Annex to ED Decision 2019/010/R. – CS-STAN. – 2019. – 102 p.
7. Manual of Standard Building Specifications // European Commission Office For Infrastructure And Logistics In Brussels. – 2019. – 129 p.
8. Storage of Hazardous Substances // M 062e Edition: November 2013. – 75 p.
9. Reiner, Bruce & Siegel, Eliot & Carrino, John. (2002). Workflow Optimization: Current Trends and Future Directions. Journal of digital imaging : the official journal of the Society for Computer Applications in Radiology. 15. 141-52. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10278-002-0022-7>.
10. Workflow optimization in manufacturing: Implementation, Technology, Future // CADDI. Електронний ресурс: <https://caddi.asia/resources/workflow->

[optimization/](#)

11. Shekhar, Ch & Kiranmai, B & Rakesh, Rayirala & Joyce, Ch. (2025). The impact of digital tools on agricultural practices. // https://www.researchgate.net/publication/390489489_THE_IMPACT_OF_DIGITAL_TOOLS_ON_AGRICULTURAL_PRACTICES
12. 8R/8RT Series. Model Year 2012, 235- to 360-Horsepower Tractors – John Deere. – 2012. – 32 p.
13. Technologies Driving Predictive Maintenance (2025). – WorkTrek. – Электронний ресурс: <https://worktrek.com/blog/technologies-driving-predictive-maintenance/>
14. David Green (2023). Mastering Maintenance Tracking: Best Practices, Challenges & Future Trends // Click Maint. – Электронний ресурс: <https://www.clickmaint.com/blog/maintenance-tracking>
15. Luis Sabido (2024) Remote Monitoring in Predictive Maintenance: Improving Machine Health // ERBESSD INSTRUMENTS. – Электронний ресурс: https://www.erbessd-instruments.com/articles/remote-monitoring-in-predictive-maintenance/?srsltid=AfmBOornof09_kZJK9xPEjkujKHU3pe_Xqg_fRxwrvaR5b7qppR9aQ5o
16. Прогнозне технічне обслуговування: як воно переосмислює та розвиває тракторний парк // BKT-Tires – Электронний ресурс: <https://www.bkt-tires.com/ww/us/blog/agriculture-blog/predictive-maintenance-how-its-redefining-and-evolving-the-tractor-fleet>
17. Khodabakhshian, Rasool & Shakeri, Mohsen. (2011). Prediction of repair and maintenance costs of farm tractors by using of Preventive Maintenance. International Journal of Agriculture Sciences. 3. DOI: <https://doi.org/10.9735/0975-3710.3.1.39-44>.
18. AJABSHIRCHI, O. Y., Ranjbar, I., Abbaspour, M. H., Valizadeh, M., & ROUHANI, A. (2006). Determination of a mathematical model for estimating

- tractor repair and maintenance costs. // J. Agric. Sci., 16, 257-267.
19. Rashidi, M., Ranjbar, I., Gholami, M., & Abbasi, S. (2010). Prediction of Repair and Maintenance Costs of Two-wheel Drive Tractors in Iran. *Nong Ye Ke Xue Yu Ji Shu*, 4(2), 68.
20. Sally (2025) What is The Impact of Tractors on Farm Efficiency? // Cropilots – Електронний ресурс: <https://cropilots.com/tractor-efficiency/>
21. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві (Ільченко В.Ю., Карасьов П.І., Лімонт А.С. та ін.) За редакцією В.Ю. Ільченка. – К.: Урожай, 1993. 287с.
22. Fathollahzadeh, H & Hossein, Mobli & Rajabipour, A. & Minaee, Saeed & Jafari, Azadeh & Tabatabaie, Hossein. (2010). Average and instantaneous fuel consumption of iranian conventional tractor with moldboard plow in tillage. 5. // https://www.researchgate.net/publication/390489489_THE_IMPACT_OF_DIGITAL_TOOLS_ON_AGRICULTURAL_PRACTICES
23. Практикум з технічної діагностики: навч. посібник / О.В.Козаченко, С.П.Сорокін, О.М.Шкрегаль та ін.; за ред. проф. О.В.Козаченка. – Х.: Факт 2013. – 456с.
24. Лімонт А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин: навч. посіб. / А.С. Лімонт.- Житомир : Держ. Агроєколог. Ун-т, 2008. – 410с.
25. Агулов І.І. Довідник по технічному обслуговуванню сільськогосподарських машин /Агулов І.І., Вознюк Л.Ф., Левчій О.В. – К.: Урожай, 1989. – 256с.
26. Khodabakhshian, Rasool. (2013). A review of maintenance management of tractors and agricultural machinery: Preventive maintenance systems. Commission of Agricultural and Biosystems Engineering (CIGR). 15. 147-157.
27. Козаченко О.В. Технічна експлуатація сільськогосподарської техніки / О.В.Козаченко. – Харків : Торнадо, 2000. – 192с.
28. Pourdarbani, Razieh. (2019). Choosing a Proper Maintenance and Repair Strategy for Tractors (in Urmia). *Acta Technologica Agriculturae*. 22. 12-16.

DOI: <https://doi.org/10.2478/ata-2019-0003>.

29. 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. – 374с.
30. Закон України «Про систему інженерно-технічного забезпечення агропромислового комплексу України» // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2006.- №47. – ст.464. Із змінами і доповненнями, внесеними згідно із Законом України від 24.09.2008 № 586-IV (ВВР). – 2009. - № 10-11. – ст.137.
31. Ільченко В.Ю. Лабораторний практикум з використання машин у рослинництві. / Ільченко В.Ю., Кабанець В.С., Кухаренко П.М., Карасьов П.І. та ін.. – Дніпропетровськ : ДДАУ, 2003. – 396 с.
32. Сорокін С.П. Практикум з використання паливно-мастильних матеріалів / Сорокін С.П., Козаченко О.В., Клімов П.М., Басенко Л.І. – Харків : ХДТУСГ, 2005. – 197 с.
33. Бендера І.М. Технологія технічного обслуговування машин / Бендера І.М., Грушецький С.М., Роздорожнюк П.І., Михайлович Я.М. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2009. -320 с.
34. Khodabakhshian, Rasool & Shakeri, Mohsen. (2011). Prediction of repair and maintenance costs of farm tractors by using of Preventive Maintenance. International Journal of Agriculture Sciences. 3. DOI: <https://doi.org/10.9735/0975-3710.3.1.39-44>.
35. West, Shaun & Kujawski, Dominik & Consultant, Schmitt. (2016). Service pricing strategies for maintenance services. // https://www.researchgate.net/publication/304272121_Service_pricing_strategies_for_maintenance_services
36. Ajiga, Daniel & Okeleke, Patrick & Folorunsho, Samuel & Ezeigweneme, Chinedu. (2024). The role of software automation in improving industrial operations and efficiency. DOI: <https://doi.org/10.53430/ijeru.2024.7.1.0031>.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ДІЛЬНИЦІ

Розрахунки провести з використанням наведених нормативів та рекомендацій:

Кількість ремонтів і ТО визначити за формулами:

– для тракторів:

$$K_{кр} = \frac{B_{Г} \cdot n}{\Pi_{кр}}$$

$$K_{нр} = \left(\frac{B_{Г} \cdot n}{\Pi_{нр}} \right) - K_{кр}$$

$$K_{ТО-3} = \left(\frac{B_{Г} \cdot n}{\Pi_{ТО-3}} \right) - K_{кр} - K_{нр}$$

$$K_{ТО-2} = \left(\frac{B_{Г} \cdot n}{\Pi_{ТО-2}} \right) - K_{кр} - K_{нр} - K_{ТО-3}$$

$$K_{ТО-1} = \left(\frac{B_{Г} \cdot n}{\Pi_{ТО-1}} \right) - K_{кр} - K_{нр} - K_{ТО-3} - K_{ТО-2}$$

– для автомобілів:

$$K_{кр} = \frac{B_{Г} \cdot n}{\Pi_{кр}}$$

$$K_{ТО-2} = \left(\frac{B_{Г} \cdot n}{\Pi_{ТО-2}} \right) - K_{кр}$$

$$K_{ТО-1} = \frac{B_{Г} \cdot n}{\Pi_{ТО-1}} - K_{кр} - K_{ТО-2}$$

– для комбайнів:

$$K_{кр} = \frac{B_{Г} \cdot n}{\Pi_{кр}}$$

$$K_{нр} = \frac{B_{Г} \cdot n}{\Pi_{нр}} - K_{кр}$$

$$K_{ТО-2} = \frac{B_{Г} \cdot n}{\Pi_{ТО-2}} - K_{кр} - K_{нр}$$

$$K_{TO-1} = \frac{B_r \cdot n}{P_{TO-1}} - K_{кр} - K_{нр} - K_{TO-2}$$

– для плугів:

$$K_{нр} = n \cdot K_{ох};$$

де n – число машин даної марки;

B_r - планове річне напрацювання;

$P_{кр}, P_{нр}, P_{то-3}, P_{то-2}, P_{то-1}$ – періодичність ремонтів і ТО;

$K_{ох} = 0,80$ – коефіцієнт охоплення ремонтом.

Загальний річний об'єм робіт ремонтного підприємства складається з трудомісткості основних робіт з ремонту і ТО машин і додаткових (допоміжних) робіт, обсяг яких приймається в процентному співвідношенні до основних.

Обсяг робіт з ТО і ремонту тракторів, автомобілів, комбайнів і сільськогосподарських машин визначити по маркам машин за формулами:

$$T_P = K_P \cdot H_P$$

$$T_{TO} = K_{TO} \cdot H_{TO}$$

де $K_P, K_{то}$ – кількість відповідних ремонтів і ТО, шт., (таблиця 1);

$H_P, H_{то}$ – нормативи трудомісткості ремонтів і ТО, люд.-год.

Основний обсяг робіт з ТО і ремонту машин в майстерні визначити як суму вище наведених робіт по кожній групі машин:

$$T_{мп} = \Sigma (K_{кр} \cdot H_{кр} + K_{то-3} \cdot H_{то-3} + K_{то-2} \cdot H_{то-2} + K_{то-1} \cdot H_{то-1});$$

Обсяг допоміжних робіт включає роботи з ТО і ремонту устаткування ремонтної майстерні, відновлення деталей і виготовленню нескладних запасних частин, ремонту і виготовленню технологічної оснастки та інструменту, ТО і ремонту обладнання тваринницьких ферм та інші (невраховані) роботи (рекомендується приймати 35% від основних робіт)

$$T_{рік} = T_{мп} + 0,35 T_{мп};$$

Потужність ремонтної майстерні визначити за кількістю умовних ремонтів по формулі:

$$\text{Нум. рем.} = \text{Трік} / 300;$$

Ремонтне виробництво за структурою поділяють на основне, допоміжне і управління. Основне виробництво займається випуском основної продукції, а допоміжне забезпечує чітку і безперебійну роботу основного.

Допоміжне виробництво призначене для ремонту і виготовлення загального і вимірювального інструмента, пристосувань і т.д., а також для обслуговування, ремонту і модернізації власного технологічного устаткування, догляду за електросиловими і електроосвітлювальними установками і мережами, за водогонами, каналізацією, опаленням, вентиляцією, будівлями і спорудами.

Визначення кількості робітників

При проектуванні та реконструкції майстерень кількість виробничих робітників основного і допоміжного виробництва підраховується за формулами:

$$M_{\text{яв}} = \text{Трік} / \Phi_{\text{н}}$$

$$M_{\text{сп}} = \text{Трік} / \Phi_{\text{д}}$$

де $M_{\text{яв}}$ – явочне число робітників, люд.;

$M_{\text{сп}}$ – списочне число робітників, люд.;

$\Phi_{\text{н}}$ – номінальний річний фонд часу робітників, які виконують даний вид робіт, год.;

$\Phi_{\text{д}}$ – дійсний річний фонд часу цих робітників, год.

Номінальний річний фонд часу робітників – це кількість робочих годин відповідно до прийнятого режиму роботи без урахування можливих втрат часу. Його визначають за формулою:

$$\Phi_{\text{н}} = (K_{\text{р}} \cdot T_{\text{зм}} - K_{\text{с}} \cdot T_{\text{с}}) \cdot n$$

де $K_{\text{р}}$ – число робочих днів за рік (дорівнює 255);

$K_{\text{с}}$ – число робочих передсвяткових днів (дорівнює 6);

$T_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни (приймаємо 8 годин);

$T_{\text{с}}$ – час скорочення зміни у передсвяткові дні (1 година);

n – число змін роботи, для робітників $n = 1$.

Дійсний річний фонд часу робітника $\Phi_{\text{д}}$ визначають за формулою:

$$\Phi_D = (\Phi_H - D_0 \cdot T_{CM}) \cdot K_P$$

де D_0 – загальне число робочих днів річної відпустки (приймаємо 24);

T_{CM} – тривалість робочої зміни (8 годин);

K_P – коефіцієнт використання робочого часу (приймаємо $K_P = 0,98$).

Визначення кількості службовців.

До службовців майстерні належать: інженерно-технічні робітники (ІТР), молодший обслуговуючий персонал (МОП), допоміжні робітники та пожежно-сторожева охорона (ДР і ПСО) і лічильно-контрорський персонал (ЛКП). Їх чисельність визначають у відсотках, відповідно 8 – 10 %, 2 – 4 %, 8 – 10 % і 2 – 3 % від загальної суми виробничих робітників основного і допоміжного виробництва.

До складу ІТР включають керівників, інженерів і техніків. До складу МОП відносять прибиральників виробничих і службових приміщень та дворів, кур'єрів та гардеробників. До складу ДР включають контролерів, комірників і підсобні робітники й пожежно-сторожева охорона. До складу ЛКП – бухгалтерів, нормувальників, обліковців.

$$M_{ІТР} = 0,09 M_{сп}$$

$$M_{МОП} = 0,03 M_{сп}$$

$$M_{ДР \text{ і } ПСО} = 0,09 M_{сп}$$

$$M_{ЛКП} = 0,02 M_{сп}$$

Загальна кількість усіх ІТР, МОП, ДР, ЛКП не повинна перевищувати 20-25% виробничих робітників основного і допоміжного виробництва, тому допускається їх робота на 0,10 ÷ 0,90 ставки.

Отримані результати облікового складу майстерні, які укладаються в нормативні межі, потрібно звести до штатної відомості за формою:

ДОДАТОК Б

РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЕКТУ

Вартість основних виробничих фондів може бути визначена за допомогою формули [26]:

$$C_0 = C_{\text{буд}} + C_{\text{обл}} + C_{\text{пі}}$$

де $C_{\text{буд}}$ - вартість будівлі майстерні,

$C_{\text{обл}}$ - вартість обладнання,

$C_{\text{пі}}$ - вартість приладів і інструментів.

Для визначення вартості будівництва майстерні може бути використана формула [24]:

$$C_{\text{буд}} = C_{\text{пит}} \cdot F_{\text{в.п}} = 65500 \cdot 1008 = 66\,024\,000 \text{ грн.}$$

де $F_{\text{в.п}}$ - виробнича площа ділянки майстерні;

$C_{\text{пит}} = 65500$ грн. - питома вартість будівельно-монтажних робіт.

Для визначення вартості встановленого обладнання може бути використана формула [24]:

$$C_{\text{обл}} = C_{\text{о.пнт}} \cdot F_{\text{в.п}} = 2150 \cdot 1008 = 2\,167\,200 \text{ грн.}$$

де $C_{\text{о.пнт}} = 2150$ грн - середня питома вартість обладнання 1 кв. м. виробничої площі ділянки майстерні.

Для визначення вартості приладів і інструменту може бути використана формула [24]:

$$C_{\text{пі}} = C_{\text{н.і.пнт}} \cdot F_{\text{в.п}} = 1280 \cdot 1008 = 1\,290\,240 \text{ грн.}$$

де $C_{\text{н.і.пнт}} = 1280$ грн - середня питома вартість оснащення ділянки приладами та інструментом.

Тоді вартість основних виробничих фондів може бути використана формула [24]:

$$C_0 = 66\,024 + 2\,167,2 + 1\,290,24 = 69\,481,44 \text{ тис. грн.}$$

Для визначення суми оборотних коштів, яка може бути прийнятою рівною 10% повної річної вартості продукції та послуг, залежно від програми може бути використана формула [24]:

$$C_{\text{об.кош.}} = C_0 \cdot 0,1 = 69\,481,44 \cdot 0,1 = 6\,948,144 \text{ тис. грн.}$$

Для визначення обсягу отриманої продукції на одного працівника може бути використана формула [24]:

$$V_{\text{роб}} = \frac{N_p}{M_{\text{сп}}} = 440 / 23 = 19,13 \text{ (у.р.)}$$

де $N_p = 440$ у.р - річна виробнича програма,

$M_{\text{сп}} = 23$ чол - списочна кількість виробничих працівників.

Для визначення обсягу отриманої продукції на одиницю площі може бути використана формула [24]:

$$V_f = N_p / F_{\text{пр}} = 440 / 1008 = 0,44 \text{ (ур/м}^2\text{)}$$

де $F_{\text{пр}} = 1008 \text{ м}^2$ - виробнича площа.

Для визначення терміну окупності може бути використана формула [24]:

$$O_p = K / \Pi_b = 69\,481,44 / 14\,248,35 = 4,88 \text{ роки}$$

де $K = 69\,481\,44$ тис. грн. – обсяг капіталовкладень в будівництво чи реконструкцію ділянки;

Π_b - повний річний балансовий прибуток підприємства

Для визначення величини повного балансового прибутку може бути використана формула [24]:

$$\Pi_b = (V_{\text{баз}} - V_{\text{пр}}) \cdot N_p = (64000 - 31617,40) \cdot 440 = 14\,248,35 \text{ тис.грн.}$$

де $V_{\text{баз}}$ - повна вартість проведення одного умовного ремонту.

$V_{\text{пр}}$ - собівартість проведення одного умовного ремонту

Для визначення повної вартості умовного ремонту за базовим варіантом визначається звітним даним базового господарства за три останні роки. Вона склала 64 000 грн. Для визначення вартості повної вартості умовного ремонту в проєкті визначається за формулою:

$$V_{\text{пр}} = V_{\text{зп}} + H_{\text{зп}} + V_{\text{зч}} + V_{\text{рм}} + V_{\text{кооп}} + V_{\text{н.нр}} + V_{\text{буд}} + V_{\text{об.ін.}} = 11403,4 + 4278,28 + 4561,36 + \\ + 228,07 + 5473,63 + 2282,68 + 3001,06 + 392,89 = 31617,4 \text{ грн.}$$

Для визначення величини заробітної плати на один ремонт може бути використана формула [24]:

$$V_{\text{зп}} = 1,15 \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{рем}} = 1,15 \cdot 74 \cdot 134 = 11403,4 \text{ грн.,}$$

де $T_{\text{год}} = 74$ грн/год - годинний тариф працівника;

$T_{\text{рем}} = 134$ год. – трудомісткість ремонтних робіт.

Для визначення величини нарахувань на заробітну плату може бути використана формула [24]:

$$H_{\text{зп}} = V_{\text{зп}} \cdot 0,375 = 11403,4 \cdot 0,375 = 4276,28 \text{ грн.}$$

Для визначення величини витрат на запасні частини може бути використана формула [24]:

$$V_{\text{зч}} = 0,40 \times V_{\text{зп}} = 0,4 \times 11403,4 = 4561,36 \text{ грн.}$$

Для визначення величини витрат на кооперацію з підприємствами може бути використана формула [24]:

$$V_{\text{кооп}} = 1,20 \times V_{\text{зч}} = 1,20 \times 4561,36 = 5473,63 \text{ грн.}$$

Для визначення величини витрат на накладні нарахування може бути використана формула [24]:

$$V_{\text{н.нр.}} = 0,20 \times V_{\text{зп}} = 0,20 \times 11403,4 = 2280,68 \text{ грн.}$$

Для визначення величини витрат на обслуговування та ремонт будівлі, які приймаються в розмірі 1,0-2,0% від вартості будівлі може бути використана формула [24]:

$$V_{\text{буд}} = C_{\text{буд}} \cdot 0,02 / p = 66\,024\,000 \cdot 0,02 / 440 = 3001,09 \text{ грн.}$$

Для визначення величини витрат на обслуговування та ремонт обладнання, приладів та інструменту, які приймаються рівними 5-7% від вартості обладнання, приладів та інструменту може бути використана формула [24]:

$$V_{\text{об.ін.}} = (C_{\text{об}} + C_{\text{п.і.}}) \cdot 0,05 / N_p = (2\,167\,200 + 1\,290\,240) \cdot 0,05 / 440 = 392,89 \text{ грн.}$$

ДОДАТОК В
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА