

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

П О Я С Н Ю В А Л Ь Н А З А П И С К А

до дипломного проєкту
освітнього ступеня "Бакалавр"

на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ
ТРАКТОРІВ В УМОВАХ СЕЛЯНСЬКОГО ФЕРМЕРСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА**

Виконав: студент 4го курсу, групи АІ-3-22

за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ КНИШ Владислав Григорович

Керівник: _____ ТОЛСТЕНКО Олександр Васильович

Рецензент: _____

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Книша Владислава Григоровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення технології поточного ремонту тракторів в умовах селянського фермерського господарства _____

керівник роботи _____ Толстенко Олександр Васильович, доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«5» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом роботи _____ 5.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Кількісний склад тракторів в господарстві та на території с. Голубівки. Аналіз стану машино-тракторного парку. Аналіз господарської діяльності господарства. Стан охорони праці в господарстві. Існуючі конструкції солідолонагнітачів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз господарської діяльності селянського фермерського господарства «Славія». 2. Заходи з удосконалення технології поточного ремонту тракторів. 3. Проєктування пристрою для розкочування остовів тракторів типу МТЗ та ПМЗ. 4. Охорона праці. 5. Економічне обґрунтування проєкту. Висновки. Література.

№ п/п	фо- рмат	Позначення	Найменування	К-сть ар- ку- шів	Номер Арку- ша	Примі- тка
			Текстові документи			
1	A4	46ДП.150 000.000ПЗ	Пояснювальна записка	77		
			Графічні матеріали			
2	A1	46ДП.150 000.000Т	Тема дипломного проєкту	1	1	
3	A1	46ДП.150 000.000ТП	Технологічне планування майстерні	1	2	
4	A1	46ДП.150 100.000 ВЗ	Установка для розкотування тракторів. Креслення загального виду	1	3	
5	A1	46ДП.150 102.000 СК	Підйомник. Складальне креслення	1	4	
6	A1	46ДП.150 102. 103 СК	Важіль. Складальне креслення	1	5	
7	A1	46ДП.150 102. 104 СК	Лопата. Складальне креслення	1	5	
8	A1	46ДП.150 102. 106 СК	Основа. Складальне креслення	1	5	
			Креслення деталей			
9	A3	46ДП.150 104. 001	Вилка	1	5	
			46ДП.150 000 000 ПД			
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.	Книш В.Г.				Літер.	Лист
Перевір.	Толстенко О.В.					Листів
Н.контр.	Ізлев В.В.				ДДАЕУ	
Затв.	Дудін В.Ю.					

РЕФЕРАТ

Книш, В. (2026). *Удосконалення технології поточного ремонту тракторів в умовах селянського фермерського господарства: дипломний проєкт: Дипломний проєкт* (Невидан. бакалавр. кваліфікац. робота). ДДАЕУ, Дніпро, Україна. 77 с.

У дипломному проєкті розглянуто питання підвищення ефективності поточного ремонту тракторів в умовах фермерського господарства. На прикладі ФГ «Славія» проаналізовано виробничу діяльність господарства, склад машинно-тракторного парку, умови експлуатації тракторів та стан ремонтно-обслуговуючої бази. Обґрунтовано необхідність удосконалення технології ремонту шляхом раціональної організації робочих місць, застосування агрегатно-вузлового методу, попереднього очищення, діагностування та використання спеціального обладнання.

У проєкті розроблено пристрій для роз'єднання і розкочування остовів тракторів типу МТЗ та ПМЗ, який підвищує безпеку розбирально-складальних робіт, полегшує суміщення агрегатів і зменшує трудомісткість ремонту. Виконано розрахунки основних елементів конструкції, розроблено заходи з охорони праці та проведено техніко-економічну оцінку запропонованих рішень. Встановлено, що впровадження проєкту дозволяє підвищити якість ремонту, скоротити простої техніки та створити умови для надання ремонтних послуг іншим фермерським господарствам.

Ключові слова: поточний ремонт, трактори, машинно-тракторний парк, фермерське господарство, ремонтна майстерня, технологія ремонту, розкочування трактора, пристрій для роз'єднання остова, МТЗ, ПМЗ, охорона праці, техніко-економічна оцінка.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СЕЛЯНСЬКОГО ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА «СЛАВІЯ».....	9
1.1. Загальна характеристика господарства.....	9
1.2. Аналіз складу та використання машинно-тракторного парку	11
1.3. Умови експлуатації тракторів і характерні несправності	14
1.4. Характеристика ремонтно-обслуговуючої бази господарства.....	16
1.5. Оцінка існуючої організації поточного ремонту тракторів.....	19
1.6. Основні висновки та задачі дипломного проєкту	21
2. ЗАХОДИ З УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ ТРАКТОРІВ	23
2.1. Обґрунтування технологічного процесу поточного ремонту тракторів у майстерні.....	23
2.2. Вибір методу ремонту тракторів	25
2.3. Визначення річної трудомісткості робіт з поточного ремонту тракторів	26
2.4. Розподіл трудомісткості робіт за видами операцій	29
2.5. Розрахунок чисельності виробничих працівників.....	30
2.6. Підбір основного технологічного обладнання.....	31
2.7. Розрахунок площі ділянки поточного ремонту тракторів.....	33
2.8. Розробка технологічного процесу відновлення вала коробки передач трактора.....	35
2.9. Висновки до розділу	39
3. ПРОЄКТУВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗКОЧУВАННЯ ОСТОВІВ ТРАКТОРІВ ТИПУ МТЗ ТА ПМЗ	40
3.1. Обґрунтування необхідності розроблення пристрою	40

	6
3.2. Аналіз способів роз'єднання остова трактора та вимоги до пристрою....	41
3.3. Опис конструкції пристрою	44
3.4. Технологія використання пристрою під час поточного ремонту	46
3.5. Розрахунок основних елементів пристрою	47
3.5.1. Визначення навантаження на колесо рухомого візка	48
3.5.2. Перевірка коліс на контактну міцність.....	49
3.5.3. Розрахунок поперечної балки візка на міцність	49
3.5.4. Перевірка поперечної балки на прогин	51
3.5.5. Розрахунок осі колеса на зріз.....	52
3.5.6. Розрахунок гвинтової страхувальної опори	52
3.5.7. Перевірка болтів кріплення опорної плити	53
3.5.8. Вибір гідравлічного домкрата та перевірка стійкості	54
3.6. Технічна характеристика розробленого пристрою.....	55
3.7. Висновок	56
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	57
4.1. Загальні відомості з охорони праці у спроектованій майстерні.....	57
4.2. Вимоги охорони праці при роботі з розробленим пристроєм.....	59
4.3. Висновок	61
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ	62
5.1. Висновок	69
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	71
ЛІТЕРАТУРА.....	73
ДОДАТКИ.....	76

ВСТУП

Ефективна робота тракторного парку є однією з основних умов стабільного функціонування селянського фермерського господарства. Трактори використовуються під час виконання більшості польових, транспортних, навантажувально-розвантажувальних та допоміжних робіт, тому їх технічний стан безпосередньо впливає на своєчасність проведення агротехнічних операцій, якість виконання робіт, витрати пального, продуктивність праці та собівартість сільськогосподарської продукції. В умовах невеликих фермерських господарств питання підтримання тракторів у працездатному стані набуває особливого значення, оскільки простої техніки в період сезонного навантаження можуть призводити до значних організаційних і економічних втрат [1, 2].

У сучасних умовах значна частина тракторів, що експлуатуються у фермерських господарствах, має тривалий строк служби, працює з різним рівнем навантаження та часто обслуговується без достатнього оснащення ремонтної бази. При цьому поточний ремонт тракторів нерідко виконується за фактом виникнення несправності, без належного планування, діагностування та раціональної організації робочих місць. Такий підхід збільшує тривалість простоїв, ускладнює своєчасне виявлення дефектів, підвищує витрати на запасні частини та знижує загальну надійність машинно-тракторного парку.

Актуальність теми дипломного проєкту полягає в необхідності удосконалення технології поточного ремонту тракторів в умовах селянського фермерського господарства шляхом покращення організації ремонтного процесу, раціонального вибору обладнання, пристроїв та інструменту, а також впровадження більш ефективної послідовності виконання ремонтно-діагностичних операцій. Особливу увагу доцільно приділити зменшенню трудомісткості робіт, скороченню часу простою тракторів, підвищенню якості ремонту та безпеки праці ремонтного персоналу.

Метою дипломного проєкту є удосконалення технології поточного ремонту тракторів у селянському фермерському господарстві на основі аналізу

існуючого стану ремонтної бази, визначення основних недоліків в організації ремонту та розроблення технічних і технологічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності використання тракторного парку.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання: проаналізувати виробничу діяльність селянського фермерського господарства та склад його машинно-тракторного парку; оцінити існуючий стан організації технічного обслуговування і поточного ремонту тракторів; визначити основні несправності тракторів, що виникають у процесі експлуатації; обґрунтувати технологічну послідовність виконання робіт з поточного ремонту; підібрати необхідне технологічне обладнання, пристрої та інструмент; виконати відповідні розрахунки трудомісткості, кількості працівників і виробничої площі; розробити заходи з охорони праці та оцінити економічну доцільність запропонованих рішень.

Таким чином, удосконалення технології поточного ремонту тракторів є важливим напрямом підвищення ефективності роботи фермерського господарства, оскільки воно сприяє збереженню працездатності техніки, зменшенню експлуатаційних витрат і забезпеченню стабільної роботи машинно-тракторного парку протягом усього виробничого сезону.

1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СЕЛЯНСЬКОГО ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА «СЛАВІЯ»

1.1. Загальна характеристика господарства

Селянське фермерське господарство «Славія» розташоване в селі Голубівка Новомосковського району Дніпропетровської області. За організаційно-правовою формою підприємство належить до фермерських господарств і здійснює діяльність, пов'язану з виробництвом товарної сільськогосподарської продукції. Основу виробничого напрямку господарства становить рослинництво, зокрема вирощування зернових, бобових та олійних культур.

ФГ «СЛАВІЯ» зареєстроване 11.06.2019 року, має код ЄДРПОУ 43056088 і знаходиться за адресою: Дніпропетровська область, Новомосковський район, село Голубівка, вул. Базарна, буд. 10. Основний вид економічної діяльності підприємства відповідає КВЕД 01.11 - вирощування зернових культур, крім рису, бобових культур і насіння олійних культур [3].

Господарство функціонує в умовах степової частини Дніпропетровської області, де результати виробництва значною мірою залежать від своєчасності виконання технологічних операцій. Для цієї природно-кліматичної зони характерні нерівномірний розподіл опадів протягом року, періоди літньої посухи, підвищена запиленість під час польових робіт і значна сезонність використання техніки. За таких умов технічна готовність тракторів має безпосередній вплив на якість і строки виконання сільськогосподарських операцій.

Виробнича діяльність ФГ «Славія» охоплює основний і передпосівний обробіток ґрунту, сівбу, внесення мінеральних добрив, догляд за посівами, збирання врожаю, транспортування продукції, підвезення пально-мастильних матеріалів і виконання допоміжних робіт на території господарства. Усі ці

процеси забезпечуються машинно-тракторним парком, до складу якого входять трактори, комбайни, автомобілі, причеи та сільськогосподарські знаряддя.

Для теми даного дипломного проєкту найбільше значення має тракторний парк, оскільки саме трактори є основними енергетичними засобами господарства. Їх справність визначає можливість агрегатування ґрунтообробних машин, сівалок, культиваторів, причепів та іншого обладнання. Тому організація поточного ремонту тракторів у ФГ «Славія» повинна бути спрямована на скорочення простоїв, своєчасне усунення несправностей і підвищення коефіцієнта технічної готовності машин.

Таблиця 1.1 - Загальна характеристика ФГ «Славія»

Показник	Характеристика
Повна назва господарства	Фермерське господарство «СЛАВІЯ»
Місце розташування	с. Голубівка, Новомосковський район, Дніпропетровська область
Код ЄДРПОУ	43056088
Дата реєстрації	11.06.2019 р.
Організаційно-правова форма	фермерське господарство
Основний вид діяльності	виросування зернових культур, бобових культур і насіння олійних культур
КВЕД	01.11
Виробничий напрям	рослинництво, зерново-олійний напрям
Основні виробничі процеси	обробіток ґрунту, сімба, догляд за посівами, збирання врожаю, транспортування продукції
Основні засоби механізації	трактори, комбайни, автомобілі, причеи, ґрунтообробні машини, сівалки, культиватори

Як видно з таблиці 1.1, господарство має рослинницьку спеціалізацію, тому основне навантаження протягом року припадає на машинно-тракторний парк. Це обумовлює потребу в раціональній системі технічного обслуговування

і поточного ремонту тракторів, яка повинна враховувати сезонність польових робіт і обмежені можливості ремонтної бази фермерського господарства.

1.2. Аналіз складу та використання машинно-тракторного парку

Машинно-тракторний парк ФГ «Славія» сформований для забезпечення основних технологічних процесів рослинництва. Наявна техніка дає змогу виконувати польові, транспортні, навантажувальні та допоміжні роботи. Водночас частина машин має значний строк експлуатації, що підвищує вимоги до своєчасного технічного обслуговування, діагностування та поточного ремонту.

Особливістю фермерського господарства є те, що один і той самий трактор протягом року може використовуватися на різних роботах: від агрегування ґрунтообробних знарядь до транспортування вантажів і виконання допоміжних операцій. Тому технічний стан тракторів повинен оцінюватися не лише за фактом працездатності, а й за здатністю машини надійно працювати в період максимального сезонного навантаження.

Орієнтовний склад машинно-тракторного парку ФГ «Славія» наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Склад машинно-тракторного парку ФГ «Славія»

Група машин	Марка, тип або група машин	Кількість, од.
Трактори	К-700	1
Трактори	МТЗ-80/82, ПМЗ-6Л	3
Трактори	ДТ-75	1
Трактори	Т-150	1
Автомобілі	ВАЗ-2121 «Нива»	1
Автомобілі	ГАЗ-53	2
Автомобілі	КАМАЗ-5511	1
Автомобілі	ЗІЛ-130	1
Комбайни	КСК-100	1

Група машин	Марка, тип або група машин	Кількість, од.
Комбайни	ДОН-1500	1
Комбайни	John Deere 9500	1
С.-г. знаряддя	Плуги	5
С.-г. знаряддя	Дискові луцильники	4
С.-г. знаряддя	Культиватори	3
С.-г. знаряддя	Борони	30
С.-г. знаряддя	Косарки / жнивarki	2 / 5
С.-г. знаряддя	Прес-підбирачі	1

Дані таблиці 1.2 свідчать, що тракторний парк господарства представлений машинами різних тягових класів. Такий склад дозволяє виконувати широкий комплекс робіт, однак різномарочність ускладнює організацію ремонту, оскільки для різних тракторів потрібні різні запасні частини, технологічні прийоми, пристосування та регульовальні параметри.

Трактор К-700 використовується переважно для енергоємних робіт, пов'язаних з основним обробітком ґрунту та агрегуванням з важкими знаряддями. Трактор Т-150 може застосовуватися для середньо- і важконавантажених польових операцій. Гусеничний трактор ДТ-75 доцільно використовувати на роботах, де потрібне краще зчеплення з ґрунтом. Трактори МТЗ-80/82 і ПМЗ-6Л є універсальними машинами, які виконують культивуацію, сівбу, транспортні та допоміжні роботи.

Для більш чіткої оцінки ролі тракторів у виробничому процесі господарства їх розподіл за основним призначенням наведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Використання тракторів ФГ «Славія» за основним призначенням

Марка трактора	Кількість, од.	Основні роботи	Найбільш навантажені вузли
К-700	1	оранка, глибокий обробіток ґрунту, агрегатування важких машин	двигун, зчеплення, трансмісія, ведучі мости, гідросистема
Т-150	1	культивуація, дискування, транспортні та польові роботи середньої енергоємності	ходова частина, коробка передач, зчеплення, гідросистема
ДТ-75	1	польові роботи на ґрунтах з підвищеним опором, тягові операції	гусеничний рушій, бортові передачі, трансмісія
МТЗ-80/82, ПМЗ-6Л	3	універсальні польові, транспортні, допоміжні та обслуговуючі роботи	двигун, задній міст, гідронавісна система, рульове керування, електрообладнання

З таблиці 1.3 видно, що кожна група тракторів має різний характер навантаження. У важких тракторів частіше виникають несправності трансмісії, зчеплення, ходової частини та гідросистеми. Універсальні трактори, які працюють майже протягом усього року, потребують особливої уваги до двигуна, електрообладнання, рульового керування, гідравлічної системи та шин.

У період весняно-польових робіт і збирання врожаю трактори використовуються найбільш інтенсивно. Саме в цей час будь-який простій машини призводить до порушення строків виконання агротехнічних операцій. Тому поточний ремонт тракторів повинен бути організований так, щоб типові несправності усувалися без зайвих витрат часу, а найбільш відповідальні вузли контролювалися до початку напруженого сезону.

1.3. Умови експлуатації тракторів і характерні несправності

Умови експлуатації тракторів у ФГ «Славія» характеризуються значною сезонністю, зміною режимів навантаження, підвищеною запиленістю, роботою на нерівних польових дорогах і частою зміною агрегатів. Під час виконання польових робіт на трактор діють тягові, вібраційні та ударні навантаження, що прискорюють зношування деталей ходової частини, трансмісії, зчеплення, рульового керування та гідравлічної системи.

Запилене середовище негативно впливає на роботу системи очищення повітря, системи охолодження та мастильних матеріалів. За несвоєчасного очищення фільтрів збільшується спрацювання циліндро-поршневої групи, знижується потужність двигуна і підвищується витрата пального. Крім того, польові умови сприяють послабленню кріпильних з'єднань, пошкодженню електропроводки, появі підтікань робочих рідин і порушенню регулювань.

Найбільш характерні несправності тракторів, які можуть виникати в умовах експлуатації господарства, наведено у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Характерні несправності тракторів і зміст поточного ремонту

Вузол або система	Можливі несправності	Основні операції поточного ремонту
Двигун	утруднений запуск, зниження потужності, димність, перегрівання, підтікання оливи	перевірка компресії, регулювання паливної апаратури, усунення підтікань, заміна прокладок, очищення радіатора
Система живлення	забруднення паливних фільтрів, підсмоктування повітря, порушення подачі палива	заміна або промивання фільтрів, перевірка герметичності, прокачування системи, регулювання подачі палива
Система мащення	зниження тиску оливи, забруднення оливи, негерметичність з'єднань	заміна оливи і фільтрів, підтягування з'єднань, перевірка тиску оливи

Вузол або система	Можливі несправності	Основні операції поточного ремонту
Система охолодження	перегрівання двигуна, забруднення радіатора, підтікання охолоджувальної рідини	промивання радіатора, перевірка термостата, заміна шлангів, усунення негерметичності
Зчеплення і трансмісія	пробуксовування зчеплення, шум, утруднене перемикання передач, підтікання оливи	регулювання приводу зчеплення, заміна зношених деталей, контроль рівня оливи, заміна ущільнень
Ходова частина	зношування шин або гусениць, люфти у підшипниках, ослаблення кріплень	підтягування кріплень, заміна підшипників, регулювання натягу гусениць, контроль тиску в шинах
Гідравлічна система	зниження тиску, повільне підймання навісного обладнання, підтікання оливи	перевірка насоса, заміна ущільнень, очищення фільтрів, регулювання розподільника
Електрообла днання	несправність стартера, генератора, акумулятора, освітлення	заряджання акумуляторів, перевірка контактів, заміна ламп, ремонт електропроводки, перевірка генератора
Рульове керування і гальма	збільшення люфтів, нерівномірне гальмування, підтікання рідини	регулювання тяг і приводів, заміна зношених деталей, прокачування гальмівної системи

Як показано у таблиці 1.4, значна частина несправностей тракторів може бути усунута без повного розбирання машини. До таких робіт належать регулювання, підтягування кріплень, заміна фільтрів, ущільнень, мастильних матеріалів, усунення підтікань, ремонт електропроводки та заміна окремих деталей. Саме ці операції становлять основу поточного ремонту в умовах фермерського господарства.

Поточний ремонт повинен виконуватися після виявлення несправності або під час підготовки трактора до сезонної роботи. При цьому важливо, щоб

ремонтний процес починався з зовнішнього очищення, огляду та діагностування. Такий порядок дозволяє точніше визначити причину несправності, зменшити обсяг зайвих розбиральних робіт і скоротити час перебування трактора у ремонті.

Узагальнену схему організації поточного ремонту тракторів у ФГ «Славія» наведено на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Узагальнена схема організації поточного ремонту тракторів у ФГ «Славія»

Схема, наведена на рис. 1.1, відображає раціональну послідовність виконання робіт: від приймання трактора до контролю якості після ремонту. Її застосування дає змогу уникнути хаотичного виконання операцій, зменшити втрати часу на пошук несправності та підвищити відповідальність виконавців за результат ремонту.

1.4. Характеристика ремонтно-обслуговуючої бази господарства

Для підтримання машин у працездатному стані у ФГ «Славія» використовується ремонтно-обслуговуюча база, яка забезпечує виконання нескладних ремонтних робіт, підготовку техніки до сезону, зберігання інструменту, запасних частин і пально-мастильних матеріалів. Наявність власної ремонтної бази є важливою перевагою для фермерського господарства, оскільки

дозволяє оперативно усувати дрібні несправності без звернення до сторонніх організацій.

Разом з тим можливості такої бази обмежені. Для якісного поточного ремонту тракторів потрібні не лише універсальні слюсарні інструменти, а й пристрої для розбирання та складання агрегатів, засоби діагностування, обладнання для миття деталей, підйомно-транспортні засоби, компресорне обладнання, стенди або пристрої для перевірки окремих вузлів.

Орієнтовний перелік обладнання, яке використовується або може бути використане у ремонтно-обслуговуючій базі ФГ «Славія» для поточного ремонту тракторів, наведено у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Основне обладнання для виконання поточного ремонту тракторів

Найменування обладнання	Призначення під час ремонту тракторів
Слюсарний верстак з лещатами	виконання розбирально-складальних, слюсарних і регулювальних робіт
Набір ручного слюсарного інструменту	демонтаж і монтаж деталей, кріпильні та регулювальні операції
Комплект динамометричних ключів	контроль моментів затягування відповідальних різьбових з'єднань
Компресор	продування деталей, очищення фільтрів, підкачування шин, живлення пневмоінструменту
Гідравлічні домкрати та підставки	безпечне підймання трактора або його частин під час ремонту ходової частини
Кран-балка, таль або пересувний підйомник	знімання і переміщення важких агрегатів, вузлів трансмісії та двигуна
Мийна ванна або мийна установка	очищення деталей і вузлів від мастила, пилу та ґрунтових забруднень
Солідолонегітач або установка для мащення	змащування шарнірів, підшипникових вузлів, пальців і втулок
Зарядно-пусковий пристрій	обслуговування акумуляторних батарей і запуск двигуна після ремонту

Найменування обладнання	Призначення під час ремонту тракторів
Мультиметр, контрольна лампа, тестер АКБ	перевірка електрообладнання, ланцюгів живлення, генератора та акумулятора
Зварювальний апарат	ремонт кронштейнів, рамних елементів, навісних деталей і металоконструкцій
Точильно-шліфувальний верстат	заточування інструменту, підготовка дрібних деталей до відновлення
Свердлильний верстат	виконання отворів у деталях, кронштейнах і ремонтних пристосуваннях
Стелажі та шафи для запасних частин	упорядковане зберігання інструменту, витратних матеріалів і запасних частин

Як видно з таблиці 1.5, для якісного виконання поточного ремонту тракторів важливе значення має поєднання універсального слюсарного обладнання із засобами діагностування та підйомно-транспортними пристроями. Особливої уваги потребують операції, пов'язані зі зніманням важких агрегатів, оскільки їх виконання без спеціальних пристроїв збільшує трудомісткість робіт і створює небезпеку травмування працівників.

Існуюча ремонтно-обслуговуюча база може забезпечити виконання частини робіт власними силами: огляд тракторів, заміну мастильних матеріалів, підтягування кріплень, усунення незначних підтікань, ремонт електрообладнання, регулювання зчеплення, рульового керування і гідросистеми. Однак для підвищення якості ремонту необхідно впорядкувати технологічний процес, поліпшити оснащення робочих місць і ширше застосовувати діагностування перед розбиранням агрегатів.

Важливою умовою ефективної роботи ремонтної бази є правильна організація робочого місця. Інструмент, запасні частини, мастильні матеріали та пристосування повинні розміщуватися так, щоб виконавець мав швидкий доступ до них. Це скорочує непродуктивні витрати часу та підвищує культуру ремонтного виробництва.

1.5. Оцінка існуючої організації поточного ремонту тракторів

Поточний ремонт тракторів у фермерському господарстві переважно виконується власними силами ремонтного персоналу. До таких робіт належать усунення несправностей двигуна, трансмісії, ходової частини, гідравлічної системи, електрообладнання, рульового керування та гальмівної системи. Складні операції, які потребують спеціального обладнання або високої кваліфікації, можуть передаватися спеціалізованим сервісним підприємствам.

Існуюча організація ремонту має переважно реактивний характер, тобто значна частина робіт виконується після появи несправності. Такий підхід призводить до нерівномірного завантаження ремонтної бази, збільшення простоїв у сезон, відсутності чіткого планування запасних частин і недостатнього використання профілактичного діагностування.

У період меншої зайнятості техніки, особливо в осінньо-зимовий період, доцільно виконувати підготовчі та профілактичні роботи: поглиблене діагностування, ремонт ходової частини, перевірку паливної апаратури, гідравлічної системи, електрообладнання, заміну зношених деталей і підготовку тракторів до весняних польових робіт. У напружені періоди року ремонтна база повинна забезпечувати швидке усунення раптових несправностей без тривалого виведення трактора з експлуатації.

Основні недоліки існуючої організації поточного ремонту тракторів і напрями їх усунення наведено у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 - Недоліки існуючої організації ремонту та напрями удосконалення

Виявлений недолік	Наслідки для господарства	Запропонований напрям удосконалення
Недостатнє планування ремонтних робіт	зростання простоїв тракторів у сезон польових робіт	складання річного та сезонного графіка технічного обслуговування і поточного ремонту

Виявлений недолік	Наслідки для господарства	Запропонований напрям удосконалення
Обмежене застосування діагностування	зайве розбирання вузлів або несвоєчасне виявлення несправностей	використання контрольних приладів і діагностичних операцій перед ремонтом
Недостатнє оснащення робочих місць	збільшення трудомісткості робіт, зниження якості ремонту	підбір необхідного обладнання, інструменту і пристосувань
Відсутність чіткої технологічної послідовності робіт	хаотичне виконання операцій, втрати часу	розроблення технологічного процесу поточного ремонту тракторів
Недостатній облік виконаних ремонтів	ускладнення планування запасних частин і повторення несправностей	ведення ремонтних карток на кожний трактор
Обмежені умови для ремонту важких агрегатів	підвищення небезпеки робіт і трудомісткості операцій	застосування підйомно-транспортних пристроїв і спеціальних стендів
Низька культура зберігання інструменту та деталей	втрати часу на пошук інструменту, забруднення деталей	організація стелажів, шаф, контейнерів і зон зберігання

З таблиці 1.6 видно, що основні проблеми пов'язані не лише з нестачею обладнання, а й з організацією самого ремонтного процесу. Навіть за обмежених ресурсів фермерського господарства можна підвищити ефективність ремонту за рахунок упорядкування робочих місць, запровадження технологічних карт, обліку несправностей і попереднього діагностування.

Удосконалення технології поточного ремонту тракторів повинно передбачати розроблення раціональної послідовності виконання операцій, підбір обладнання, визначення потреби у виробничій площі та працівниках, а також обґрунтування організаційних заходів, які забезпечать скорочення часу простою техніки.

Особливе значення має зменшення трудомісткості робіт, пов'язаних із демонтажем і транспортуванням важких агрегатів. Для цього в конструктивній частині дипломного проєкту доцільно розглянути пристрій або пристосування, яке полегшує виконання розбирально-складальних операцій під час ремонту тракторів.

1.6. Основні висновки та задачі дипломного проєкту

Аналіз господарської діяльності ФГ «Славія» показав, що господарство має рослинницький виробничий напрям і активно використовує трактори для виконання основних технологічних операцій. Тракторний парк представлений машинами різних типів і тягових класів, що дозволяє виконувати широкий комплекс робіт, але одночасно ускладнює організацію поточного ремонту через різномарочність техніки.

Умови експлуатації тракторів у господарстві є складними: значна сезонність робіт, запиленість, нерівні польові дороги, змінні тягові навантаження, часта зміна агрегатів і обмежені можливості оперативного сервісного обслуговування. За таких умов несвоєчасне усунення несправностей може спричинити тривалі простої, порушення агротехнічних строків і збільшення витрат на ремонт.

Ремонтно-обслуговуюча база ФГ «Славія» дає змогу виконувати частину ремонтних робіт власними силами, однак потребує удосконалення організації, доукомплектування обладнанням і впровадження більш чіткої технології поточного ремонту тракторів. Найбільш важливими напрямками є поліпшення діагностування, раціональне планування робіт, оснащення робочих місць і використання пристроїв, які зменшують трудомісткість розбирально-складальних операцій.

Для досягнення мети дипломного проєкту необхідно вирішити такі задачі:

1. Проаналізувати виробничу діяльність ФГ «Славія» та визначити роль тракторного парку у виконанні основних технологічних операцій.

2. Оцінити склад тракторного парку господарства, умови його експлуатації та характерні несправності основних вузлів і систем.
3. Проаналізувати існуючий стан ремонтно-обслуговуючої бази та виявити недоліки в організації поточного ремонту тракторів.
4. Обґрунтувати раціональну технологічну послідовність виконання робіт з поточного ремонту тракторів.
5. Розрахувати річну трудомісткість ремонтних робіт і визначити необхідну кількість виробничих працівників.
6. Підібрати основне технологічне обладнання, інструмент, пристрої та контрольно-вимірювальні засоби для виконання поточного ремонту тракторів.
7. Визначити необхідну виробничу площу ремонтної зони та запропонувати її раціональне планування.
8. Розробити конструктивне або технологічне рішення, спрямоване на зменшення трудомісткості ремонтних робіт і підвищення безпеки праці.
9. Розробити заходи з охорони праці під час виконання поточного ремонту тракторів.
10. Виконати економічне обґрунтування запропонованих рішень і визначити очікуваний ефект від удосконалення технології ремонту.

Отже, удосконалення технології поточного ремонту тракторів у ФГ «Славія» є актуальним напрямом дипломного проєкту. Реалізація запропонованих заходів дозволить підвищити технічну готовність тракторного парку, скоротити простої машин, поліпшити якість ремонтних робіт і забезпечити більш стабільне виконання сільськогосподарських операцій протягом виробничого сезону.

2. ЗАХОДИ З УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ ТРАКТОРІВ

2.1. Обґрунтування технологічного процесу поточного ремонту тракторів у майстерні

Поточний ремонт тракторів у фермерському господарстві повинен бути організований таким чином, щоб забезпечити швидке відновлення працездатності машин у період найбільшого сезонного навантаження. Для ФГ «Славія» це має особливе значення, оскільки трактори виконують основну частину технологічних операцій: обробіток ґрунту, сівбу, міжрядний обробіток, транспортування причіпних агрегатів і допоміжні роботи на території господарства.

Удосконалення технології поточного ремонту доцільно здійснювати на основі поєднання власних можливостей ремонтної майстерні та кооперації зі спеціалізованими сервісними підприємствами. У майстерні господарства раціонально виконувати роботи, які не потребують складного спеціального обладнання: зовнішнє очищення машини, передремонтне діагностування, заміну несправних вузлів, нескладний ремонт двигуна, трансмісії, ходової частини, гідравлічної системи, електрообладнання, а також слюсарні, зварювальні та регулювальні операції.

Складні операції, пов'язані з високоточною обробкою деталей, ремонтом паливної апаратури, відновленням блоків циліндрів, колінчастих валів, гільз, насосів високого тиску та складних гідравлічних агрегатів, доцільно передавати на спеціалізовані ремонтні підприємства. Такий підхід дозволяє не перевантажувати ремонтну базу господарства дорогим обладнанням і водночас забезпечує належну якість ремонту відповідальних вузлів.

Перед надходженням трактора до ремонтної зони машина повинна пройти зовнішнє очищення. Його доцільно виконувати на бетонованому майданчику із застосуванням мийної машини високого тиску. Після очищення трактор власним

ходом або буксируванням подається на ремонтно-монтажну дільницю, де проводиться огляд, діагностування і визначення обсягу робіт.

Якщо несправність є незначною, ремонт виконується без повного розбирання машини. У разі виявлення дефектів агрегатів або вузлів вони демонтуються, очищуються, розбираються, дефектуються і направляються на відповідну дільницю. Після ремонту або заміни деталі агрегат складається, регулюється, перевіряється та встановлюється на трактор.

Загальна послідовність поточного ремонту трактора наведена на рис. 2.1.

Приймання трактора у ремонт
Зовнішнє очищення і миття
Передремонтне діагностування
Визначення обсягу робіт
Часткове розбирання або демонтаж вузлів
Миття деталей і дефектація
Ремонт, заміна або відновлення деталей
Складання, регулювання та контроль
Встановлення агрегатів на трактор
Випробування і передача в експлуатацію

Рисунок 2.1 – Узагальнена схема технологічного процесу поточного ремонту трактора

Для реалізації запропонованої технології у ремонтній майстерні доцільно передбачити такі основні дільниці: дільницю технічного обслуговування і діагностування, ремонтно-монтажну дільницю, слюсарно-механічну дільницю, ковальсько-зварювальну дільницю, дільницю ремонту сільськогосподарських знарядь, а також робоче місце для обслуговування акумуляторних батарей, радіаторів та елементів електрообладнання.

Запропонована організація ремонту дозволяє скоротити тривалість простою тракторів, підвищити якість виконання ремонтних робіт і раціональніше використовувати виробничі площі майстерні.

2.2. Вибір методу ремонту тракторів

Метод ремонту вибирають з урахуванням складу машинно-тракторного парку, річної програми робіт, технічного стану машин, наявного обладнання і кваліфікації ремонтного персоналу. Для умов ФГ «Славія» найбільш доцільним є агрегатно-вузловий метод поточного ремонту з елементами кооперації.

Сутність агрегатно-вузлового методу полягає в тому, що несправний вузол або агрегат знімається з трактора і ремонтується на спеціалізованому робочому місці. За потреби агрегат може бути замінений справним або відремонтованим вузлом із ремонтного фонду [4, 5]. Це зменшує тривалість перебування трактора в ремонті та дає змогу виконувати роботи більш якісно, оскільки ремонт проводиться на обладнаному посту.

За часом виконання ремонт у майстерні господарства доцільно організовувати протягом усього року. У міжсезонний період виконуються більш трудомісткі операції, підготовка машин до весняно-польових і збиральних робіт, ремонт зношених вузлів і комплектування запасними частинами. У період польових робіт основна увага приділяється оперативному усуненню несправностей і проведенню профілактичних операцій.

Для тракторного парку господарства доцільно застосовувати не повне розбирання машини, а розбирання лише тих агрегатів, у яких виявлено несправності. Такий підхід відповідає умовам поточного ремонту, зменшує трудомісткість робіт і запобігає зайвому втручанню у справні вузли.

Агрегати паливної системи, складні гідравлічні вузли та деталі, що потребують високоточної механічної обробки, доцільно ремонтувати на спеціалізованих підприємствах [6, 7]. У майстерні господарства доцільно

зосередити операції діагностування, демонтажу, слюсарного ремонту, регулювання, зварювання, заміни деталей і складання вузлів.

2.3. Визначення річної трудомісткості робіт з поточного ремонту тракторів

Річна трудомісткість робіт є основним вихідним показником для визначення потреби у виробничих робітниках, обладнанні та площі ремонтної майстерні. У дипломному проєкті розрахунок виконується для робіт, пов'язаних з поточним ремонтом тракторів, які можуть виконуватися власними силами господарства.

Загальна трудомісткість поточного ремонту тракторів визначається за кількістю машин кожної марки, середньорічним напрацюванням і питомою трудомісткістю ремонтних робіт. Для попереднього розрахунку використовується така залежність [4, 5]:

$$T_{\text{пр}} = K_{\text{м}} \cdot V_{\text{р}} \cdot q_{\text{пр}} \quad (2.1)$$

де $T_{\text{пр}}$ – річна трудомісткість поточного ремонту тракторів певної марки, люд.-год.; $K_{\text{м}}$ – кількість тракторів відповідної марки, од.; $V_{\text{р}}$ – середньорічне напрацювання одного трактора, мото-год.; $q_{\text{пр}}$ – питома трудомісткість поточного ремонту на одну мото-годину роботи, люд.-год./мото-год.

Якщо розрахунок виконується за нормативною періодичністю поточного ремонту, кількість планових поточних ремонтів можна визначити за формулою :

$$N_{\text{пр}} = \frac{K_{\text{м}} \cdot V_{\text{р}}}{V_{\text{пр}}} \quad (2.2)$$

де $N_{\text{пр}}$ – річна кількість поточних ремонтів, од.; $V_{\text{пр}}$ – нормативна періодичність виконання поточного ремонту, мото-год.

Тоді трудомісткість поточного ремонту за маркою трактора становитиме:

$$T_{\text{пр}} = N_{\text{пр}} \cdot t_{\text{пр}} \quad (2.3)$$

де $t_{\text{пр}}$ – нормативна трудомісткість одного поточного ремонту трактора, люд.-год.

Загальна трудомісткість робіт по тракторному парку визначається сумуванням трудомісткостей за окремими марками машин [4, 5]:

$$T_{\text{заг}} = \sum T_{\text{прі}} \quad (2.4)$$

де $T_{\text{заг}}$ – загальна річна трудомісткість поточного ремонту тракторів, люд.-год.;

$T_{\text{прі}}$ – трудомісткість поточного ремонту тракторів і-ї марки, люд.-год.

Таблиця 2.1 - Орієнтовна річна трудомісткість поточного ремонту тракторів ФГ «Славія»

Марка трактора	Кількість, од.	Основне використання	Середньорічне напрацювання, мото-год.	Питома трудомісткість, люд.-год./мото-год.	Трудомісткість, люд.-год.
К-700	1	енергоємні польові роботи	780	0,92	718
Т-150	1	основний і передпосівний обробіток	720	0,74	533
ДТ-75	1	польові роботи на важчих ґрунтах	650	0,68	442

МТЗ-80/82, ПМЗ-6Л	3	універсальні роботи	620	0,55	1023
Разом	6	-	-	-	2716

За результатами попереднього розрахунку, наведеного у таблиці 2.1, річна трудомісткість робіт з поточного ремонту тракторів становить 2716 люд.-год. Цей показник є базовим для подальшого визначення чисельності працівників, підбору обладнання та обґрунтування виробничої площі ділянки.

Окрім безпосереднього ремонту тракторів, у майстерні необхідно враховувати додаткові роботи, пов'язані з виготовленням нескладних пристосувань, відновленням дрібних деталей, підготовкою інструменту, переміщенням агрегатів і організаційними витратами часу. Для цього вводиться коефіцієнт додаткових робіт [4, 5].

$$T_m = T_{заг} \cdot K_d \quad (2.5)$$

де T_m – прийнята річна трудомісткість робіт ділянки поточного ремонту, люд.-год.;

K_d – коефіцієнт, що враховує додаткові й невраховані роботи, $K_d = 1,10 \dots 1,15$.

Приймаємо $K_d = 1,12$. Тоді:

$$T_m = 2716 \cdot 1,12 = 3042 \text{ люд.-год.} \quad (2.6)$$

Отже, для подальших розрахунків приймаємо річну трудомісткість робіт ділянки поточного ремонту тракторів $T_m = 3042$ люд.-год.

2.4. Розподіл трудомісткості робіт за видами операцій

Для раціонального планування роботи майстерні загальну трудомісткість необхідно розподілити за видами ремонтних операцій. Такий розподіл дозволяє визначити, які робочі місця повинні бути організовані в першу чергу, яке обладнання необхідно придбати або доукомплектувати, а також які професії робітників будуть потрібні для виконання запланованого обсягу робіт.

Розподіл трудомісткості виконано з урахуванням характеру поточного ремонту тракторів, структури типових несправностей і можливостей ремонтної майстерні господарства. Результати наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Розподіл трудомісткості поточного ремонту тракторів за видами робіт

Вид робіт	Частка, %	Трудомісткість, люд.-год.
Діагностування, приймання, контрольний огляд	10	304
Мийно-очисні роботи	7	213
Розбирально-складальні роботи	28	852
Ремонт двигуна та його систем	14	426
Ремонт трансмісії і ходової частини	16	487
Ремонт гідравлічної системи та навіски	8	243
Слюсарно-механічні роботи	9	274
Зварювальні та ковальські роботи	5	152
Регулювання, випробування, здавання машини	3	91
Разом	100	3042

З таблиці 2.2 видно, що найбільша частка трудомісткості припадає на розбирально-складальні роботи, ремонт трансмісії, ходової частини та двигуна. Це пояснюється складністю конструкції тракторів, значними навантаженнями на силові передачі й ходову частину, а також необхідністю виконання значного обсягу ручних слюсарних операцій.

2.5. Розрахунок чисельності виробничих працівників

Кількість виробничих працівників визначається за річною трудомісткістю робіт і дійсним фондом часу одного робітника. Для умов ремонтної майстерні приймаємо дійсний річний фонд часу одного робітника $\Phi_d = 1860$ год. Коефіцієнт виконання норм виробітку приймаємо $K_v = 1,10$.

Списочна чисельність виробничих робітників визначається за формулою:

$$R_{\text{сп}} = \frac{T_m}{\Phi_d \cdot K_v} \quad (2.7)$$

де $R_{\text{сп}}$ – списочна чисельність виробничих робітників, чол.;

T_m – річна трудомісткість робіт, люд.-год.;

Φ_d – дійсний фонд робочого часу одного працівника, год.;

K_v – коефіцієнт виконання норм виробітку.

Підставляємо прийняті значення [8]:

$$R_{\text{сп}} = \frac{3042}{1860 \cdot 1,10} = 1,49 \text{ чол.} \quad (2.8)$$

За результатами розрахунку приймаємо 2 виробничих працівники, які виконуватимуть основний обсяг робіт з поточного ремонту тракторів. З урахуванням сезонності робіт і необхідності виконання зварювальних, слюсарних та допоміжних операцій доцільно передбачити суміщення професій.

Явочна чисельність працівників визначається за номінальним фондом часу [4, 5, 8]:

$$R_{\text{яв}} = \frac{T_m}{\Phi_n \cdot K_v} \quad (2.9)$$

де Φ_n – номінальний фонд часу одного працівника, $\Phi_n = 2070$ год.

$$P_{\text{яв}} = \frac{3042}{2070 \cdot 1,10} = 1,34 \text{ чол.} \quad (2.10)$$

Приймаємо явочну чисельність 2 чол. У період підвищеного навантаження до виконання окремих робіт можуть залучатися трактористи-машиністи, які мають практичний досвід обслуговування закріпленої техніки.

Таблиця 2.3 - Рекомендований склад виконавців для ділянки поточного ремонту тракторів

Посада або професія	Кількість, чол.	Основні функції
Слюсар-ремонтник	1	розбирання, складання, заміна деталей, регулювання вузлів
Механік або майстер	1	діагностування, контроль якості, організація робіт, складні регулювання
Зварник / слюсар за суміщенням	0,5	зварювальні та відновлювальні роботи
Допоміжний робітник за потреби	0,5	миття, переміщення вузлів, підготовчі операції

Такий склад працівників є достатнім для виконання основних робіт з поточного ремонту тракторів у фермерському господарстві. У разі збільшення обсягу робіт або надання послуг іншим господарствам чисельність персоналу може бути збільшена.

2.6. Підбір основного технологічного обладнання

Підбір обладнання здійснюється відповідно до прийнятого технологічного процесу, річної трудомісткості робіт і характеру типових несправностей тракторів. Для ділянки поточного ремонту необхідно передбачити обладнання

для діагностування, розбирання і складання вузлів, піднімання і переміщення агрегатів, слюсарної обробки, зварювання, промивання деталей, заміни мастильних матеріалів та контролю технічного стану.

Кількість основного обладнання може визначатися за трудомісткістю відповідних робіт [4, 5]:

$$N_{об} = \frac{T_{об} \cdot K_n}{\Phi_{об} \cdot \eta_{об}} \quad (2.11)$$

де $N_{об}$ – розрахункова кількість одиниць обладнання;

$T_{об}$ – річна трудомісткість робіт, що виконуються на даному обладнанні, люд.-год.;

K_n – коефіцієнт нерівномірності завантаження;

$\Phi_{об}$ – річний фонд часу роботи обладнання, год.;

$\eta_{об}$ – коефіцієнт використання обладнання.

Для невеликої ремонтної майстерні фермерського господарства частину обладнання доцільно приймати за технологічною необхідністю, оскільки воно використовується періодично, але є обов'язковим для забезпечення якості та безпеки ремонту.

Таблиця 2.4 - Основне обладнання дільниці поточного ремонту тракторів

Найменування обладнання	Кількість	Призначення
Мийна машина високого тиску	1	зовнішнє очищення тракторів і агрегатів перед ремонтом
Слюсарний верстак з лещатами	2	виконання розбирально-складальних і слюсарних робіт
Кран-балка або пересувний гідравлічний кран	1	зняття і встановлення важких агрегатів
Домкрати гідравлічні та підставки	2 комплекти	піднімання і фіксація трактора під час ремонту
Стенд для розбирання двигунів	1	розбирання, складання і поворот двигуна під час ремонту

Компресор	1	продування деталей, живлення пневмоінструменту, фарбування
Токарно-гвинторізний верстат	1	виготовлення і відновлення нескладних деталей
Свердлильний верстат	1	свердління отворів у деталях і пристосуваннях
Точильно-шліфувальний верстат	1	заточування інструменту, зачищення деталей
Зварювальний апарат	1	ремонт рам, кронштейнів, тяг і металоконструкцій
Солідолонагнітач	1	змащування шарнірів і підшипникових вузлів
Пристрій для зливання відпрацьованої оливи	1	заміна мастильних матеріалів
Тестер акумуляторів і мультиметр	1 комплект	контроль електрообладнання
Набір динамометричних ключів	1 комплект	контроль моменту затягування відповідальних з'єднань

Наведений у таблиці 2.4 склад обладнання забезпечує виконання основних операцій поточного ремонту тракторів власними силами господарства. Найбільш відповідальні або високоточні роботи доцільно виконувати за кооперацією зі спеціалізованими ремонтними підприємствами.

2.7. Розрахунок площі ділянки поточного ремонту тракторів

Площа ділянки поточного ремонту повинна забезпечувати безпечне розміщення трактора, обладнання, робочих місць, проходів, зон складування деталей та можливість переміщення агрегатів. Виробничу площу ділянки визначають за сумою площ, зайнятих обладнанням і машиною, з урахуванням коефіцієнта проходів та робочих зон [8].

$$F_d = (F_{об} + F_m) \cdot \sigma$$

де F_d – площа ділянки, m^2 ;

$F_{об}$ – площа, зайнята обладнанням, m^2 ;

F_m – площа, зайнята трактором або ремонтною машиною, m^2 ;

σ – коефіцієнт, що враховує проходи, робочі зони та місця складування деталей.

Для ділянки поточного ремонту тракторів приймаємо площу, зайняту основним обладнанням, $F_{об} = 12 m^2$. Орієнтовна площа, необхідна для розміщення трактора з урахуванням габаритів і доступу до основних вузлів, становить $F_m = 18 m^2$. Коефіцієнт проходів і робочих зон приймаємо $\sigma = 2,0$.

$$F_d = (12 + 18) \cdot 2,0 = 60 m^2 \quad (2.13)$$

Отже, для організації ділянки поточного ремонту тракторів приймаємо виробничу площу $60 m^2$. Така площа дозволяє розмістити один ремонтний пост, слюсарні робочі місця, підйомно-транспортне обладнання, стелажі для деталей та зону тимчасового зберігання агрегатів.

Таблиця 2.5 - Орієнтовний розподіл площі ділянки поточного ремонту тракторів

Елемент ділянки	Площа, m^2	Призначення
Пост поточного ремонту трактора	30	розміщення трактора та доступ до основних агрегатів
Слюсарне робоче місце	8	розбирання, складання та ремонт вузлів
Зона мийки деталей і очищення	6	промивання вузлів і деталей
Зона зберігання агрегатів і деталей	8	тимчасове складування деталей і запасних частин

Зона обладнання та інструменту	8	розміщення компресора, стендів, стелажів
Разом	60	-

Планування ділянки повинно забезпечувати прямоочність руху машини та агрегатів: приймання і очищення, діагностування, ремонт, складання, регулювання та здавання в експлуатацію. Робочі місця необхідно розташовувати так, щоб мінімізувати зайві переміщення деталей і забезпечити безпечні проходи для працівників.

2.8. Розробка технологічного процесу відновлення вала коробки передач трактора

Одним із характерних видів робіт під час поточного ремонту тракторів є відновлення деталей трансмісії. У дипломному проєкті як приклад розглянуто технологічний процес відновлення роздавального вала коробки передач. Вал працює в умовах дії крутного моменту, згинальних навантажень і циклічних напружень. Основними дефектами такої деталі є зношування посадочних поверхонь під підшипники та зношування шліцьових ділянок.

Таблиця 2.6 - Характерні дефекти роздавального вала коробки передач

Дефект	Ознака дефекту	Рекомендований спосіб усунення
Зношування посадочної поверхні під підшипник	зменшення діаметра, порушення посадки підшипника	наплавлення з подальшою токарною і шліфувальною обробкою
Зношування шліців по товщині	збільшення бокового зазору, погіршення передавання крутного моменту	заварювання або наплавлення шліцьової частини з подальшим фрезеруванням

Пошкодження канавки під стопорне кільце	порушення фіксації деталі на валу	проточування канавки до ремонтного розміру або відновлення наплавленням
--	--------------------------------------	--

Технологічний маршрут відновлення деталі приймаємо таким: очищення і дефектація; наплавлення зношених посадочних поверхонь; заварювання або наплавлення шліцьової частини; токарна обробка поверхонь під ремонтний розмір; фрезерування шліців; шліфування посадочних поверхонь; остаточний контроль розмірів, шорсткості та твердості.

Кількість проходів під час наплавлення посадочної поверхні можна визначити за формулою [9, 10]:

$$i = \frac{D - d}{2 \cdot t} \quad (2.14)$$

де i – кількість проходів;

D – діаметр поверхні після наплавлення, мм;

d – початковий діаметр зношеної поверхні, мм;

t – товщина шару, що наплавляється за один прохід, мм.

Для прикладу приймаємо $D = 61$ мм, $d = 50$ мм, $t = 3$ мм.

$$i = \frac{61 - 50}{2 \cdot 3} = 1,83 \quad (2.15)$$

Приймаємо 2 проходи наплавлення. Частоту обертання деталі під час наплавлення визначаємо за залежністю [9, 10]:

$$n = \frac{1000 \cdot V_H}{\pi \cdot D} \quad (2.16)$$

де n – частота обертання шпинделя, хв^{-1} ;

V_H – швидкість наплавлення, м/хв. ;

D – діаметр наплавлюваної поверхні, мм.

За $V_H = 1,2 \text{ м/хв.}$ і $D = 61 \text{ мм}$ отримаємо:

$$n = \frac{1000 \cdot 1,2}{3,14 \cdot 61} = 6,3 \text{ хв}^{-1} \quad (2.17)$$

За паспортними даними верстата приймаємо найближче значення частоти обертання $n = 9 \text{ хв}^{-1}$.

Основний час наплавлення однієї поверхні визначаємо за формулою :

$$T_o = \frac{L \cdot i}{s \cdot n} \quad (2.18)$$

де T_o – основний час, хв. ;

L – довжина відновлюваної поверхні, мм. ;

i – кількість проходів; s – крок наплавлення, мм/об. ;

n – частота обертання деталі, хв^{-1} .

За $L = 29 \text{ мм}$, $i = 2$, $s = 4 \text{ мм/об}$ і $n = 9 \text{ хв}^{-1}$:

$$T_o = \frac{29 \cdot 2}{4 \cdot 9} = 1,61 \text{ хв.} \quad (2.19)$$

Оперативний час операції визначається як сума основного і допоміжного часу [9, 10]:

$$T_{оп} = T_o + T_{доп} \quad (2.20)$$

де $T_{оп}$ – оперативний час, хв. ;

$T_{доп}$ – допоміжний час, хв.

Якщо $T_{доп} = 1,2$ хв., то:

$$T_{оп} = 1,61 + 1,2 = 2,81 \text{ хв.} \quad (2.21)$$

Додатковий час визначаємо через частку від оперативного часу [9, 10]:

$$T_{дод} = T_{оп} \cdot K_{дод} \quad (2.22)$$

де $K_{дод}$ – коефіцієнт додаткового часу, $K_{дод} = 0,15$.

$$T_{дод} = 2,81 \cdot 0,15 = 0,42 \text{ хв.} \quad (2.23)$$

Штучний час операції становить:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод} \quad (2.24)$$

$$T_{шт} = 2,81 + 0,42 = 3,23 \text{ хв.} \quad (2.25)$$

Для двох однакових посадочних поверхонь загальний штучний час становитиме 6,46 хв. З урахуванням підготовчо-заключного часу $T_{пз} = 16$ хв. норма часу на наплавлювальну операцію дорівнює:

$$T_{н} = T_{шт} + T_{пз} \quad (2.26)$$

$$T_{н} = 6,46 + 16 = 22,46 \text{ хв.} \quad (2.27)$$

Після наплавлення поверхні обробляють на токарному верстаті, а остаточну точність і шорсткість забезпечують шліфуванням. Контроль виконують мікрометром, калібрами, зразками шорсткості та твердоміром. Запропонована послідовність операцій дозволяє відновити працездатність деталі без повної заміни, що зменшує витрати на поточний ремонт трактора.

2.9. Висновки до розділу

У другому розділі розроблено заходи з удосконалення технології поточного ремонту тракторів у ФГ «Славія». Запропоновано організувати ремонт за агрегатно-вузловим методом із використанням власної ремонтної майстерні та кооперації зі спеціалізованими підприємствами для виконання складних операцій.

Обґрунтовано технологічну послідовність поточного ремонту трактора, яка включає очищення, діагностування, часткове розбирання, дефектацію, ремонт або заміну деталей, складання, регулювання і контроль. Така схема дозволяє скоротити простої машин і підвищити якість ремонтних робіт.

Розраховано орієнтовну річну трудомісткість робіт з поточного ремонту тракторів, яка з урахуванням додаткових робіт становить 3042 люд.-год. На основі цього визначено потребу у виробничих працівниках, підібрано основне технологічне обладнання та обґрунтовано площу ділянки поточного ремонту тракторів у розмірі 60 м².

Як приклад технологічної частини розглянуто відновлення роздавального вала коробки передач трактора. Наведено характерні дефекти деталі, запропоновано спосіб їх усунення та виконано основні розрахунки режимів і норм часу. Запропоновані рішення можуть бути використані для підвищення ефективності ремонтного обслуговування тракторного парку господарства.

3. ПРОЄКТУВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗКОЧУВАННЯ ОСТОВІВ ТРАКТОРІВ ТИПУ МТЗ ТА ПМЗ

3.1. Обґрунтування необхідності розроблення пристрою

Поточний ремонт тракторів типу МТЗ та ПМЗ у ремонтній майстерні фермерського господарства часто пов'язаний з необхідністю роз'єднання остова машини. Таку операцію виконують під час ремонту або заміни зчеплення, коробки передач, корпусу муфти зчеплення, заднього моста, двигуна, передньої напіврама, а також під час усунення дефектів, що розташовані у стикових зонах агрегатів. Без спеціального пристрою розкочування трактора є трудомісткою і небезпечною операцією, оскільки маса окремих частин машини значна, а переміщення напіврам повинно виконуватися точно по одній осі.

У невеликих фермерських господарствах така робота нерідко проводиться за допомогою домкратів, дерев'яних підкладок, талів або випадково підібраних візків. Такий спосіб не забезпечує достатньої стійкості, ускладнює суміщення шліцьових валів і напрямних елементів під час складання, збільшує тривалість ремонту та створює підвищену небезпеку травмування працівників. Тому для умов ФГ «Славія» доцільно передбачити спеціальне пристосування, яке дозволить безпечно роз'єднувати і з'єднувати остови тракторів МТЗ-80/82, ПМЗ-6Л та машин близького класу.

Розроблюваний пристрій повинен бути простим за конструкцією, придатним для виготовлення у майстерні господарства, не потребувати складного приводу, забезпечувати достатню вантажопідйомність і давати змогу переміщувати частини трактора вздовж осі машини без перекосів. За функціональним призначенням він належить до допоміжного ремонтно-технологічного обладнання ремонтно-монтажної дільниці.

3.2. Аналіз способів роз'єднання остова трактора та вимоги до пристрою

Під час ремонту тракторів МТЗ та ПМЗ роз'єднання остова найчастіше виконують у площині стику двигуна з корпусом зчеплення, корпусу зчеплення з коробкою передач або коробки передач із заднім мостом. При цьому одна частина трактора залишається зафіксованою, а інша повинна бути вивішена, підтримана та плавно відкотитися на задану відстань. Основна складність полягає в тому, що під час розкочування необхідно зберегти співвісність агрегатів, інакше можливе пошкодження шліцьових з'єднань, напрямних шпильок, картерів або підшипникових вузлів.

У побутових умовах розкочування виконують за допомогою підручних засобів (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Побутове розкочування

У спеціалізованих ремонтних підприємствах для такої операції можуть застосовуватися рейкові стенди (рис. 3.2), підйомно-транспортні пристрої (рис 3.3) та стаціонарні візки (рис 3.4) [11, 12, 13].



Рисунок 3.2 – Рейкове пристосування



Рисунок 3.3 – За допомогою підйомника



Рисунок 3.4 – Візок для транспортування

Аналіз існуючих пристосувань для роз'єднання та розкочування тракторів показує, що більшість простих конструкцій, які використовуються в ремонтних майстернях, не повною мірою забезпечують точність і безпеку виконання робіт. Зокрема, рейкові візки, підставки та універсальні підйомні пристрої дають змогу роз'єднати трактор на окремі частини, однак мають низку суттєвих недоліків. Основною проблемою таких пристосувань є складність забезпечення співвісності валів, напрямних втулок, картера зчеплення, коробки передач і двигуна під час повторного з'єднання остова трактора. За відсутності точного регулювання положення передньої та задньої частин трактора у вертикальній і поперечній площинах складання виконується з додатковими зусиллями, що

може призводити до пошкодження шліцевих з'єднань, підшипникових вузлів, напрямних елементів і ущільнень.

Крім того, значна частина відомих пристроїв має недостатню жорсткість рами, обмежену стійкість під час переміщення навантаженої частини трактора та не завжди надійну фіксацію рухомих елементів. Під час роботи з такими пристроями зростає небезпека самовільного зміщення візка, перекосу напіврами або перекидання вузла при нерівномірному навантаженні. Це підвищує ризик травмування працівників і ускладнює виконання ремонтних операцій. Також до недоліків можна віднести значну трудомісткість підготовчих робіт, потребу в участі кількох працівників, незручність точного підведення агрегатів один до одного та недостатню універсальність під час ремонту тракторів різних марок.

З урахуванням цих недоліків для умов ремонтної майстерні ФГ «Славія» доцільно розробити більш надійне та технологічно зручне пристосування для розкочування тракторів типу МТЗ, ПМЗ, Т-40 та інших з напіврамною конструкцією. Запропонована конструкція повинна забезпечувати плавне переміщення роз'єднуваної частини трактора по напрямних, можливість регулювання положення агрегатів за висотою та в поперечному напрямку, надійну фіксацію візка у робочому положенні й безпечне утримання навантаження. Це дозволить точніше суміщати осі валів і посадочних елементів під час складання, зменшити трудомісткість робіт, підвищити якість поточного ремонту та знизити ймовірність пошкодження деталей.

Важливою умовою вибору саме такого пристосування є те, що ремонтна майстерня ФГ «Славія» може використовуватися не тільки для обслуговування власного тракторного парку, а й для надання ремонтних послуг навколишнім фермерським господарствам. У цьому випадку пристрій буде мати достатнє виробниче завантаження протягом року, тому його виготовлення є технічно й економічно доцільним. Надійна конструкція пристосування дозволить якісно виконувати роботи з ремонту зчеплення, коробки передач, двигуна, заднього моста та інших агрегатів тракторів, що підвищить рівень ремонтного сервісу в

господарстві та створить додаткові можливості для отримання доходу від виконання сторонніх замовлень.

Основні технічні вимоги до пристрою наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Основні вимоги до пристрою для розкочування тракторів

Показник	Прийнята вимога або пояснення
Призначення	Роз'єднання і розкочування остова тракторів типу МТЗ, ПМЗ (напіврамних тракторів) під час поточного ремонту
Місце використання	Ремонтно-монтажна дільниця майстерні фермерського господарства
Номінальна розрахункова маса, що сприймається пристроєм	до 6000 кг з урахуванням запасу міцності
Спосіб переміщення	Ручне переміщення рухомого візка по напрямних швелерах
Спосіб піднімання і регулювання висоти	Гідравлічний домкрат і гвинтові страхувальні опори
Вимоги до безпеки	Наявність фіксаторів, упорів, стопорів кочення, страхувальних підставок і заборона роботи без фіксації
Можливість виготовлення	Використання стандартного прокату, коліс, підшипників, домкратів і болтових з'єднань
Технологічний ефект	Зменшення трудомісткості та підвищення безпеки розбирально-складальних робіт

3.3. Опис конструкції пристрою

Запропонований пристрій для розкочування тракторів складається з двох напрямних, які встановлюються на рівній ділянці підлоги ремонтної майстерні, рухомого поздовжнього візка, поперечної платформи з гідравлічним домкратом, нерухомої опори, регульованих гвинтових підставок, обмежувачів ходу та стопорних елементів. Напрямні доцільно виготовити зі швелерів, закріплених на

підлозі або встановлених на знімній рамі. Таке рішення дозволяє застосовувати пристрій без будівництва стаціонарного рейкового шляху.

Рухомий візок призначений для підтримання та переміщення передньої або задньої частини трактора після роз'єднання агрегатів. Він має зварну раму з поперечними балками, чотири колеса з підшипниками, опорну плиту, гідравлічний домкрат та гвинтову страхувальну опору. Домкрат забезпечує підведення опорної плити до агрегату і точне регулювання висоти, а гвинтова опора приймає навантаження після піднімання та не допускає самовільного опускання частини трактора.

Нерухома опора використовується для фіксації тієї частини трактора, яка залишається на місці. Її висота регулюється відповідно до конструкції трактора та місця встановлення під корпусом зчеплення, коробкою передач або заднім мостом. Для запобігання зсуву опора повинна мати широку основу, отвори для кріплення до підлоги або механічні упори, що взаємодіють з напрямними.

Основні складові пристрою та їх призначення наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Основні елементи пристрою для розкочування тракторів

Елемент пристрою	Призначення
Напрямні швелери	Задають прямолінійний напрям переміщення рухомого візка та сприймають навантаження від коліс
Поздовжній рухомий візок	Забезпечує відкочування частини трактора після роз'єднання агрегатів
Поперечна платформа	Дозволяє розмістити домкрат у потрібній точці під картером або рамою
Гідравлічний домкрат	Піднімає частину трактора на необхідну висоту перед розкочуванням
Гвинтові страхувальні опори	Фіксують висоту після піднімання та підвищують безпеку роботи
Упори та стопори	Обмежують самовільне переміщення візка по напрямних

Опорні плити та змінні накладки	Забезпечують стійке спирання на картер, раму або інші елементи трактора
Колеса з підшипниками	Зменшують зусилля переміщення та забезпечують плавний хід візка

3.4. Технологія використання пристрою під час поточного ремонту

Перед початком робіт трактор встановлюють на рівну підлогу ремонтно-монтажної дільниці. Машину очищають від забруднень, зливають або перекидають технологічні рідини у вузлах, які від'єднуються, відключають акумуляторну батарею, знімають навісні елементи, що заважають доступу до стику агрегатів. Колеса трактора фіксують упорами. Після цього визначають площину роз'єднання і встановлюють нерухому та рухому опори.

Під час роз'єднання трактора важливо не тільки підняти відповідну частину машини, а й забезпечити її співвісне переміщення. Для цього рухомий візок встановлюють під тією частиною остова, яка відкочується. Домкратом підводять опорну плиту до корпусу або рами, після чого масу частини трактора передають на пристрій. Після встановлення гвинтових страхувальних опор і перевірки стійкості знімають кріпильні болти стику, від'єднують тяги, трубопроводи, електропроводку та інші комунікації. Далі рухому частину повільно відкочують на відстань, достатню для виконання ремонтних операцій.

Послідовність використання пристрою наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Послідовність виконання робіт із застосуванням пристрою

Етап	Зміст операції	Контрольні вимоги
1	Підготовка трактора до ремонту, очищення та встановлення на робоче місце	Машина повинна стояти на рівній твердій поверхні
2	Встановлення напрямних, нерухомої опори та рухомого	Напрямні мають бути паралельними осі трактора

3	Підведення домкрата і опорної плити до частини остова, що розкочується	Опора повинна контактувати з міцним елементом конструкції
4	Піднімання та фіксація частини трактора страхувальними опорами	Після піднімання заборонено спирати машину тільки на домкрат
5	Роз'єднання кріплень стику агрегатів	Перед відкочуванням перевіряють від'єднання трубопроводів, тяг і проводки
6	Плавне розкочування частини трактора	Не допускаються перекоси, ривки і бокові переміщення
7	Виконання ремонтних робіт	Частини трактора повинні бути надійно зафіксовані
8	Складання трактора у зворотній послідовності	Стикування виконують при співвісному положенні агрегатів

3.5. Розрахунок основних елементів пристрою

Розрахунок виконуємо для найбільш несприятливого випадку, коли пристрій сприймає масу частини трактора з урахуванням запасу. Для підвищення універсальності пристрою приймаємо розрахункову масу вантажу 6000 кг. Таке значення перевищує масу окремої частини тракторів МТЗ та ПМЗ, однак забезпечує достатній запас міцності для роботи в умовах ремонтної майстерні.

Таблиця 3.4 - Вихідні дані для розрахунку пристрою

Показник	Позначення	Прийняте значення
Розрахункова маса вантажу	Q_p	6000 кг
Маса рухомого візка з домкратом	G_v	200 кг
Прискорення вільного падіння	g	9,81 м/с ²
Коефіцієнт динамічності	k_d	1,15

Коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження	φ	1,20
Кількість коліс рухомого візка	z	4
Діаметр колеса	D_k	100 мм
Ширина робочої поверхні колеса	b_k	35 мм
Матеріал колеса	-	сталь 65Г
Матеріал балок і рами	-	сталь Ст3 або сталь 20

3.5.1. Визначення навантаження на колесо рухомого візка

За умови рівномірного розподілу навантаження між колесами рухомого візка сила, що припадає на одне колесо, визначається за формулою [14, 15]

$$P_k = \frac{(Q_p + G_B) \cdot g}{z} \quad (3.1)$$

Після підстановки прийнятих значень за формулою (3.1) отримуємо $P_k = 15205$ Н.

де P_k – навантаження на одне колесо, Н;

Q_p – розрахункова маса вантажу, кг;

G_B – маса рухомого візка з домкратом, кг;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

z – кількість коліс візка.

З урахуванням динамічності та можливої нерівномірності розподілу навантаження приймаємо розрахункове навантаження на колесо [14, 15]:

$$P_{роз} = P_k \cdot k_d \cdot \varphi \quad (3.2)$$

За формулою (3.2) $P_{роз} = 20983$ Н, для подальших перевірочних розрахунків приймаємо $P_{роз} = 21000$ Н.

3.5.2. Перевірка коліс на контактну міцність

Колеса рухомого візка контактують з полицею напрямного швелера. Оскільки контакт має наближено лінійний характер, перевірку виконуємо за контактним напруженням. Розрахункове контактне напруження визначаємо за залежністю [16]:

$$\sigma_{зм} = 0,418 \sqrt{\frac{P_{роз} \cdot E_{пр}}{b_k \cdot R_k}} \quad (3.3)$$

де $\sigma_{зм}$ – контактне напруження зминання, Н/см²;

$E_{пр}$ – приведений модуль пружності для пари «колесо–швелер», Н/см²;

b_k – ширина контактної поверхні колеса, см;

R_k – радіус колеса, см.

Для колеса діаметром $D_k = 100$ мм приймаємо $R_k = 5$ см, $b_k = 3,5$ см, $E_{пр} = 2,1 \cdot 10^7$ Н/см². Тоді

$$\sigma_{зм} = 66300 \text{ Н/см}^2 \quad (3.4)$$

Для сталі 65Г допустиме контактне напруження приймаємо $[\sigma_{зм}] = 85000$ Н/см². Оскільки $\sigma_{зм} = 66300 \text{ Н/см}^2 < [\sigma_{зм}] = 85000 \text{ Н/см}^2$, умова контактної міцності коліс виконується.

3.5.3. Розрахунок поперечної балки візка на міцність

Поперечні балки візка сприймають навантаження від домкрата і передають його на колеса. Розрахункову схему поперечної балки наведено на рис. 3.2.

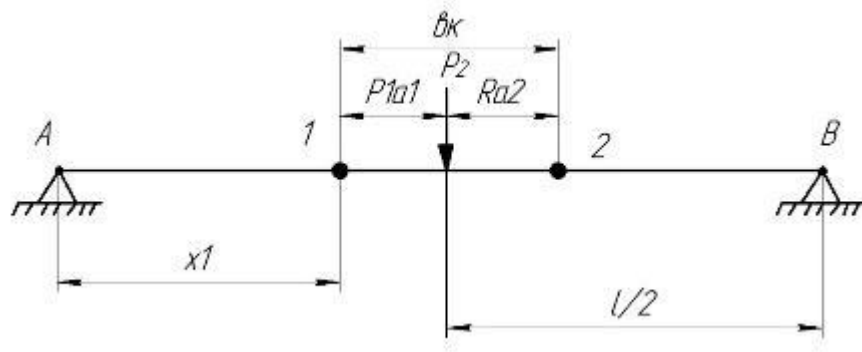


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема поперечної балки візка

Навантаження, яке передається на одну поперечну балку, визначаємо як половину загальної розрахункової сили [17, 18]:

$$P_6 = \frac{(Q_p + G_B) \cdot g}{2} \quad (3.5)$$

Після підстановки значень у формулу (3.5) отримуємо $P_6 = 30411 \text{ Н}$.

Максимальний згинальний момент для балки, навантаженої посередині прольоту, визначаємо за формулою

$$M_{max} = \frac{P_6 \cdot L}{4} \quad (3.6)$$

За прийнятого прольоту $L = 0,95 \text{ м}$ максимальний згинальний момент становить $M_{max} = 7223 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Для виготовлення поперечної балки приймаємо швелер №14 з моментом опору $W_x = 70,2 \text{ см}^3$. Напруження згину дорівнює [17, 18]

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{max}}{W_x} \quad (3.7)$$

Після підстановки $M_{max} = 722300 \text{ Н} \cdot \text{см}$ і $W_x = 70,2 \text{ см}^3$ отримуємо $\sigma_{зг} = 10289 \text{ Н/см}^2$.

Допустиме напруження для сталі Ст3 приймаємо $[\sigma_{зг}] = 16000 \text{ Н/см}^2$.
Отримане значення $\sigma_{зг} = 10289 \text{ Н/см}^2$ менше допустимого, тому міцність поперечної балки забезпечується.

3.5.4. Перевірка поперечної балки на прогин

Для нормального з'єднання частин трактора важливо, щоб прогин балки не спричиняв перекосу агрегатів. Розрахунковий прогин визначаємо за формулою [18]:

$$f = \frac{P_6 \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot J_x} \quad (3.8)$$

де f – прогин балки, см;

L – проліт балки, см;

E – модуль пружності сталі, Н/см²;

J_x – момент інерції перерізу, см⁴.

Для швелера №14 приймаємо $J_x = 491 \text{ см}^4$, $L = 95 \text{ см}$, $E = 2,1 \cdot 10^7 \text{ Н/см}^2$.

Тоді

$$f = 0,053 \text{ см} \quad (3.9)$$

Допустимий прогин приймаємо за умовою

$$f_{\text{доп}} = \frac{L}{400} \quad (3.10)$$

За формулою (3.10) $f_{\text{доп}} = 0,238 \text{ см}$.

Оскільки $f = 0,053 \text{ см} < f_{\text{доп}} = 0,238 \text{ см}$, жорсткість балки є достатньою.

3.5.5. Розрахунок осі колеса на зріз

Ось колеса сприймає навантаження від колеса і працює переважно на зріз. Для підвищення надійності приймаємо двозрізну схему кріплення осі. Площа поперечного перерізу осі визначається за формулою [17, 18]

$$A_o = \frac{\pi \cdot d_o^2}{4} \quad (3.11)$$

Приймаємо діаметр осі $d_o = 30 \text{ мм} = 3 \text{ см}$. Тоді $A_o = 7,07 \text{ см}^2$. Напруження зрізу становить

$$\tau_{зр} = \frac{P_{роз}}{2 \cdot A_o} \quad (3.12)$$

Після підстановки $P_{роз} = 21000 \text{ Н}$ і $A_o = 7,07 \text{ см}^2$ отримуємо $\tau_{зр} = 1485 \text{ Н/см}^2$.

Для сталі 45 допустиме напруження зрізу приймаємо $[\tau_{зр}] = 7000 \text{ Н/см}^2$. Умова $\tau_{зр} < [\tau_{зр}]$ виконується, тому прийнятий діаметр осі забезпечує необхідну міцність.

3.5.6. Розрахунок гвинтової страхувальної опори

Після піднімання частини трактора домкратом навантаження повинно передаватися на гвинтову страхувальну опору. Це підвищує безпеку, оскільки гідравлічний домкрат не повинен залишатися єдиним елементом, який утримує частину трактора під час ремонту.

Розрахункове напруження стиску у гвинтовій опорі визначаємо за формулою

$$\sigma_{ст} = \frac{P_6}{A_{ст}} \quad (3.13)$$

Площа небезпечного перерізу гвинта дорівнює

$$A_{\text{ст}} = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \quad (3.14)$$

Для гвинта М30 внутрішній діаметр різьби становить приблизно $d_1 = 27,7$ мм = 2,77 см. Тоді $A_{\text{ст}} = 6,03$ см², а напруження стиску

$$\sigma_{\text{ст}} = 5043 \text{ Н/см}^2 \quad (3.15)$$

Допустиме напруження для сталевий гвинтової опори приймаємо $[\sigma_{\text{ст}}] = 12000$ Н/см². Оскільки $5043 \text{ Н/см}^2 < 12000 \text{ Н/см}^2$, гвинтова опора має достатню міцність.

3.5.7. Перевірка болтів кріплення опорної плити

Опорна плита кріпиться до платформи чотирма болтами. Перевірку виконуємо за умовою розтягу болтів від розрахункового навантаження. Навантаження, що припадає на один болт, дорівнює

$$F_6 = \frac{P_6}{n} \quad (3.16)$$

За формулою (3.16) $F_6 = 7603$ Н.

Напруження розтягу в болті визначається за формулою

$$\sigma_6 = \frac{F_6}{A_6} \quad (3.17)$$

Після підстановки $F_6 = 7603$ Н і $A_6 = 1,57$ см² отримуємо $\sigma_6 = 4843$ Н/см².

Для болта М16 площу розрахункового перерізу приймаємо $A_6 = 1,57 \text{ см}^2$. Допустиме напруження для болтів зі сталі 45 становить $[\sigma_6] = 16000 \text{ Н/см}^2$. Отже, болтове з'єднання має достатній запас міцності.

3.5.8. Вибір гідравлічного домкрата та перевірка стійкості

Для піднімання частини трактора приймаємо гідравлічний домкрат з вантажопідйомністю не менше розрахункового навантаження з урахуванням коефіцієнта запасу. Необхідне зусилля домкрата визначаємо за формулою

$$F_d \geq k_z \cdot P_6 \quad (3.18)$$

За формулою (3.18) $F_d = 39534 \text{ Н}$.

Отримане значення відповідає приблизно 4,0 тс. Тому для пристрою приймаємо гідравлічний домкрат вантажопідйомністю 5 т. Для підвищення універсальності та безпеки може бути передбачене встановлення двох домкратів або домкрата більшої вантажопідйомності залежно від фактичної маси частини трактора.

Стійкість візка перевіряємо відносно можливого бокового перекидання. Бічне зусилля приймаємо як 10 % від вертикального навантаження. Коефіцієнт стійкості визначаємо за формулою

$$K_{\text{ст}} = \frac{P_6 \cdot \frac{B}{2}}{F_{\text{бок}} \cdot h} = \frac{B}{0,2 \cdot h} \quad (3.19)$$

де B – ширина опорної бази візка, м;

h – висота прикладання бокового зусилля, м;

$F_{\text{бок}}$ – умовне бічне зусилля, Н.

За $B = 0,95 \text{ м}$ і $h = 0,85 \text{ м}$ маємо

$$K_{\text{ст}} = \frac{0,95}{0,2 \cdot 0,85} = 5,59 \quad (3.20)$$

Коефіцієнт стійкості більший за мінімально допустиме значення 1,5. Отже, прийнята ширина візка забезпечує стійкість під час розкочування трактора.

3.6. Технічна характеристика розробленого пристрою

На основі проведених розрахунків і конструктивних міркувань сформовано технічну характеристику пристрою. Вона наведена у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Технічна характеристика пристрою для розкочування тракторів

Показник	Значення
Тип пристрою	рухомий гідромеханічний пристрій для роз'єднання і розкочування остова трактора
Призначення	поточний ремонт тракторів МТЗ, ПМЗ та машин близького тягового класу
Номінальна вантажопідйомність	до 5 т на домкрат; розрахункове навантаження прийнято з запасом
Конструкція рами	збірно-зварна зі стандартного сталевого прокату
Напрявні	швелерні, з можливістю стаціонарного або знімного встановлення
Кількість коліс рухомого візка	4
Діаметр коліс	100 мм
Матеріал коліс	сталь 65Г
Основні балки візка	швелер №14; поздовжні напрямні — швелер №18 або рівноцінний профіль
Гвинтова страхувальна опора	М30 або конструктивно рівноцінна
Болти кріплення опорної плити	М16, 4 шт.
Орієнтовна ширина опорної бази	950 мм
Орієнтовна довжина напрямних	2500...3000 мм

Очікуване зниження трудомісткості операції	15...20 %
Основний ефект	підвищення безпеки, точності стикування та скорочення часу розбирання-складання

3.7. Висновок

У третьому розділі розроблено конструкцію пристрою для роз'єднання і розкочування остовів тракторів типу МТЗ та ПМЗ. Запропонована конструкція складається з напрямних, рухомого візка, гідравлічного домкрата, гвинтових страхувальних опор, нерухомої опори та стопорних елементів. Такий пристрій може бути використаний на ремонтно-монтажній ділянці фермерського господарства під час ремонту зчеплення, коробки передач, двигуна, заднього моста та інших агрегатів трактора.

Виконані перевіірочні розрахунки показали, що прийняті конструктивні елементи мають достатню міцність і жорсткість. Колеса витримують контактне навантаження, поперечна балка зі швелера №14 забезпечує необхідний запас міцності та допустимий прогин, осі коліс і болтові з'єднання працюють у безпечних межах, а прийнятий гідравлічний домкрат вантажопідйомністю 5 т відповідає умовам роботи пристрою.

Впровадження пристрою дозволить підвищити безпеку розбирально-складальних робіт, зменшити трудомісткість операції розкочування тракторів орієнтовно на 15...20 %, скоротити простої техніки під час поточного ремонту та покращити якість складання агрегатів після ремонту.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Загальні відомості з охорони праці у спроектованій майстерні

Охорона праці у ремонтній майстерні ФГ «Славія» є обов'язковою умовою якісного виконання поточного ремонту тракторів. У спроектованій майстерні передбачається виконання розбирально-складальних, слюсарних, діагностичних, регулювальних і допоміжних робіт. Тому організація робочих місць повинна забезпечувати безпечне переміщення тракторів, агрегатів, інструменту та запасних частин.

Нормативною основою розроблення заходів є Закон України «Про охорону праці», відповідно до якого роботодавець зобов'язаний створити безпечні умови праці, забезпечити працівників засобами індивідуального захисту та організувати навчання з питань охорони праці [19]. Для умов сільськогосподарського підприємства також враховуються галузеві правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві [20] і вимоги безпечного виконання робіт під час технічного обслуговування та ремонту машин [21].

Основними небезпечними чинниками у майстерні є підняті або роз'єднані частини трактора, рухомі візки та напрямні, гострі кромки деталей, електроінструмент, зварювальне обладнання, паливно-мастильні матеріали, недостатнє освітлення, шум і забруднення повітря. Найбільш небезпечними є операції, пов'язані з розкочуванням остова трактора, оскільки при неправильному встановленні опор можливі перекіс, самовільне зміщення агрегату або травмування працівника.

Приміщення майстерні повинно мати рівну неслизьку підлогу, достатні проходи між обладнанням і ремонтними постами, справне освітлення та вентиляцію. Проходи не допускається захащувати деталями, тарою, шлангами, електрокабелями або використаними матеріалами. Розлиті паливно-мастильні матеріали необхідно негайно прибирати, а відпрацьовану оливу зберігати у закритій тарі в спеціально відведеному місці.

Електрообладнання, переносні світильники та ручний електроінструмент повинні бути справними, мати захист від пошкодження кабелів і, за необхідності, заземлення. Під час огляду нижніх частин трактора доцільно використовувати переносне освітлення безпечної напруги або акумуляторні світлодіодні лампи. Зварювальні роботи виконують тільки після очищення робочої зони від горючих матеріалів і забезпечення вентиляції.

Умови праці в майстерні повинні відповідати санітарним вимогам. Мікроклімат виробничого приміщення визначається температурою, відносною вологістю, швидкістю руху повітря та температурою навколишніх поверхонь. У холодний період року необхідно підтримувати температуру, за якої працівник може безпечно виконувати точні слюсарні операції, а в літній період слід забезпечувати провітрювання і видалення надлишкового тепла.

Працівники допускаються до ремонту тракторів після проходження інструктажів, навчання безпечним методам роботи та перевірки знань. Вони повинні користуватися спецодягом, захисним взуттям, рукавицями, окулярами, а під час зварювання - щитком і спеціальними рукавицями. Роботи під піднятою частиною трактора дозволяється виконувати тільки після встановлення страхувальних підставок і надійної фіксації машини.

Таблиця 4.1 - Основні небезпечні чинники у майстерні та заходи їх попередження

Небезпечний чинник	Можливі наслідки	Профілактичні заходи
Підняті частини трактора	Падіння агрегату, притискання працівника	Застосування справних домкратів, опор, фіксаторів і страхувальних підставок
Рух візків і напрямних	Защемлення рук і ніг, самовільне зміщення частин трактора	Фіксація коліс, очищення напрямних, заборона перебування у зоні руху
Паливно-мастильні матеріали	Пожежа, ковзання, подразнення шкіри	Закрита тара, швидке прибирання розливів, використання рукавиць

Електроінструмент і освітлення	Ураження електричним струмом	Огляд кабелів, справне заземлення, застосування безпечної напруги
Зварювальні роботи	Опіки, ураження очей, займання матеріалів	Захисний щиток, рукавиці, вентиляція, прибирання горючих предметів

4.2. Вимоги охорони праці при роботі з розробленим пристроєм

Розроблений пристрій призначений для роз'єднання і розкочування остовів тракторів типу МТЗ та ПМЗ під час поточного ремонту зчеплення, коробки передач, двигуна, заднього моста й інших агрегатів. Його застосування дає змогу зменшити частку ручної праці, забезпечити плавне переміщення частин трактора та точніше сумістити агрегати під час складання. Водночас робота з пристроєм належить до операцій підвищеної небезпеки, тому повинна виконуватися за встановленою послідовністю.

Перед початком роботи необхідно оглянути пристрій і перевірити стан рами, напрямних, коліс, домкрата, гвинтових або регулювальних опор, фіксаторів, болтових і зварних з'єднань. Не допускається використання пристрою за наявності тріщин, деформацій, заїдання коліс, пошкодження різьби, несправності домкрата або витікання робочої рідини. Напрямні мають бути чистими, сухими та вільними від сторонніх предметів.

Трактор перед розкочуванням установлюють на рівну тверду площадку. Машину необхідно загальмувати, під колеса встановити противідкотні упори, двигун зупинити, акумуляторну батарею від'єднати. Перед роз'єднанням від'єднують тяги, шланги, електропроводи й трубопроводи, які можуть бути пошкоджені під час переміщення частин трактора. Навісне обладнання та вантажі, що впливають на стійкість, повинні бути зняті або надійно зафіксовані.

Під час встановлення пристрою необхідно забезпечити співвісність напрямних із поздовжньою віссю трактора. Опори розміщують тільки під міцними елементами рами або корпусу, які можуть сприймати навантаження.

Забороняється спирати домкрат на кришки, тонкостінні елементи, трубопроводи або деталі облицювання. Піднімання виконують плавно, без ривків, контролюючи положення трактора та роботу фіксаторів.

Під час розкочування забороняється перебувати між передньою і задньою частинами трактора, під піднятим агрегатом або в зоні можливого зміщення візка. Переміщення виконують повільно, узгодженими діями не менше двох працівників. Якщо виникає перекид, заїдання, сторонній шум або різке збільшення зусилля, роботу негайно припиняють і усувають причину.

Під час зворотного складання не допускається стягування частин трактора болтами, якщо вали, шліцьові з'єднання та посадочні поверхні не суміщені. Таке порушення може призвести до пошкодження диска зчеплення, шліців, підшипників і корпусних деталей. Положення агрегатів потрібно регулювати за висотою та у поперечному напрямку за допомогою елементів пристрою, домагаючись вільного входження валів у зачеплення.

Після завершення роботи пристрій очищають від бруду та оливи, перевіряють стан коліс, фіксаторів, домкрата й напрямних. Виявлені несправності усувають до наступного використання. Оскільки майстерня ФГ «Славія» може надавати послуги навколишнім фермерським господарствам, пристрій повинен регулярно оглядатися, а його вантажопідйомність не можна перевищувати навіть при короткочасних роботах зі сторонньою технікою.

Таблиця 4.2 - Вимоги безпеки під час використання пристрою для розкочування тракторів

Етап роботи	Основні вимоги безпеки
Підготовка місця	Очистити площадку, прибрати сторонні предмети, підготувати упори, опори та інструмент
Огляд пристрою	Перевірити раму, напрямні, колеса, домкрат, фіксатори, болтові та зварні з'єднання
Встановлення трактора	Загальмувати трактор, установити упори, зупинити двигун, від'єднати акумулятор
Розкочування	Переміщувати частини плавно, не перебувати між агрегатами, контролювати шланги й проводи

Складання	Забезпечити співвісність валів, не стягувати агрегати болтами при перекосі
Завершення	Очистити пристрій, перевірити технічний стан, прибрати інструмент

4.3. Висновок

У розділі розглянуто основні питання охорони праці у спроектованій майстерні ФГ «Славія». Встановлено, що під час поточного ремонту тракторів найбільшу небезпеку становлять операції з піднятими та роз'єднаними частинами машин, використання домкратів, рухомих візків, електроінструменту, зварювального обладнання та паливно-мастильних матеріалів.

Для зниження ризику необхідно забезпечити правильне планування ремонтних постів, справність обладнання, достатнє освітлення і вентиляцію, своєчасне прибирання робочих місць, застосування засобів індивідуального захисту та проведення інструктажів. Особливу увагу слід приділяти роботі з розробленим пристроєм для розкочування тракторів типу МТЗ і ПМЗ, оскільки від точності встановлення, надійності фіксації та дотримання послідовності операцій залежить безпека працівників і якість ремонту.

Впровадження пристрою за умови дотримання вимог охорони праці дозволить зменшити частку ручної праці, підвищити безпеку розбирально-складальних робіт, забезпечити кращу співвісність агрегатів під час складання та створити умови для якісного надання ремонтних послуг власному господарству й навколишнім фермерським підприємствам.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

У дипломному проєкті запропоновано удосконалення технології поточного ремонту тракторів в умовах ФГ «Славія». Основним проєктним рішенням є раціональніша організація ремонтно-монтажної ділянки та застосування розробленого пристрою для роз'єднання і розкочування остовів тракторів типу МТЗ та ПМЗ. Таке пристосування дає змогу безпечніше виконувати роботи, пов'язані з ремонтом зчеплення, коробки передач, двигуна, заднього моста та інших агрегатів, для доступу до яких необхідне розстикування трактора.

Техніко-економічна оцінка виконується шляхом порівняння базового та проєктного варіантів. За базовий варіант прийнято існуючу організацію поточного ремонту, коли роз'єднання тракторів виконується із застосуванням універсальних підставок, домкратів і підйомних засобів без спеціалізованого пристрою для точного розкочування. Такий спосіб потребує значних витрат ручної праці, ускладнює суміщення осей валів під час складання та підвищує ризик пошкодження деталей.

За проєктний варіант прийнято організацію робіт із використанням спеціального пристрою для розкочування тракторів. Він забезпечує стійке утримання роз'єднаних частин трактора, плавне переміщення передньої або задньої частини машини, регулювання положення вузлів та надійну фіксацію під час виконання ремонтних операцій. У результаті скорочується тривалість розбирально-складальних робіт, зменшується кількість допоміжних операцій і підвищується якість складання агрегатів.

Додатковою особливістю проєктного варіанта є можливість використання пристрою не тільки для власного тракторного парку ФГ «Славія», а й для виконання платних ремонтних послуг навколишнім фермерським господарствам. Оскільки трактори МТЗ та ПМЗ широко використовуються в невеликих аграрних підприємствах, розроблене пристосування може мати

достатнє завантаження протягом року. Це підвищує доцільність його виготовлення та скорочує строк окупності вкладених коштів.

Розрахунок виконуємо за основними показниками: річна трудомісткість робіт, фонд оплати праці, амортизаційні відрахування, витрати на поточний ремонт обладнання, матеріали, електроенергію, загальні річні витрати, річний економічний результат, прибуток, рентабельність і строк окупності додаткових капіталовкладень. Вихідні дані для техніко-економічного розрахунку наведено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Вихідні дані для техніко-економічного розрахунку

Показник	Один. виміру	Базовий варіант	Проектний варіант
Річна трудомісткість робіт з поточного ремонту тракторів	люд.-год	1 760	2 140
Трудомісткість робіт для власного тракторного парку	люд.-год	1 760	1 500
Трудомісткість робіт для сторонніх замовників	люд.-год	0	640
Середня тарифна ставка виробничого працівника	грн/год	140	140
Розрахункова вартість робіт для власного парку	грн/нормо-год	420	420
Вартість робіт для сторонніх замовників	грн/нормо-год	—	720
Капіталовкладення у діляницю, обладнання та пристрій	грн	110 000	390 000
Норма амортизації	%	15	15
Витрати на поточний ремонт обладнання	%	5	5
Річне споживання електроенергії	кВт·год	1 600	3 000
Вартість електроенергії	грн/кВт·год	11	11
Норматив витрат на матеріали та запасні частини	%	25	34

У проєктному варіанті трудомісткість робіт для власного тракторного парку зменшується за рахунок механізації процесу роз'єднання та складання остова трактора. Разом із тим загальна річна трудомісткість збільшується, оскільки майстерня додатково виконує платні роботи для сторонніх замовників. Такий підхід дозволяє краще завантажити обладнання та забезпечити додатковий дохід господарства.

Основну заробітну плату виробничих працівників визначаємо залежно від річної трудомісткості робіт і тарифної ставки [23]:

$$З_о = Н_з \cdot T \quad (5.1)$$

де $З_о$ – основна заробітна плата, грн;

$Н_з$ – тарифна ставка виробничого працівника, грн/год;

T – річна трудомісткість робіт, люд.-год.

Для базового варіанта:

$$З_{о.б} = 140 \cdot 1\,760 = 246\,400 \text{ грн.}$$

Для проєктного варіанта:

$$З_{о.п} = 140 \cdot 2\,140 = 299\,600 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата приймається у розмірі 10 % від основної, а нарахування на оплату праці – 22 % від суми основної та додаткової заробітної плати [23]:

$$З_{\text{дод}} = 0,10 \cdot З_о; \quad З_{\text{н}} = 0,22 \cdot (З_о + З_{\text{дод}}) \quad (5.2)$$

$$З = З_о + З_{\text{дод}} + З_{\text{н}} \quad (5.3)$$

Загальний фонд оплати праці з нарахуваннями становить: для базового варіанта $Зб = 330\,669$ грн; для проєктного варіанта $Зп = 402\,063$ грн.

Амортизаційні відрахування визначаємо за сумою капіталовкладень у приміщення, технологічне обладнання, інструмент і розроблений пристрій для розкочування тракторів [23]:

$$A = \frac{K \cdot H_a}{100} \quad (5.4)$$

$$Аб = 110\,000 \cdot 15 / 100 = 16\,500 \text{ грн};$$

$$Ап = 390\,000 \cdot 15 / 100 = 58\,500 \text{ грн}.$$

Витрати на поточний ремонт обладнання, підтримання його справного стану та дрібне технічне обслуговування приймаємо у відсотках від капіталовкладень [23]:

$$P_o = \frac{K \cdot H_p}{100} \quad (5.5)$$

$$Ро.б = 110\,000 \cdot 5 / 100 = 5\,500 \text{ грн};$$

$$Ро.п = 390\,000 \cdot 5 / 100 = 19\,500 \text{ грн}.$$

Витрати на ремонтні матеріали, мастильні матеріали, обтиральні матеріали, кріпильні вироби, запасні частини та дрібний інструмент визначаємо нормативним методом від фонду оплати праці [23]:

$$C_m = \frac{З \cdot H_m}{100} \quad (5.6)$$

$$См.б = 330\,669 \cdot 25 / 100 = 82\,667 \text{ грн};$$

$$См.п = 402\,063 \cdot 34 / 100 = 136\,701 \text{ грн}.$$

Витрати на електроенергію розраховуємо за річним споживанням електроенергії та прийнятою вартістю 1 кВт·год [23]:

$$C_e = W_e \cdot C_e \quad (5.7)$$

$$C_{e.б} = 1\,600 \cdot 11 = 17\,600 \text{ грн};$$

$$C_{e.п} = 3\,000 \cdot 11 = 33\,000 \text{ грн.}$$

Інші витрати включають витрати на спецодяг, засоби індивідуального захисту, освітлення робочої зони, обслуговування інструменту, засоби пожежогасіння та господарські потреби. Їх приймаємо у розмірі 5 % від суми основних витрат:

$$C_{ін} = 0,05 \cdot \Sigma C_{осн} \quad (5.8)$$

$$C_{ін.б} = 22\,647 \text{ грн};$$

$$C_{ін.п} = 32\,488 \text{ грн.}$$

Загальні річні витрати на виконання робіт визначаємо як суму всіх основних складових [23]:

$$Z_{заг} = Z + A + P_o + C_m + C_e + C_{ін} \quad (5.9)$$

$$Z_{заг.б} = 475\,583 \text{ грн};$$

$$Z_{заг.п} = 682\,253 \text{ грн.}$$

Собівартість однієї нормо-години робіт визначаємо діленням загальних річних витрат на річну трудомісткість робіт:

$$C_n = \frac{Z_{заг}}{T} \quad (5.10)$$

$$C_{н.б} = 475\,583 / 1\,760 = 270 \text{ грн/нормо-год};$$

$$C_{н.п} = 682\,253 / 2\,140 = 319 \text{ грн/нормо-год.}$$

Річний економічний результат визначаємо як суму умовної економії від виконання робіт для власного тракторного парку та доходу від надання послуг стороннім замовникам. Роботи для власного парку оцінюємо за розрахунковою вартістю 420 грн/нормо-год, що відображає економію на залученні сторонніх ремонтних організацій. Роботи для сторонніх замовників приймаємо за ціною 720 грн/нормо-год [23]:

$$Д = T_{вл} \cdot C_{вл} + T_{ст} \cdot C_{ст} \quad (5.11)$$

$$Дб = 1\,760 \cdot 420 = 739\,200 \text{ грн;}$$

$$Дп = 1\,500 \cdot 420 + 640 \cdot 720 = 1\,090\,800 \text{ грн.}$$

Річний прибуток визначаємо як різницю між річним економічним результатом і загальними річними витратами:

$$П_{річ} = Д - З_{заг} \quad (5.12)$$

$$Пріч.б = 739\,200 - 475\,583 = 263\,617 \text{ грн;}$$

$$Пріч.п = 1\,090\,800 - 682\,253 = 408\,547 \text{ грн.}$$

Додатковий річний прибуток від упровадження проєктного варіанта становить [23]:

$$\Delta П_{річ} = П_{річ.п} - П_{річ.б} \quad (5.13)$$

$$\Delta Пріч = 408\,547 - 263\,617 = 144\,930 \text{ грн.}$$

Рентабельність робіт визначаємо як відношення річного прибутку до загальних річних витрат:

$$R = \frac{\Pi_{\text{річ}}}{\Sigma_{\text{заг}}} \cdot 100 \quad (5.14)$$

$$R_6 = 263\,617 / 475\,583 \cdot 100 = 55,4 \%;$$

$$R_{\Pi} = 408\,547 / 682\,253 \cdot 100 = 59,9 \%.$$

Строк окупності додаткових капіталовкладень визначаємо за відношенням приросту капітальних витрат до додаткового річного прибутку:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Delta K}{\Delta \Pi_{\text{річ}}} \quad (5.15)$$

$$T_{\text{ок}} = (390\,000 - 110\,000) / 144\,930 = 1,9 \text{ року.}$$

Отримані результати свідчать, що найбільший позитивний ефект у проєктному варіанті забезпечується завдяки двом чинникам: зменшенню трудомісткості власних ремонтних робіт і можливості виконання додаткових замовлень для інших фермерських господарств. Пристрій для розкочування тракторів підвищує технологічність операцій, зменшує потребу в ручному переміщенні важких частин трактора та дозволяє виконувати роботи з більшою точністю.

Таблиця 5.2 - Техніко-економічні показники проєкту

№	Показник	Одиниця виміру	Базовий варіант	Проєктний варіант
1	Річна трудомісткість робіт	люд.-год	1 760	2 140
2	Трудомісткість робіт для сторонніх замовників	люд.-год	0	640
3	Капіталовкладення	грн	110 000	390 000
4	Фонд оплати праці з нарахуваннями	грн/рік	330 669	402 063
5	Амортизаційні відрахування	грн/рік	16 500	58 500

№	Показник	Одиниця виміру	Базовий варіант	Проектний варіант
6	Поточний ремонт обладнання	грн/рік	5 500	19 500
7	Ремонтні матеріали та запасні частини	грн/рік	82 667	136 701
8	Витрати на електроенергію	грн/рік	17 600	33 000
9	Інші витрати	грн/рік	22 647	32 488
10	Загальні річні витрати	грн/рік	475 583	682 253
11	Собівартість однієї нормо-години	грн/нормо-год	270	319
12	Річний економічний результат	грн/рік	739 200	1 090 800
13	Річний прибуток	грн/рік	263 617	408 547
14	Додатковий річний прибуток	грн/рік	–	144 930
15	Рентабельність	%	55,4	59,9
16	Строк окупності додаткових капіталовкладень	років	–	1,9

5.1. Висновок

У п'ятому розділі виконано техніко-економічну оцінку проектних рішень, спрямованих на удосконалення технології поточного ремонту тракторів у ФГ «Славія». Розрахунок проведено шляхом порівняння базового варіанта, за якого розкочування тракторів виконується без спеціалізованого пристрою, та проектного варіанта, що передбачає застосування розробленого візка-пристрою для роз'єднання остова тракторів типу МТЗ і ПМЗ.

За результатами розрахунків встановлено, що загальні річні витрати у базовому варіанті становлять 475 583 грн, а у проектному варіанті – 682 253 грн. Збільшення витрат пояснюється капіталовкладеннями у пристрій, обладнання та розширенням програми робіт за рахунок сторонніх замовників. Водночас річний економічний результат у проектному варіанті зростає до 1 090 800 грн, що перевищує показник базового варіанта на 351 600 грн.

Річний прибуток у проєктному варіанті становить 408 547 грн, що на 144 930 грн більше порівняно з існуючою організацією ремонту. Рентабельність робіт підвищується з 55,4 % до 59,9 %, а строк окупності додаткових капіталовкладень становить 1,9 року.

Таким чином, впровадження пристрою для розкочування тракторів є технічно й економічно доцільним. Запропоноване рішення підвищує безпеку виконання розбирально-складальних робіт, покращує умови праці ремонтного персоналу, зменшує трудомісткість ремонту, забезпечує якісніше суміщення агрегатів під час складання та створює можливість надання ремонтних послуг іншим фермерським господарствам.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті виконано обґрунтування заходів з удосконалення технології поточного ремонту тракторів в умовах селянського фермерського господарства. На основі аналізу виробничих умов ФГ «Славія» встановлено, що ефективність використання машинно-тракторного парку значною мірою залежить від своєчасного виконання ремонтно-обслуговуючих робіт, особливо в періоди підвищеного сезонного навантаження.

Обґрунтовано необхідність удосконалення організації поточного ремонту тракторів шляхом раціонального розподілу ремонтних робіт між дільницями майстерні, застосування діагностування, попереднього очищення машин, агрегатно-вузлового методу ремонту та використання спеціалізованого обладнання. Це дозволяє скоротити тривалість простою техніки, підвищити якість виконання ремонтних операцій і забезпечити більш ефективне використання виробничих площ майстерні.

Розроблено технологічні рішення щодо організації поточного ремонту тракторів типу МТЗ та ПМЗ з урахуванням умов фермерського господарства. Запропоновано впорядкувати послідовність виконання ремонтних операцій, передбачити використання необхідного інструменту, пристроїв і засобів контролю, що забезпечує підвищення надійності тракторів після ремонту та зменшення витрат часу на розбирально-складальні роботи.

Розроблено конструкцію пристрою для роз'єднання та розкочування остовів тракторів. Запропоноване пристосування забезпечує безпечне переміщення роз'єднаних частин трактора, можливість точнішого суміщення агрегатів під час складання, зменшення фізичного навантаження на працівників і підвищення безпеки ремонтного процесу. Виконаними розрахунками підтверджено працездатність основних елементів конструкції.

Обґрунтовано заходи з охорони праці під час виконання поточного ремонту тракторів і роботи з розробленим пристроєм. Передбачено вимоги щодо перевірки справності обладнання, надійної фіксації трактора, використання

домкратів, підставок, засобів індивідуального захисту та дотримання безпечної послідовності виконання робіт. Це сприяє зниженню ризику травмування працівників і покращенню умов праці в майстерні.

Виконано техніко-економічну оцінку запропонованих рішень. Установлено, що у проєктному варіанті річна трудомісткість робіт становить 2140 люд.-год, з яких 640 люд.-год передбачено для виконання робіт стороннім замовникам. Загальні річні витрати становлять 682253 грн, річний економічний результат - 1090800 грн, річний прибуток - 408547 грн, а додатковий річний прибуток порівняно з базовим варіантом - 144930 грн.

Отримані результати підтверджують технічну та економічну доцільність запропонованих проєктних рішень. Впровадження удосконаленої технології поточного ремонту тракторів і розробленого пристрою для їх розкочування дозволить підвищити якість ремонту, зменшити простої техніки, покращити безпеку праці та створити умови для надання ремонтних послуг іншим фермерським господарствам.

ЛІТЕРАТУРА

1. Хлудєєв Б.С. Шляхи оптимізації роботи дилерсько-сервісних центрів техніки John Deere / Б.С. Хлудєєв, Є.В. Калганков // Інтеграція світових наукових процесів як основа суспільного прогресу: Матеріали Міжнародної науково - практичної конференції ГО "Інститут інноваційної освіти" Науково - навчальний центр прикладної інформатики НАН України. – 2019. – С. 180–185.
2. Черній О. Дослідження безвідказності тракторів John Deere серії 8R в експлуатаційних умовах України. Теоретичні та практичні питання аграрної науки : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 2022. С. 117–120.
3. ФГ «СЛАВІЯ». <https://opendatabot.ua>. URL: <https://opendatabot.ua/c/43056088>.
4. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищих навчальних закладів / [Дирда В.І., Мельянцов П.Т., Калганков, Є.В. та ін.]. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2015. – 292 с.
5. Мельянцов П.Т. Методичні рекомендації «Організація та технологія ремонту МТП в умовах сільськогосподарського підприємства» / Мельянцов П.Т., Калганков Є.В., Кириленко О.І. – Д.: ДДАУ, 2010. – 125 с.
6. Калганков, Є.В. Технічне діагностування об'ємних гідроприводів трансмісії як об'єктивна необхідність / Є.В. Калганков // Сучасна наука: теорія і практика. – Запоріжжя, 2012. – Т. 2. – С. 88-90
7. Калганков Є.В. Обґрунтування напрямків діагностування агрегатів об'ємних гідроприводів трансмісії мобільних машин. Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. 2012. Вип. 106. С. 178-183.
8. Проектування сервісних підприємств ремонту машин та агрегатів АПК: навчальний посібник / [Дирда В.І., Калганков Є.В., Мельянцов П.Т. та інші] – Д.: «Герда», 2014. – 100 с.

9. Калганков Є.В. Розробка технологічного процесу відновлення деталі [Методичні рекомендації] / Калганков Є.В. – Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2013. – 75 с.
10. Калганков Є.В. Проектування ремонтно-технологічної документації / Є.В. Калганков, М.Г. Зайцев. Дніпро. ДДАЕУ, 2016. – 48 с.
11. АТ31000 – розкатування, виготовлення (рама системи зіткнення трактора). <https://agrovektor.com>. URL: <https://agrovektor.com/service/9712-at31000-raskatka-izgotovlenie-rama-sistemy-stalkivaniya-traktora.html>.
12. Пристосування для розкочування тракторів МТЗ, ЮМЗ, Т-40 та подібних імпортованих моделей. <https://www.youtube.com>. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=eRQHCwssNRg>.
13. Раскатка+візок. <https://mtzok.com.ua>. URL: <https://mtzok.com.ua/product/raskatka/>.
14. Дирда В.І. Довідковий посібник розрахунків механізмів сільськогосподарських та підйомно-транспортних машин: навчальний посібник / В.І. Дирда, Ю.М. Овчаренко - Дніпропетровськ, 2003. – 52 с.
15. Овчаренко Ю.М. Деталі машин: практикум / Овчаренко Ю.М. – Дніпропетровськ, 2003. – 68 с.
16. Діденко М. М. Вплив розмірно-точносних характеристик посадок підшипників кочення на їх довговічність / М. М. Діденко, Є. В. Калганков. //Zbiór artykułow naukowych Sp. z o.o. «Diamond trading tour». – 2017. – S. 38–43.
17. Деталі машин: підручник / [Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Рижков Є.І. та ін.]. – Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2010. – 308 с.
18. Кагадій С.В. Основи механіки матеріалів і конструкцій: навчальний посібник / Кагадій С.В., Демяненко А.Г., Гурідова В.О. – Дніпропетровськ : Вид-во Свідлер А.Л., 2011. – 416 с.
19. Міністерство надзвичайних ситуацій України. (2012). Про затвердження Правил охорони праці на автомобільному транспорті: Наказ від 09.07.2012 № 964.

20. Державний комітет України з нагляду за охороною праці. (2005). Про затвердження Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці та Переліку робіт з підвищеною небезпекою: Наказ від 26.01.2005 № 15.

21. Агальцов, Г. М., Лисиця, М. І., Новікова, А. В., & Калганков, Є. В. (2024). Оцінка та управління ризиками, пов'язаними з виробничим шумом та вібраціями на виробництві. У «ПОТУРАЇВСЬКІ ЧИТАННЯ»: матеріали XXI Всеукр. наук.-техн. конф., присвяч. 102- річниці з дня народження акад. НАН України В.М. Потураєва (с. 61-62). НТУ Дніпровська політехніка. <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/10825>

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

23. Лебеденко О.В. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних проектів і робіт для студентів факультету механізації сільського господарства, (кафедра надійності і ремонту машин) за напрямом підготовки "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" / Лебеденко О.В. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2011. – 16 с.

24. Калганков Є.В. Методичні рекомендації до виконання і оформлення дипломних проектів ОС "Бакалавр" за спеціальністю 208 "Агроінженерія" і дипломних робіт ОС "Магістр" за спеціальністю 208 "Агроінженерія" / Калганков Є.В. – Д.: ДДАЕУ, 2021. – 36 с.39.

25. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання

ДОДАТКИ

Перв. примен.	000 001 051 11797		Марка	Кількість	Габаритний розмір	Потужність, кВт
	плані					
Спроб. №	Ковальська - зварювальна дільниця					
	1	Трансформатор зварювальний	ТД-300-229	1	640x490	19,4
	2	Стіл для зварювальних робіт	ОКС-752	1	1100x730	
	3	Перетворювач зварювальний	ПСО-300292	1	1015x590	19,4
	4	Щит для зварювальних робіт	5157 ГОСНИ-ТИ	1	1600x500	-
	5	Верстак слюсарний	5101 ГОСНИ-ТИ	3	1250x750	-
	6	Ящик для ковальського інструменту	5134 ГОСНИ-ТИ	1	1000x500	-
	7	Гарн на один вогонь	P-923	1	1100x1000	-
	8	Вентилятор ковальський	ОКС-3361А	1	800x460	-
	9	Ванна для загартування у воді та маслі	ОРГ-1468-18-540	1	650x400	-
	10	Пневмомолот	МА419А	1	830x1560	-
	11	Ящик для вугілля	ОРГ-1468-07090А	1	1000x500	-
	12	Верстат точильно - шліфувальний	3Б634	2	1000x665	2,2
	13	Вентиляційний пилозловлюючий агрегат	ЗИ/І-900М	2	700x700	5
	Взам. инв. №	14	Секція стелажу	5154 ГОСНИ-ТИ	3	1500x600
15		Секція стелажу	5153 ГОСНИ-ТИ	3	1500x400	-
Підп. и дата	46ДП. 150 100. 000					
					Лист	Масса
					Лист	Листов 1
Инв. № подл.	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дат	Ремонтна майстерня	
	Разраб.	Книш В.Г.				
	Пров.	Толстенко О.В.				
	Т.контр.					
	И.контр.	Івасюк В.В.				
	Утв.	Дудін В.Ю.			ДДАЕУ	

Копировал

Формат А4

000 000 051 11797

16	Секція стелажу	5152 ГОСНИ-ТИ	3	1500x300	-
17	Ящик для піску	5154 ГОСНИ-ТИ	2	500x500	-
18	Наковальня дворога	1210-0401	1	600x400	-
Люсарно — механічна дільниця					
19	Токарно-гвинтарізний верстат	1A62Г	1	1800x1000	8
20	Консольно — фрезерний верстат	БР81Ш	1	2045x1560	8
21	Вертикально — свердильний верстат	2Н125	1	1130x805	3
22	Туба для інструмента	5147 ГОСНИ-ТИ	1	600x400	-
23	Верстат точильно — шліфувальний	3Б634	1	1000x665	2,2
24	Вентиляційний пилоуловлюючий агрегат	ЗИЛ-900М	1	700x700	5
25	Підставка під обладнання	5143 ГОСНИ-ТИ	2	820x700	-
26	Настільний точильно — шліфувальний верстат	3Б631А	1	-	0,6
Шина — монтажна дільниця					
27	Стілаж для коліс	5155 ГОСНИ-ТИ	1	1165x1115	-
28	Апарат для ремонту камер	ОШ-8939	1	600x323	1,2
29	Ванна для перевірки камер	В.В	1	1250x600	-
30	Стенд для демонтажу шин	Ш-509	1	1400x800	3
31	Вішалка для камер	В.В	1	-	-
ТО та діагностування					
32	Письмовий стіл	РТ-1532	1	1500x700	-
46ДП. 150 000. 000					
/л/л/л					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

000 000 051 11797

32а	Компресор	T-015	2	1000x600	15
33	Комплект оснащення майстра налагодчика	ОРГ-499А	1	-	-
33а	Верстак зі столом приставкою	ОРГ-496В	1	1100x750	-
33б	Шафа	ОРГ-4991	1	900x400	-
33в	Установка для миття	ОРГ-4990	1	1000x500	-
34	Ларь для одтирочних матеріалів	В.В.	1	1000x500	-
35	Установка для мащення та заправлення	03-4967М	1	3667x750	1,2
36	Установка для промивки системи мащення	0М-2871А	1	1500x600	2
Ремонтно — монтажна дільниця					
37	Стенд для обкатування молотилки комбайнів	ОПР-2945	1	830x670	5
38	Установка для мащення та заправлення	03-9902	1	1450x840	2
39	Підставка	ВВ	1	2000x500	-
40	Кран підвісний	3,2-16,8-15-6-220	1	-	5,26
41	Шафа для інструменту	ВВ	1	1600x430	-
42	Стенд для ремонту похилих камер комбайна	ОПР-2804	1	1420x1400	3
43	Стенд для розбирання складання та ремонту і обкатки підборщика	ОР-6746	1	3520x790	5
Ремонт паливної апаратури					
44	Стелаж	ОРГ-2163	1	900x350	-
45	Ванна мийна пересувна	0510 ЦИТЕП	1	900x600	-
46	Стенд для випробування паливної апаратури	СТДА	1	1040x750	9
46ДП. 150 000. 000					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Попл.	Дата	

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дудл.	Подп. и дата

000 000 051 11797

47	Верстак для ремонту карбюраторів	6218 ГО-СНИТИ	1	1250x750	-
48	Стіл для контролю та миття прецизійних деталей	ВВ	1	1040x750	-

Дільниця з ремонту електрообладнання

49	Верстак для ремонту електродвигунів	В 326 ГО-СНИТИ	1	2400x800	-
50	Стенд для ремонту електродвигунів	КИ-968	1	855x855	5
51	Стілаж	ОРГ 1470	1	1500x600	-
52	Верстак слюсарний	5101 ГОСНИТИ	1	1250x750	-
53	Підставка під обладнання	5143 ГОСНИТИ	1	820x700	-
54	Стілаж	ОРГ 1468	1	1500x400	-

Побутові приміщення

55	Шафа	ВВ	1	1500x600	-
56	Умивальник	-	1	600x500	-
57	Стілаж для зап. частин	ВВ	1	5000x500	-

Інд. № подл.	Підп. і дата	Взам. инв. №	Инд. № дудл.							
					46ДП. 150 000. 000					Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата						

					46ДП.150 100 000		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Загальний вигляд та схема установки		
Розроб	Книш В.Г.						
Перевір.	Толстенко О.В						
Тех. котр							
Н.контр	Івлєв В.В.						
Затв.	Дудін В.Ю.				Літер. Лист Листів ДДАЕУ		

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

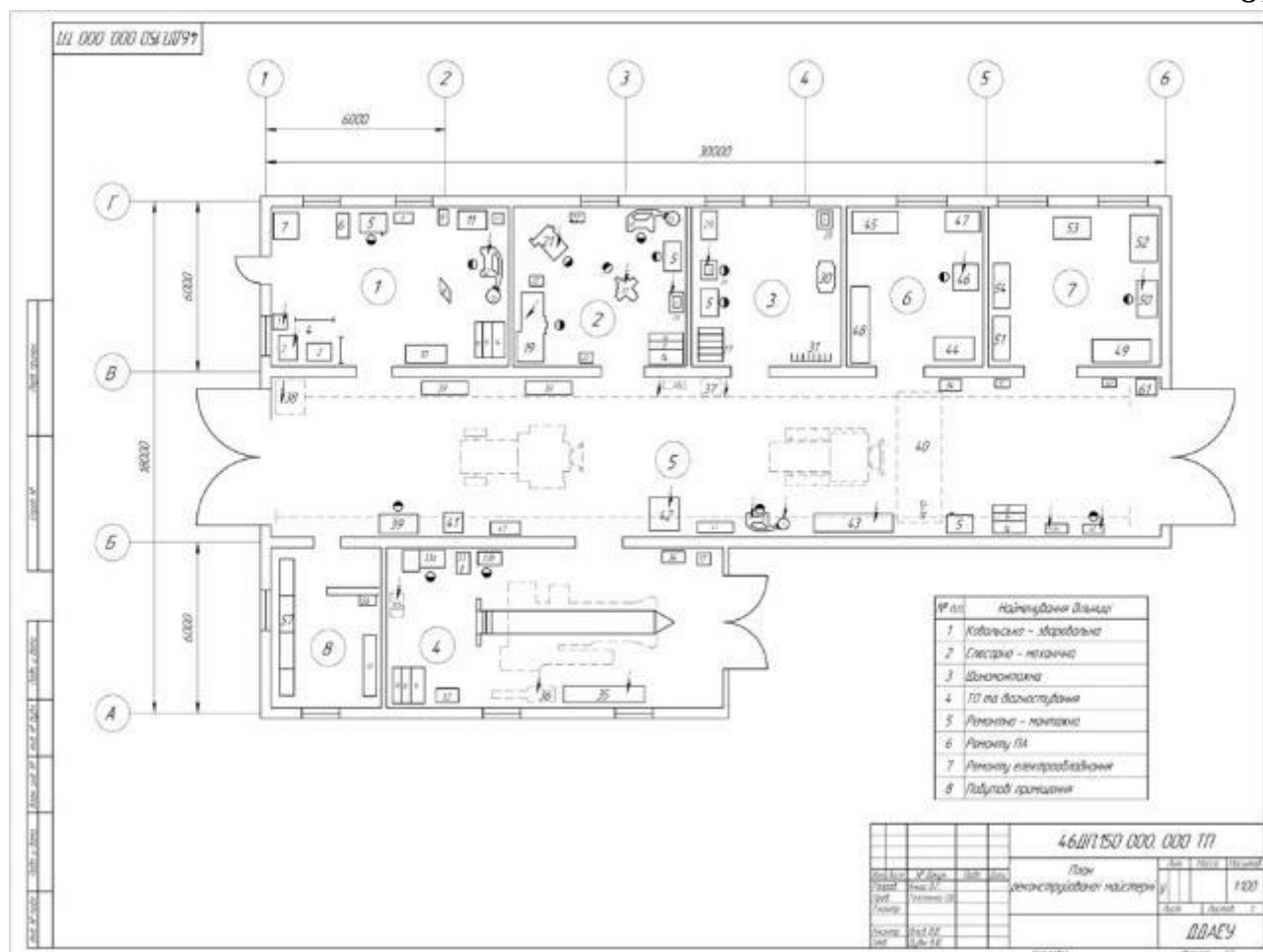
**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ ТРАКТОРІВ В
УМОВАХ СЕЛЯНСЬКОГО ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 4го курсу, групи AI-3-22
Книш Владислав Григорович

Керівник: доцент
Толстенко Олександр Васильович

Дніпро - 2026



№	Показник	Одиниця виміру	Базовий варіант	Проектний варіант
1	Річна трудомісткість робіт	люд.-год	1 760	2 140
2	Трудомісткість робіт для сторонніх замовників	люд.-год	0	640
3	Капіталовкладення	грн	110 000	390 000
4	Фонд оплати праці з нарахуваннями	грн/рік	330 669	402 063
5	Амортизаційні відрахування	грн/рік	16 500	58 500
6	Поточний ремонт обладнання	грн/рік	5 500	19 500
7	Ремонтні матеріали та запасні частини	грн/рік	82 667	136 701
8	Витрати на електроенергію	грн/рік	17 600	33 000
9	Інші витрати	грн/рік	22 647	32 488
10	Загальні річні витрати	грн/рік	475 583	682 253
11	Собівартість однієї нормо-години	грн/нормо-год	270	319
12	Річний економічний результат	грн/рік	739 200	1 090 800
13	Річний прибуток	грн/рік	263 617	408 547
14	Додатковий річний прибуток	грн/рік	—	144 930
15	Рентабельність	%	55,4	59,9
16	Строк окупності додаткових капіталовкладень	років	—	1,9

[illegible]

☐ Not a copy ☐ Not a form ☐ Form not in use or fully ☐ Not a form	☐ Not a copy ☐ Not a form ☐ Form not in use or fully ☐ Not a form
---	---

Отримані результати підтверджують технічну та економічну доцільність запропонованих проєктних рішень. Впровадження удосконаленої технології поточного ремонту тракторів і розробленого пристрою для їх розкошування дозволить підвищити якість ремонту, зменшити простій техніки, покращити безпеку праці та створити умови для надання ремонтних послуг іншим фермерським господарствам.

		4507150 000 000 38	
		Account Receipts	
		ISSUE	