

**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 ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ КОРОБОК ЗМІНИ
ПЕРЕДАЧ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО
ПІДПРИЄМСТВА З РОЗРОБКОЮ СТЕНДУ ДЛЯ РОЗБИ-
РАННЯ ТА СКЛАДАННЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ**

Виконав: студент 4го курсу, групи АІ-1-21
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ КЛОЧКО Ілля Романович

Керівник: _____ КАЛГАНКОВ Євген Васильович

Рецензент: _____

Дніпро 2025

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(позва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« » 2025 р.

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

Клочку Іллі Романовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення процесу ремонту коробок зміни передач автомобілів в умовах спеціалізованого підприємства з розробкою стенду для розбирання та складання коробок передач

керівник роботи Калганков Євген Васильович, ст. викладач

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«7» травня 2025 року № 964

2. Строк подання студентом роботи 5.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проєкту Дані про типи коробок передач 9JS200TA та 9JS150TA-B. Марки техніки, що планується ремонтуватись, існуючі технології ремонту, матеріально-технічна база підприємства, економічні показники, зокрема витрати на проведення ремонту та капіталовкладення в нове обладнання.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз господарської діяльності ТОВ агротехсервіс та постановка завдань проєкту. 2. Обґрунтування програми та проєктування технології поточного ремонту коробок передач вантажних. 3. Просектування стенду для проведення ремонтних робіт по агрегатам. 4. Охорона праці. 5. Економічне обґрунтування проєкту. Висновки. Література.

№ п/п	фо- рма- т	Позначення	Найменування	К- сть арку- шів	Номер Арку- ша	Примі- тка
			Текстові документи			
1	A4	46ДП. 069 000. 000 ПЗ	Пояснювальна записка	88		
			Графічні матеріали			
2	A1	46ДП. 069 000. 000 Т	Тема проекту	1	1	
3	A1	46ДП. 069 000. 000 ТП	Технологічне планування агрегатного відділення	1	2	
4	A1	46ДП. 069 000. 000 Р	Первинний вал КЗП КрАЗ. Креслення ремонтне	1	3	
5	A1	46ДП. 069 100. 000 ВЗ	Креслення загального виду	1	4	
6	A2	46ДП. 069 102. 000 СК	Складальне креслення	1	5	
			Креслення деталей			
7	A4	46ДП. 069 102. 002	Вушко	1	5	
8	A3	46ДП. 069 102. 003	Колесо	1	5	
9	A4	46ДП. 069 102. 004	Вісь	1	5	
10	A2	46ДП. 069 103. 000 СК	Стіл	1	6	
11	A3	46ДП. 069 103. 003	Плита підтиска	1	6	
12	A4	46ДП. 069 103. 005	Гвинт	1	6	
13	A4	46ДП. 069 103. 009	Гайка	1	6	
14	A1	46ДП. 069 000. 000 ПЕ	Економічні показники	1	7	
15	A1	46ДП. 069 000. 000 ВЗ	Загальні висновки	1	8	
		</				

РЕФЕРАТ

Ключко, І. (2025). *Удосконалення процесу ремонту коробок зміни передач автомобілів в умовах спеціалізованого підприємства з розробкою стенду для розбирання та складання коробок передач: Дипломний проєкт* (Невидан. бакалавр. кваліфікац. робота). ДДАЕУ, Дніпро, Україна. 88 с.

Проєкт спрямований на удосконалення процесу ремонту коробок передач вантажних автомобілів КрАЗ 6511 з використанням моделей 9JS200ТА та 9JS150ТА-В. Включає аналіз діяльності ТОВ Агротехсервіс, вдосконалення технології ремонту, розробку стенду для розбирання та складання коробок передач.

В першому розділі проведено аналіз матеріально-технічної бази підприємства та процесу ремонту, визначено недоліки, зокрема відсутність спеціалізованої ділянки для ремонту трансмісій. У другому розділі розроблена технологія ремонту коробок передач, розрахована трудомісткість робіт, штати та пропозиції щодо технологічного планування. Окремо розглянуто відновлення первинного валу КЗП КрАЗ 6511, з вибором способу відновлення та розрахунком часу.

Третій розділ присвячено проектуванню стенду для ремонту коробок передач, розроблена його конструкція та технічні характеристики. Четвертий розділ описує вимоги безпеки на стенді та рекомендації з поліпшення умов праці.

Економічна оцінка проєкту показала високу рентабельність, з рівнем рентабельності 34% і терміном окупності 3,8 року. Реалізація проєкту дозволить підвищити ефективність ремонту, знизити витрати та забезпечити високий рівень якості.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ АГРОТЕХСЕРВІС ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ПРОЕКТУ	10
1.1. Коротка історична характеристика підприємства	10
1.2. Матеріально-технічна база.....	13
1.2.1. Виробничі потужності	13
1.2.2. Технічне оснащення.....	13
1.2.3. Транспортні засоби та техніка	14
1.2.4. Офісне та управлінське обладнання.....	14
1.2.5. Система енергопостачання та водопостачання.....	15
1.2.6. Забезпечення безпеки	15
1.2.7. Взаємодія з постачальниками та партнерами	15
1.3. Технологічний процес ремонту у майстерні	18
1.4. Висновки та задачі проекту.....	20
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ	23
2.1. Аналіз існуючих методів і організації ремонту вузлів трансмісії	23
2.2. Технологія ремонту коробок передач в ремонтній майстерні (на прикладі коробки передач, 9JS200TA 9JS150TA-B)	24
2.2.1. Очистка коробок передач	25
2.2.2. Розбирання коробки передач	26
2.2.3. Дефектація деталей	26
2.2.4. Ремонт деталей коробки передач	26

	6
2.2.5. Складання та обкатка коробки передач	26
2.3. Визначення оптимальної програми робіт агрегатного відділення	28
2.4. Розрахунок загальної трудомісткості ремонтних робіт	30
2.5. Визначення штату відділення	33
2.6. Розрахунок кількості основного технологічного обладнання.....	34
2.7. Організація технологічного простору дільниці	36
2.8. Розробка технологічної документації на відновлення первинного валу КЗП автомобіля КрАЗ 6511	37
2.8.1. Опис конструкції деталі та опис її дефектів.....	37
2.8.2. Вибір оптимального методу відновлення деталі	39
2.8.3. Складання технологічного плану операцій	44
2.8.4. Визначення параметрів режимів відновлення та обчислення норм часу	46
2.9. Висновок	64
3. ПРОЕКТУВАННЯ СТЕНДУ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РЕМОНТНИХ РОБІТ ПО АГРЕГАТАМ.....	65
3.1 Опис конструкції розроблювального стенда для ремонту коробок передач	65
3.2 Розрахунок основних вузлів і елементів стенда	69
3.3. Опис технічних параметрів спроектованої моделі	78
3.4. Висновок	78
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	79
4.1. Вимоги безпеки при роботі на стенді для проведення розбирально- складальних робіт	79
4.2. Поради для безпеки та покращення умов праці на виробництві	80
4.3. Висновки та рекомендації	81

	7
5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ	82
5.1. Розрахунок основних показників	82
5.2. Висновок	84
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	85
ЛІТЕРАТУРА.....	86
ДОДАТКИ.....	89

ВСТУП

Автомобільна техніка займає важливе місце у господарських процесах багатьох підприємств, і одна з основних проблем, з якими стикаються власники та оператори техніки, полягає у забезпеченні її надійної роботи. Одним з ключових елементів кожного автомобіля є коробка зміни передач (КЗП), яка безпосередньо впливає на ефективність трансмісії та стабільність роботи двигуна [1]. Проте, з часом, зважаючи на інтенсивне використання і природний процес зношування, коробки передач схильні до поломок, що викликає необхідність у своєчасному та ефективному ремонті.

За даними статистики, середній вік легкових автомобілів в Україні складає понад 15 років, що свідчить про значну зношеність техніки, яка потребує постійного обслуговування та ремонту [2, 3]. В умовах постійного використання і старіння техніки коробки передач зношуються не лише через механічне навантаження, а й через вплив різних факторів, таких як зміни температури, вібрації, а також агресивні умови експлуатації. За даними ряду досліджень, рівень зносу коробок передач на автомобілях, що експлуатуються більше 10 років, може досягати 50-60%, що значно знижує ефективність та надійність роботи техніки [2, 4, 5, 6]. Це призводить до збільшення витрат на ремонт і підвищення частоти аварійних зупинок техніки.

Однак існуючі ремонтні бази не завжди відповідають сучасним вимогам, оскільки для ремонту коробок передач на них відсутнє спеціалізоване обладнання, що значно ускладнює процес і збільшує час ремонту. Наприклад, багато підприємств досі використовують стандартні інструменти для виконання складних робіт, таких як розбирання та складання коробок передач, що підвищує ймовірність виникнення помилок і дефектів у відновлених механізмах. У зв'язку з цим виникає нагальна потреба в розробці нових технологічних рішень, зокрема, спеціалізованих стендів для розбирання та складання коробок передач, що дозволить підвищити точність і якість виконуваних робіт, зменшити час ремонту і

витрати на матеріали, а також знизити ймовірність помилок, пов'язаних із людським фактором.

Актуальність даної теми обумовлена тим, що сучасні підприємства, які здійснюють ремонт коробок передач, стикаються з проблемами, пов'язаними з низькою продуктивністю та високими витратами, що виникають через відсутність високотехнологічних засобів для обслуговування та ремонту цих важливих елементів. Зважаючи на те, що більшість підприємств не мають можливості придбати нові та більш продуктивні моделі техніки через високі витрати, найбільш оптимальним шляхом є удосконалення існуючих технологій ремонту. Створення спеціалізованого стенду для розбирання та складання коробок передач дозволить знизити витрати на ремонт, скоротити час, необхідний для виконання робіт, а також підвищити якість ремонту, що в кінцевому підсумку призведе до збільшення надійності і тривалості експлуатації техніки.

З метою покращення якості ремонту коробок передач на підприємствах, важливо розробити комплексний підхід, який включатиме вдосконалення процесу ремонту, удосконалення ремонтно-технологічної бази та інтеграцію нових методів, заснованих на використанні сучасних технологій. Це дозволить зменшити час на виконання робіт, підвищити точність і скоротити витрати на обслуговування. Розробка спеціалізованого стенду для ремонту коробок передач не лише допоможе вирішити існуючі проблеми, але й стане кроком до вдосконалення вітчизняних ремонтних підприємств і дозволить забезпечити більш ефективне обслуговування техніки на всіх етапах її експлуатації.

Таким чином, тема даного дипломного проекту є надзвичайно актуальною та важливою для подальшого розвитку технологій ремонту автомобільної техніки. Вона спрямована на розробку спеціалізованого стенду для ремонту коробок передач, що дозволить значно покращити якість та ефективність ремонтних робіт, знизити витрати на матеріали та скоротити час ремонту техніки.

1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ АГРОТЕХСЕРВІС ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ПРОЕКТУ

1.1. Коротка історична характеристика підприємства

Історія сучасного ТОВ Синельниківський Агротехсервіс досить довга і починалась ще у далеких 60-х роках минулого сторіччя [7]. Історію можна розділити на такі етапи (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Етапи створення Агротехсервісу

1958 рік – Ліквідація МТС та передача техніки колгоспам

У 1958 році в рамках аграрної реформи, ініційованої Хрущовим, було прийняте рішення про ліквідацію МТС (Машинно-тракторних станцій). Це рішення сприяло передачі техніки колгоспам, що у свою чергу змінило структуру сільськогосподарського виробництва. МТС були важливими центрами технічного обслуговування та ремонту сільгосптехніки, а їх ліквідація поставила перед аграрними господарствами нові виклики щодо забезпечення ремонту та технічного обслуговування. Виникла необхідність створення нових, централізованих

ремонтних підприємств для підтримки ефективної роботи техніки на фермах та в колгоспах.

1960–1970-ті – Створення Сільгосптехнік (централізованих ремонтних підприємств).

У 1960-1970-ті роки в умовах швидкої механізації сільського господарства почали виникати так звані Сільгосптехніки – централізовані ремонтні підприємства, які займалися обслуговуванням та ремонтом сільськогосподарської техніки. Вони стали важливими ланками в підтримці технічної готовності машин і механізмів, необхідних для ефективної роботи сільськогосподарських підприємств. Ремонт і технічне обслуговування техніки стали пріоритетом, оскільки механізація сільського господарства вимагала постійної уваги до технічного стану обладнання, а його поломки призводили до значних втрат.

1980–1990-ті – Розпад системи, поява агропромтехнік та агротехсервісів

У 1980-1990-ті роки внаслідок економічних і політичних змін у країні почався розпад централізованої системи сільськогосподарських підприємств, включаючи Сільгосптехніки. У цей період з'являються нові форми обслуговування техніки, зокрема агропромтехніки та агротехсервіси. Вони стали першими незалежними підприємствами, що займалися ремонтом і обслуговуванням сільгосптехніки на комерційних засадах. Це був перехід до більш гнучкої і підприємницької системи, яка мала на меті задовольнити зростаючі потреби фермерських господарств в ефективному та швидкому ремонті техніки.

2000-ні – Приватизація та створення сучасних сервісних центрів

На початку 2000-х років, після приватизації агропромислових комплексів та фермерських господарств, в Україні розпочався новий етап розвитку агротехсервісу. Приватизація призвела до створення сучасних сервісних центрів, які стали основними постачальниками технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки. Вони оснащувалися новітнім обладнанням та технологіями, що дозволяло здійснювати високоякісне обслуговування не тільки

техніки радянських часів, але й сучасних імпортованих машин. Це був період активного розвитку і впровадження нових стандартів якості та сервісу.

Сьогодні ТОВ Агротехсервіс-Синельниково спеціалізується на виготовленні металевих виробів та металоконструкцій. Підприємство виконує широкий спектр робіт, включаючи токарні, фрезерні роботи, а також механічну та термічну обробку металів. Окрім того, компанія займається виготовленням нестандартних виробів, від проектування і виробництва до постачання та монтажу під ключ.

Основним напрямом діяльності є виробництво металоконструкцій будь-якої складності з чорного, нержавіючого металу та алюмінію. Підприємство також здійснює ремонт сільськогосподарської техніки та інших механізмів на власних виробничих потужностях структура ТОВ на рис. 1.2.

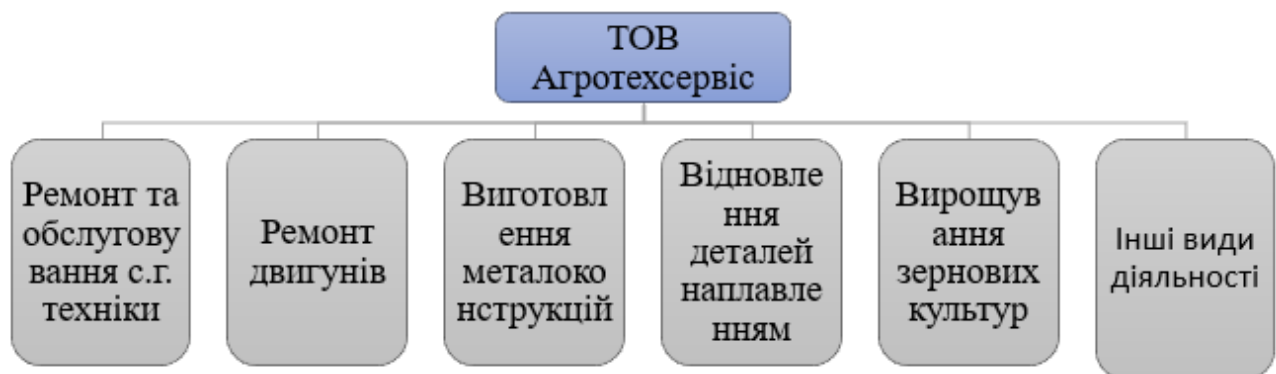


Рисунок 1.2. Структура ТОВ Агротехсервіс

Компанія гарантує своїм клієнтам точне, якісне та своєчасне виконання всіх поставлених завдань, орієнтуючись на вимоги замовника і оптимальне співвідношення ціни та якості. Вся продукція виготовляється з урахуванням всіх вимог клієнтів.

Реквізити компанії:

- Адреса: Україна, 52523, Дніпропетровська обл., Синельниківський р-н, село Георгіївка, вулиця Агропромислова, буд. 1-С
- Директор: Левенець Тетяна Романівна
- Дата реєстрації: 01.12.1995
- Статутний капітал: 1 120 180 грн

- Перехід на спрощену систему оподаткування: 01.01.2016.

1.2. Матеріально-технічна база

Матеріально-технічна база підприємства є одним з основних факторів, що забезпечують ефективну діяльність підприємства, оскільки вона включає в себе всі основні засоби виробництва, необхідні для виконання технологічних процесів. У агропромисловому підприємстві, яке займається вирощуванням сільськогосподарських культур і надає послуги з ремонту техніки, матеріально-технічна база повинна бути добре оснащена для забезпечення безперебійної роботи на всіх етапах виробництва.

1.2.1. Виробничі потужності

Господарство має на своєму балансі достатньо великий комплекс виробничих потужностей, що включає в себе:

- **Цехи для ремонту та технічного обслуговування техніки** – спеціалізовані ремонтні майстерні, оснащені сучасними верстатами для обробки металів, токарними та фрезерними станками, а також зварювальними і термічними установками для відновлення зношених частин техніки.
- **Складські приміщення** для зберігання сільськогосподарських матеріалів, запчастин, пального та інших ресурсів, необхідних для обслуговування техніки та проведення сільськогосподарських робіт.
- **Майданчики для техніки** – територія, призначена для розміщення сільськогосподарської техніки, вантажних автомобілів та інших механізмів, що використовуються в господарстві. Тут також можуть проводитися технічні огляди і підготовка техніки до роботи в сезон.

1.2.2. Технічне оснащення

Для виконання ремонтних робіт і технічного обслуговування, господарство володіє широким спектром обладнання:

- **Токарні та фрезерні верстати** для обробки металевих деталей техніки, виготовлення нових частин або відновлення старих.

- **Зварювальне обладнання** для з'єднання металевих частин, ремонту рами, кузовів та інших елементів сільськогосподарської техніки.
- **Термічні установки** для загартування та відпуску металевих деталей, що потребують спеціального оброблення для підвищення їх міцності та зносостійкості.
- **Системи для діагностики технічного стану техніки** – спеціалізовані прилади та програмне забезпечення, що дозволяють здійснювати точну діагностику машин та механізмів, визначати їх технічний стан і виявляти можливі несправності.

1.2.3. Транспортні засоби та техніка

Для виконання робіт в сільському господарстві підприємство володіє різноманітною технікою, що включає в себе:

- **Трактори та комбайни** для обробки землі, збирання врожаю, транспортування сільськогосподарської продукції.
- **Посівні, сівалки, обприскувачі та інше обладнання** для ефективного проведення польових робіт.
- **Автомобільний транспорт** для перевезення продукції, пального, добрив та інших матеріалів. Це вантажівки, напівпричепи та інші транспортні засоби, які забезпечують логістичні потреби господарства.

1.2.4. Офісне та управлінське обладнання

Для організації ефективної роботи підприємства важливою складовою є наявність:

- **Канцелярського обладнання та комп'ютерної техніки** для управлінських процесів, ведення документації, обліку, фінансового контролю та планування.
- **Програмне забезпечення для управління виробничими процесами**, включаючи програми для планування ремонту техніки, обліку сільськогосподарської продукції, фінансових розрахунків та аналізу ефективності господарської діяльності.

1.2.5. Система енергопостачання та водопостачання

Наявність стабільного енергопостачання є важливою умовою для функціонування матеріально-технічної бази:

- **Енергопостачання** для роботи виробничих потужностей, верстатів, зварювальних установок і інших технологічних ліній.
- **Водопостачання та водовідведення** для поливу культур, миття техніки, а також для потреб цехів, де використовується вода в технологічних процесах.

1.2.6. Забезпечення безпеки

Безпека є важливою складовою частиною роботи з технікою та в обслуговуючих цехах:

- **Протипожежна безпека** – наявність систем пожежогасіння, інвентарю для боротьби з пожежами, а також навчання персоналу щодо правильних дій у разі надзвичайних ситуацій.
- **Охорона праці** – забезпечення працівників необхідними засобами індивідуального захисту, навчання нормам безпеки при роботі з технікою, а також контроль за дотриманням стандартів охорони праці.

1.2.7. Взаємодія з постачальниками та партнерами

Матеріально-технічна база також включає:

- **Постачальники запчастин та матеріалів** – наявність довгострокових контрактів з постачальниками, що гарантують наявність необхідних запчастин для техніки та будівельних матеріалів для ремонту.
- **Партнерські відносини** з іншими агропідприємствами для спільного використання техніки та обміну досвідом.

Перелік ділянок майстерні наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – перелік дільниць ремонтної майстерні

Дільниця	Основне завдання	Обладнання
Дільниця для діагностики техніки	Проведення діагностики сільськогосподарських машин, виявлення несправностей, визначення технічного стану	Комп'ютерні системи для діагностики техніки, стенди для перевірки двигунів, трансмісій та гідравлічних систем
Токарна дільниця	Обробка металевих частин і деталей для відновлення техніки	Токарний верстат для обробки металевих деталей, верстат для нарізки різьби, столик для шліфування та полірування
Фрезерна дільниця	Фрезерування металевих і пластмасових деталей	Фрезерні верстати, верстати для обробки складних форм деталей, вертлюгові верстати для обробки площин
Зварювальна дільниця	Зварювання металевих частин і конструкцій, відновлення пошкоджених частин техніки	Зварювальні апарати (дугове, газове зварювання), апарати для аргонного зварювання, зварювальні столи та стелажі
Термічна обробка та відновлення деталей	Термічна обробка металевих деталей для підвищення їх міцності і зносостійкості	Печі для загартування та відпуску металу, прилади для вимірювання температури, охолоджувальні столи

Дільниця для ремонту гідравлічних і пневматичних систем	Відновлення та ремонт гідравлічних і пневматичних елементів техніки	Гідравлічні преса, стенди для перевірки насосів і гідравлічних циліндрів, преси для розбирання пневматичних систем
Дільниця для ремонту двигунів	Ремонт і технічне обслуговування двигунів сільськогосподарської техніки	Стенди для перевірки роботи двигунів, вібростенди для тестування робочих характеристик, столи для розбирання і складання двигунів
Дільниця для обробки електричних і електронних систем	Діагностика та ремонт електричних систем і пуско-зарядних пристроїв сільгосптехніки	Мультиметри для тестування електричних компонентів, станції для паювання електронних деталей, стенди для перевірки генераторів та стартерів
Ремонтна дільниця для шасі та трансмісій	Ремонт трансмісій, коробок передач, підвісок та інших механізмів	Преси для демонтажу трансмісій, спеціалізовані станки для обробки шестерень та зубчатих коліс, балансувальні верстати

1.3. Технологічний процес ремонту у майстерні

Ремонт сільськогосподарської техніки, зокрема тракторів, комбайнів, автомобілів та їхніх агрегатів, є важливим елементом забезпечення безперебійної роботи агропідприємства. Технологічний процес ремонту в майстерні складається з кількох етапів, що забезпечують відновлення техніки до належного технічного стану.

Аналіз процесу ремонту техніки

Технологічний процес ремонту тракторів, комбайнів та автомобілів в умовах майстерні можна поділити на кілька основних етапів:

1. Приймання техніки в ремонт:

- Першим етапом є приймання техніки в ремонт, де здійснюється попередній огляд і діагностика основних вузлів і агрегатів (двигун, трансмісія, підвіска, електрична система).
- Проводиться складання акта прийому, де фіксуються видимі дефекти та несправності техніки.

2. Діагностика та дефектування:

- Після приймання техніки в ремонт, на наступному етапі проводиться детальна діагностика, включаючи використання сучасних діагностичних стендів і приладів. Цей етап дозволяє виявити приховані несправності, що можуть виникати під час експлуатації техніки.
- Для тракторів і комбайнів перевіряються системи трансмісії, гідравліки, двигунів та електричні системи. Для автомобілів також проводиться перевірка ходової частини, трансмісії і системи управління.

3. Ремонт та заміна дефектних частин:

- На основі діагностики визначаються деталі, що потребують ремонту або заміни. Це можуть бути деталі двигунів (поршні, кільця, шестерні), трансмісій (коробки передач, диференціали), гідравлічні компоненти, рами та інші частини.

- Виконуються токарні, фрезерні та зварювальні роботи для відновлення зношених або пошкоджених частин техніки. Після цього проводиться складання агрегатів та систем.

4. Термічна обробка та балансування:

- Для підвищення зносостійкості і міцності металевих частин застосовуються методи термічної обробки (відпуск, загартування).
- Проводиться балансування шківів, коліс, важких механізмів для забезпечення їхньої правильної роботи під час експлуатації.

5. Контроль якості ремонту:

- Після виконання ремонтних робіт кожна одиниця техніки піддається тестуванню. Для цього використовуються спеціальні стенди для перевірки роботи двигунів, трансмісій і гідравлічних систем.
- Проводиться перевірка на герметичність і роботу всіх відновлених вузлів.

6. Передача техніки замовнику:

- Після тестування та остаточного контролю техніка передається замовнику. Оформляється акт виконаних робіт, що містить всю інформацію про виконаний ремонт і стан техніки після ремонту.

Недоліки існуючої системи

Незважаючи на добре розвинутий технологічний процес ремонту техніки, в існуючій майстерні є ряд проблем, які потребують вирішення:

1. Нехватка дільниці з ремонту коробок передач вантажних автомобілів:

- Одним з найбільших недоліків є відсутність спеціалізованої дільниці для ремонту коробок передач вантажних автомобілів. Це призводить до необхідності залучення сторонніх організацій для виконання ремонтів, що збільшує витрати часу і коштів. Також наявність такої дільниці дозволила б значно скоротити періоди простою техніки та підвищити її надійність.

2. Обмежене оснащення для складних ремонтних робіт:

- На сьогоднішній день майстерня не має достатньо високотехнологічного обладнання для виконання складних ремонтів, таких як відновлення трансмісій та коробок передач, що вимагають використання спеціалізованих стендів і точних інструментів.

3. Недосконала організація робочого процесу:

- Ремонт техніки займає більше часу через недостатню координацію між дільницями і невідповідність організаційної структури поточним потребам виробництва.

4. Відсутність автоматизованих систем для управління процесами ремонту:

- Відсутність систем для автоматизації обліку ремонтних робіт та замовлень від клієнтів ускладнює планування роботи і відстеження етапів ремонту.

Пропозиції для подальшого розвитку проекту

Ураховуючи виявлені недоліки, подальша розробка проекту повинна бути спрямована на вирішення наступних завдань:

- Створення спеціалізованої дільниці для ремонту коробок передач вантажних автомобілів.
- Вдосконалення технологічного процесу з використанням новітніх методів діагностики та відновлення техніки.
- Впровадження системи управління ремонтними процесами для підвищення ефективності.
- Покращення організації робочих місць і поліпшення матеріально-технічної бази для забезпечення більш високої продуктивності.

1.4. Висновки та задачі проекту

Аналіз технологічного процесу ремонту техніки в майстерні показав, що в загальному процес ремонту тракторів, комбайнів, вантажних автомобілів та їх агрегатів є добре налагодженим, проте існують певні недоліки та обмеження, що потребують вирішення.

Однією з найбільших проблем є відсутність спеціалізованої дільниці для ремонту коробок передач вантажних автомобілів. Це обмежує можливості майстерні і змушує звертатися до сторонніх організацій для виконання ремонтів, що збільшує витрати часу та коштів, а також сприяє простоям техніки. Вирішення цієї проблеми є пріоритетним завданням для подальшого розвитку майстерні.

Ще одним важливим аспектом є технологічні обмеження. Існуюче обладнання для ремонту складних механізмів, таких як трансмісії, коробки передач та гідравлічні системи, потребує оновлення. На даний момент деякі роботи виконуються з використанням менш точних інструментів, що призводить до збільшення часу на ремонт і зниження якості виконуваних робіт. Для підвищення ефективності ремонту важливо впровадити новітні технології, які дозволять здійснювати ремонт за коротший час та з вищою точністю.

Організаційні проблеми також впливають на ефективність роботи майстерні. Потребує вдосконалення система розподілу робочих завдань між дільницями, а також планування робочих місць. Недосконалість у цих аспектах призводить до затримок у виконанні ремонту та неефективного використання обладнання і робочого часу.

Крім того, відсутність систем автоматизованого управління процесом ремонту ускладнює моніторинг стану техніки та забезпечення належного рівня обслуговування. Впровадження таких систем дозволить значно покращити контроль за ремонтом, знизити ймовірність помилок та підвищити продуктивність майстерні.

Враховуючи ці недоліки, проект спрямований на вирішення кількох ключових завдань. По-перше, необхідно створити спеціалізовану дільницю для ремонту коробок передач вантажних автомобілів, що дозволить значно скоротити час і витрати на обслуговування цієї частини техніки. По-друге, потрібно вдосконалити технологічний процес ремонту складних механізмів, запровадивши новітні технології та спеціалізоване обладнання. Це дозволить підвищити точність і швидкість виконання робіт.

Крім того, важливим завданням є оптимізація організаційної структури майстерні для покращення планування і ефективності використання ресурсів. Впровадження системи автоматизованого управління дозволить значно спростити облік і моніторинг процесу ремонту, що сприятиме більш швидкому виконанню завдань.

Таким чином, основні завдання проекту полягають у створенні нової ділянки для ремонту коробок передач вантажних автомобілів, удосконаленні технологічного процесу ремонту та організації роботи майстерні, а також впровадженні нових систем управління і автоматизації, що дозволить підвищити ефективність і знизити витрати на обслуговування техніки.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

Коробка передач є невід’ємною частиною трансмісії автомобіля, і, як результат, виділити окремо ремонт цієї деталі досить складно. Зазвичай роботи по ремонту трансмісії виконуються в агрегатному відділенні ремонтних підприємств, де проводяться загальні ремонти всіх основних вузлів і агрегатів техніки.

2.1. Аналіз існуючих методів і організації ремонту вузлів трансмісії

Ремонт трансмісії вантажних автомобілів зазвичай передбачає поетапне розбирання всіх її агрегатів і вузлів після попереднього очищення зовнішніх частин. У разі необхідності застосовуються додаткові операції очищення. Коробки передач, роздавальні коробки, редуктори задніх мостів проходять внутрішнє промивання для видалення масла та забруднень. Після цього агрегати спрямовуються на відповідні дільниці для подальшого ремонту та діагностики [8, 9].

На спеціалізованих дільницях проводиться розбирання коробок передач, зчеплень, карданних валів та редукторів, їх очищення, дефектування і перевірка стану деталей. Придатні деталі залишаються для подальшої роботи, а непридатні — відправляються на цехи для відновлення. У випадку необхідності відновлення деталей використовуються відповідні технології і матеріали для їх відновлення до технічних норм.

Після ремонту відновлені деталі проходять очищення, знову надходять на відповідні дільниці для складання коробки передач. Після завершення всіх робіт, коробки передач проходять обкатку та випробування на спеціальних стендах, де перевіряється їх робота на всіх режимах. Всі агрегати і вузли, які пройшли перевірку, відправляються на збирання трансмісії, а вже зібрані агрегати повертаються замовнику після перевірки їх якості.

Однак існують певні недоліки у роботі наявних ремонтних підприємств. Застаріле обладнання, фізично та морально зношені інструменти і пристрої призводять до збільшення часу на відновлення деталей, що суттєво підвищує трудомісткість та вартість робіт. Водночас, відсутність спеціалізованої дільниці для ремонту коробок передач вантажних автомобілів і проблеми з забезпеченням складів запасними частинами також створюють певні труднощі в організації ремонту.

2.2. Технологія ремонту коробок передач в ремонтній майстерні (на прикладі коробки передач, 9JS200TA 9JS150TA-B)

Коробка передач є важливим елементом трансмісії вантажних автомобілів, зокрема таких моделей, як КРАЗ 6511, які оснащені коробками передач 9JS200TA, 9JS150TA-B (рис. 2.1) або ZF9S1310 [10]. Вона відповідає за передачу крутного моменту від двигуна до коліс і дозволяє забезпечити нормальну експлуатацію транспортного засобу. З огляду на складність і важливість цього вузла, ремонт коробки передач вимагає особливої уваги і точності. Тому технологія ремонту коробок передач на основі вказаних моделей повинна включати кілька основних етапів, які забезпечують високу якість ремонту та мінімізацію витрат часу.



Рисунок 2.1 – Коробка передач 9JS200TA виробництва Shaft-Gear

Ремонт коробки передач є найважливішим етапом у ремонті трансмісії. Особливу увагу необхідно приділити технології ремонту коробок передач для моделей, таких як 9JS200TA і 9JS150TA-B, встановлених на вантажних автомобілях КРАЗ 6511. Ці коробки передач характеризуються високими навантаженнями та складною конструкцією, що вимагає застосування спеціалізованих методів і обладнання для їх відновлення.

Основні несправності коробки передач включають підвищений шум, погане вимикання або самовимикання шестерень, знос підшипників та інших деталей. Залежно від виду дефекту, усунення проблем може вимагати або заміни деталей, або їх ремонту. Зокрема, зношені підшипники, шестерні, а також пошкоджені корпуси коробок передач підлягають заміні або ремонту. Для ремонту корпусів проводиться повне розбирання коробки передач та виконання зварювальних робіт для усунення тріщин.

Технологія ремонту коробок передач на основі моделей 9JS200TA і 9JS150TA-B включає кілька етапів, серед яких основними є миття та очищення від забруднень, розбирання коробки на деталі, дефектація та ремонт деталей, а також їх збирання і обкатка. На кожному етапі необхідно забезпечити високі стандарти якості, щоб уникнути подальших дефектів у процесі експлуатації техніки.

2.2.1. Очистка коробок передач

У сучасній технології очищення коробок передач застосовуються новітні миючі засоби та технологічне обладнання. Специфіка умов експлуатації техніки, зокрема в аграрному секторі, вимагає проведення багатоступеневих очисток, щоб усунути забруднення, яке може призвести до передчасного зносу деталей. Ефективне очищення деталей коробки передач дозволяє на 25-30% збільшити ресурс відремонтованих агрегатів і підвищити продуктивність праці на 15-20%.

Для очищення деталей використовуються водні розчини різних миючих засобів, що дозволяють ефективно видаляти забруднення з поверхні деталей. Висока температура миючого розчину, використання вібруючих потоків та спеціальних миючих засобів забезпечують високу ефективність очищення, що особливо важливо для деталей складної конструкції.

2.2.2. Розбирання коробки передач

Розбирання коробки передач має бути здійснене згідно з технологічними картами з використанням відповідних універсальних і спеціалізованих стендів та оснащення. Правильне розбирання є важливим етапом, оскільки будь-яке зайве розроблення з'єднань може призвести до скорочення ресурсу роботи вузлів через зміну з'єднання. Використання спеціальних інструментів і технологічного обладнання мінімізує ризик пошкоджень.

2.2.3. Дефектація деталей

Дефектація деталей є необхідною для визначення їх придатності до подальшої експлуатації. За допомогою вимірювальних інструментів визначають геометричні параметри, стан поверхонь, твердість та інші важливі характеристики, що впливають на працездатність деталей. Всі деталі, що не відповідають технічним вимогам, підлягають заміні або ремонту.

2.2.4. Ремонт деталей коробки передач

Корпуси коробок передач, виготовлені з чавуну, можуть мати дефекти, такі як тріщини, знос посадкових місць під підшипники і пошкодження різьбових отворів. Такі дефекти усуваються за допомогою зварювальних робіт, відновлення посадочних місць та застосування різних методів відновлення, таких як хромування, залізнення або полімеризація. Важливою частиною процесу є відновлення різьбових з'єднань і пошкоджених зубів шестерень.

2.2.5. Складання та обкатка коробки передач

Після виконання всіх етапів ремонту і дефектації, коробка передач підлягає складанню. Важливою частиною цього етапу є обкатка коробки передач на стенді, що дозволяє перевірити її працездатність у різних режимах. Обкатка виконується під навантаженням, що дає змогу виявити можливі дефекти, які не були помічені під час складання. Після обкатки коробка передач проходить тестування та повертається до замовника.

Таблиця 2.1 - Технологічний процес ремонту КЗП (КрАЗ)

№	Етап	Опис робіт	Інструмент та обладнання	Примітки
1	Демонтаж КЗП	- Відключення акумулятора - Злив трансмісійної оливи - Від'єднання карданного вала - Демонтаж кріплень коробки - Зняття КЗП	- Набір гайкових ключів - Підйомний механізм - Ємність для оливи - Витримка	Зафіксувати положення кардана
2	Розбирання КПП	- Очищення корпусу - Зняття верхньої кришки - Демонтаж картера зчеплення - Видалення валів і шестерень	- Набір торцевих головок - Спеціальні оправки - Пресс для підшипників	Маркувати деталі при розбиранні
3	Дефектовка	- Візуальний огляд шестерень - Перевірка люфтів підшипників - Контроль стану синхронізаторів - Перевірка корпусу	- Індикатор годинникового типу - Мікрометр - Щупи	Скласти дефектну відомість
4	Заміна деталей	- Заміна шестерень - Встановлення нових підшипників - Заміна	- Гідравлічний прес - Набір монтажних кілець	Дотримуватись моментів затягування

		синхронізаторів • Ремонт валів	• Нагрівальний пристрій	
5	Збірка КЗП	• Монтаж валів • Встановлення шестерень • Заміна сальників • Збірка картера	• Динамометричний ключ • Пристосування для запресовування • Герметик	Використовувати нові ущільнення
6	Монтаж на авто	• Встановлення на двигун • Підключення кардана • Під'єднання механізму перемикавання	• Підйомний пристрій • Комплект ключів • Витримка	Перевірити співвісність
7	Випробування	• Перевірка роботи на всіх передачах • Контроль рівня оливи • Регулювання механізму перемикавання	• Стенд для перевірки КЗП • Діагностичне обладнання	Провести пробну поїздки

2.3. Визначення оптимальної програми робіт агрегатного відділення

На підприємстві планується виконувати ремонти агрегатів трансмісії автомобілів не тільки власних, а ще й на замовлення для навколишніх господарств району. Для визначення річної потреби в капітальному ремонті агрегатів автомобілів застосовуємо наступну формулу [11, 12]:

$$N = \frac{\gamma \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot N_n \cdot W_r \cdot n}{100 \cdot W_e}, \quad (2.1)$$

де γ - коефіцієнт, враховуючий середній вік машини;

β_1 – коефіцієнт, враховуючий категорію умов експлуатації автомобілів;

β_2 – коефіцієнт, враховуючий склад автопоїзда, для машин без причепа;

β_3 – поправочний коефіцієнт на природно – кліматичні умови, для центральної зони, $(\beta_3 - 1)$;

W_r – середня річна наробітка на автомобіль;

n – число машин, працюючих на данній операції;

W_e – економічно обґрунтований ресурс автомобіля;

N_n – розрахункова кількість агрегатів, необхідних на кожні 100 одиниць автотранспорту.

Розрахунок проведемо на прикладі коробки передач автомобіля КамАЗ, аналогічні розрахунки для решти марок автомобілів здійснюються за встановленим алгоритмом і вносяться до таблиці результатів 2.2.

$$N_{\text{КамАЗ}} = \frac{0.9 \cdot 0.8 \cdot 1.1 \cdot 1 \cdot 43 \cdot 31000 \cdot 22}{100 \cdot 40000} = 6_{\text{кор}},$$

Таблиця 2.2 – Отримані дані розрахунку кількості капітальних ремонтів агрегатів автомобілів, що планується ремонтувати на підприємстві за рік

№ п/п	Марка автомобіля	Кількість автомобілів, шт	Кількість ремонтів, од				
			коро- бка	зчеп- лення	розда- вальна коро- бка	мости	кар- данна пере- дача
1	КамАЗ	12	3	4	1	5	6
2	КрАЗ	22	6	4	1	6	7
3	ЗІЛ	13	3	2	-	2	5
4	ГАЗ	6	2	2	-	1	2
5	УРАЛ	9	3	1	1	3	4

6	Татра	18	4	1	-	4	2
7	Ліаз	14	-	-	-	1	3
8	МАЗ	14	4	4	-	2	3
9	Іфа	1	-	1	-	1	2
10	Авіа	7	2	1	-	1	2
Всього		116	27	20	3	26	36

На основі розрахункових даних, обсяг річної потреби у ремонтах КЗП визначається як

$$N = 112 \text{ агрегатів} \quad (2.2)$$

У процесі експлуатації необхідно враховувати ймовірність раптових відмов агрегатів, частка яких становить 10% від загального обсягу ремонтних потреб. Ця частка розподіляється пропорційно між марками автомобілів. З урахуванням цього коригування, річна програма ремонтів становить 124 агрегати.

2.4. Розрахунок загальної трудомісткості ремонтних робіт

Трудомісткість робіт, пов'язаних із ремонтом агрегатів, визначається за відповідною розрахунковою формулою [11]:

$$T_{\text{р.д.}} = N_{\text{р}} \cdot T_{\text{і}} \cdot K_{\text{пр}}, \quad (2.3)$$

з якої маємо

$T_{\text{р.д.}}$ - загальна трудомісткість ремонту, люд.-год;

$N_{\text{р}}$ - кількість агрегатів, що підлягають ремонту протягом року, шт;

T - середня трудомісткість ремонту одного агрегата, люд.-год;

$K_{пр}$, – коригуючий коефіцієнт, який враховує зміну трудомісткості залежно від масштабів річної програми ремонту.

Необхідно врахувати, що в майстерні передбачено ремонт агрегатів різних розмірів, що призводить до варіації трудомісткості ремонтних робіт (див. таблицю 2.3).

Остаточне значення трудомісткості ремонту ($T_{р.д.}$), враховуючи річну трудомісткість ремонту агрегатів та відповідну ремонтну програму за марками автомобілів, розраховується за наступною формулою:

$$T_{р.д.} = (N^i \cdot T_i) \cdot K_{пр}, \quad (2.4)$$

Таблиця 2.3-Трудомісткість ремонту автомобільних агрегатів

№ п/ п	Марка автомобіля	Трудомісткість ремонту, люд.год														
		зчеплення			Коробка передач			мости			Роздавальна коробка			Карданна передача		
		Кількість	одного	загальна	Кількість	одного	загальна	Кількість	одного	загальна	Кількість	одного	загальна	Кількість	одного	загальна
1	Ка-мАЗ	4	2,1	8,4	3	9,4	28,2	5	16,1	80,5	1	12,3	12,3	6	2,0	12
2	КрАЗ	4	2,1	8,4	6	9,2	55,2	6	18,2	109,2	1	12,3	12,3	7	2,0	14
3	ЗІЛ	2	1,97	3,9	3	5,8	17,4	2	10,8	21,6	-			5	1,6	8,0
4	ГАЗ	2	1,83	3,7	2	5	10	1	9,2	9,2	-			2	1,6	3,2
5	УРАЛ	1	1,83	1,83	3	8,6	25,8	3	10,8	32,4	1	10,6	10,6	4	1,8	7,2
6	Татра	1	2,0	2,0	4	9,4	37,6	4	11,2	44,8	-			2	1,8	3,6
7	Ліаз	-	-		-		-	1	9,4	9,4	-			3	1,6	4,8
8	МАЗ	4	1,83	7,3	4	7,4	29,6	2	10,6	21,2	-			3	1,8	5,4

9	Іфа	1	1,8 3	1,8 3	-			1	8,2	8,2	-			2	1,4 8	3
10	Авіа	1	1,8 3	1,8 3	2	3,9	7,8	1	7,1	7,1	-			2	1,4 8	3
Всього		20		39, 2	27		211, 6	26		343, 6	3		35, 2	36		64, 2

Таким чином визначаємо Тр.д :

$$\text{Тр.д} = (39,2 + 211,6 + 343,6 + 35,2 + 64,2) \cdot 1 = 693,8 \text{ люд} - \text{год.}$$

Отже річна трудомісткість, затрачена на капітальний ремонт агрегатів власних автомобілів становить 693,8 люд – год.

Окрім капітального ремонту в відділенні проводиться також і поточний ремонт агрегатів і він становить 60 % від капітального, а саме 416 люд. год. Таким чином трудомісткість ремонту агрегатів складе 1110 люд. годин.

Також відділення надає послуги по ремонту агрегатів приватним підприємствам та навколишнім господарствам.

Трудомісткість послуг складає 2450 люд. год.

Тоді загальна трудомісткість ремонту складатиме 3560 люд. год.

Окрім основних ремонтних робіт, у майстерні передбачено виконання додаткових операцій, зокрема [11, 12]:

- виконання ремонтних робіт обладнання 7 %;
- проведення відновлювальних робіт деталей 9 %;
- ремонт і виготовлення інструментів та вимірювальних приладів 4 %;
- виконання інших додаткових робіт 13 %;

Визначення сумарної річної трудомісткості робіт здійснюється за формулою:

$$T_{\text{двд}} = T_{\text{р.д.}} \cdot 0,33 = 3560 \cdot 0,33 = 1174 \text{ люд.} - \text{год.}, \quad (2.5)$$

Отже маємо сумарну трудомісткість:

$$T_{\text{сум}} = T_{\text{р.д.}} + T_{\text{дод}} = 3560 + 1174 = 4734 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.6)$$

Розрахуємо програму ремонту відділення яка буде вказана в умовних ремонтах:

$$N_{\text{ум}} = \frac{T_{\text{сум}}}{T_{\text{ум}}}, \quad (2.7)$$

$$N_{\text{ум}} = \frac{4734}{300} = 15,7 \text{ ум.рем,}$$

Отже, виконані розрахунки дозволили встановити річну програму ремонту агрегатів у розмірі 15,7 умовних ремонтів, а також загальну трудомісткість ремонтних робіт, яка становить 4734 людино-годин.

2.5. Визначення штату відділення

Розрахунок чисельності виробничого персоналу здійснюється з урахуванням обсягу трудомісткості запланованих робіт та річного робочого фонду часу одного працівника.

Обчислення спискової чисельності виробничого персоналу здійснюється за відповідною формулою [11, 12]:

$$P_{\text{с}} = \frac{T}{\Phi_{\text{д.р.}} \cdot K_{\text{п}}}, \quad (2.8)$$

Обчислення явкової чисельності виробничого персоналу виконується за допомогою наступної формули:

$$P_{\text{я}} = \frac{T}{\Phi_{\text{н.р.}} \cdot K_{\text{п}}}, \quad (2.9)$$

З якої

$\Phi_{н.р.}$, $\Phi_{д.р.}$ - номінальний та фактичний (дійсний) робочі фонди часу працівника відповідно, годин;

K_n - коефіцієнт перевищення нормативу (K дорівнює 1,06 ... 1,3).

Загальна кількість працівників у списковому складі:

$$P_c = \frac{4734}{1860 \cdot 1,1} = 2,3 \text{ чол.}$$

Кількість працівників, які з'являються на роботу:

$$P_y = \frac{4734}{2070 \cdot 1,1} = 2,0 \text{ чол.}$$

Отже, штат відділення складається з двох працівників виробництва.

2.6. Розрахунок кількості основного технологічного обладнання

Кількість необхідного основного обладнання визначається на основі обсягів робіт, які планується виконати, а також з урахуванням його річного фонду часу [11, 12]:

$$n_i = \frac{T_i \cdot W}{\Phi_{д.о.} \cdot \eta}, \quad (2.10)$$

З якої T_i – витрати праці на виконання робіт за допомогою відповідного обладнання, люд.-год.,

$\Phi_{д.о.}$ - фактичний фонд часу використання обладнання ($\Phi_{д.о.} = 2031 \text{ год.}$),

η – коефіцієнт використання обладнання. ($\eta = 0,82$).

Для здійснення операцій у технологічному процесі ремонту коробок передач необхідно мати певну кількість обладнання:

Число тестових стендів

$$n_{\text{випр}} = \frac{211,6}{2031 \cdot 0,82} 2 = 0,1 \text{ шт.}$$

Візьмемо один стенд для тестування та налагодження коробок передач.

Число стендів для розбирання та монтажу коробок передач

$$n = \frac{211,6}{2031 \cdot 0,82} 2 = 0,1 \text{ шт.}$$

Отже, маємо два стенди для демонтажу та монтажу коробок передач.

Число прес-станків

$$n_{\text{пр}} = \frac{0,6 \cdot 27}{2031 \cdot 0,82} 2 = 0,01 \text{ шт.}$$

Беремо один гідравлічний прес-станок.

Чисельність ванн, призначених для очищення деталей після розбирання агрегатів.

$$n_{\text{ванн}} = \frac{820}{2031 \cdot 0,82} 222 = 0,6 \text{ шт.}$$

Застосовується одна ванна для миття деталей.

Інші агрегати розраховуються аналогічно, а результати підбору обладнання заносяться до відповідної таблиці 2.6.

Підбір основного обладнання базується на рекомендаціях щодо облаштування спеціалізованих ремонтних дільниць підприємств агропромислового

комплексу (АПК). При цьому враховується необхідність повного охоплення всіх операцій технологічного процесу ремонту агрегатів, а також забезпечення оптимального завантаження обладнання з урахуванням його потужності та раціонального використання робочого часу.

Потреби технологічного процесу ремонту визначають склад допоміжного обладнання та оснащення, що забезпечують надійність і якість виконання основних операцій.

2.7. Організація технологічного простору дільниці

Визначення виробничої площі дільниці проводиться за наступною формулою [12]:

$$F = \sum f_{об} \cdot K_n \quad (2.11)$$

з якої $\sum f_{об}$ – площа, що відводиться під обладнання ($\sum f_{об} = 22,61 \text{ м}^2$);

K_n – поправковий коефіцієнт на робочі зони і проходи ($K_n = 3,5 \dots 4$)

$$F = 22,61 \cdot 4 = 90,44 \text{ м}^2$$

Для дільниці встановлено площу 108 м^2 та розміри $9 \times 12 \text{ м}$.

На аркуші №1 графічного розділу проекту зображена технологічна планівка дільниці.

Площа дільниці по ремонту агрегатів дорівнює 108 м^2 при щільності розташування обладнання $K=4$. Стіни приміщення товщиною 500 мм викладенні з цегли. Підлога в приміщенні з бетону, рівна і міцна, гладка, але не сковзка поверхня і зручна для прибирання.

Обладнання дільниці ремонту агрегатів розташоване найліпшим чином згідно технологічного процесу ремонту та для забезпечення найліпших умов праці. Верстати розташовані вздовж віконних прорізів, що дозволяє менш застосовувати основне та місцеве освітлення робочих місць і приміщення в цілому. Все обладнання, яке при своєму застосуванні застосовує електроенергію, має заземлення та занулення.

Дільниця обладнання консольними кранами для переміщення агрегатів та встановлення їх на стенді в межах приміщення

На стінах вивішені плакати з правилами та безпечними прийомами праці та охорони праці.

2.8. Розробка технологічної документації на відновлення первинного валу КЗП автомобіля КрАЗ 6511

2.8.1. Опис конструкції деталі та опис її дефектів

Вузол первинного валу складається з цільної деталі зі шестернею постійного зачеплення, що обертається на двох кулькових підшипниках. Передній підшипник запресований у торцеве гніздо колінчастого валу, а задній розміщений у картері коробки передач і ущільнений сальником [13].

Первинний вал коробки передач автомобіля КрАЗ належить до класу деталей В — круглих стрижнів із фасонною поверхнею (див. рис. 2.1). Він виготовляється зі сталі 25ХГМ і піддається цементації на глибину 0,5–0,7 мм. Після термічної обробки поверхневий шар досягає твердості HRC 60–65, а серцевина — HRC 35–45.

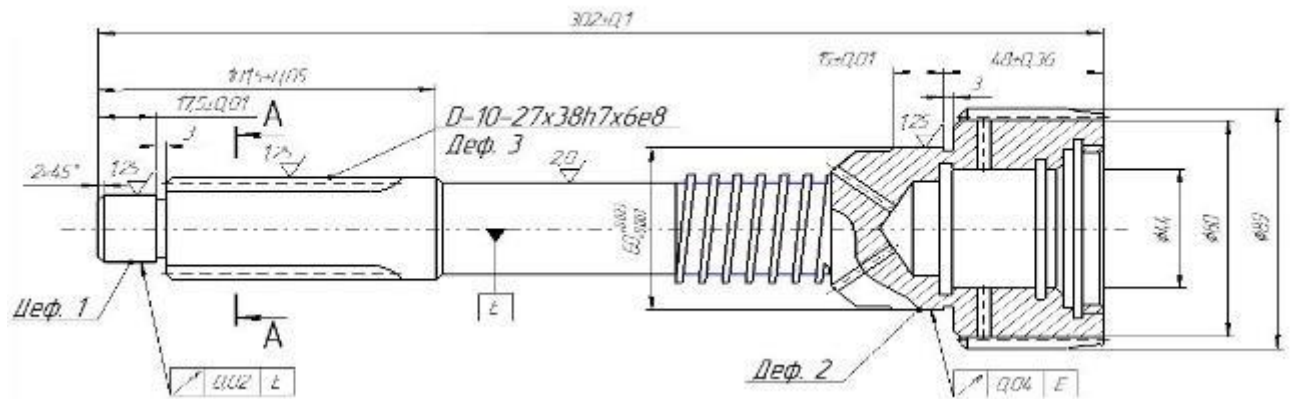


Рисунок 2.1 - Первинний вал КЗП КрАЗ

При обробці вала механічним способом в основному використовуються центрові отвори як установочні бази, рідше — зовнішні циліндричні поверхні. Шорсткість зубів шестерні та отвору під роликовий підшипник має відповідати $Ra = 0,32\text{--}0,25$ мкм, інші поверхні — $Ra = 1,25\text{--}1,0$ мкм.

Вал первинний коробки передач КрАЗ зазнає контактних навантажень у поєднанні зі згинаючими зусиллями. Головними руйнівними факторами є контактні навантаження, вигин і тертя. Основний тип зношування — втомне, яке є механічним пошкодженням, спричиненим втомним руйнуванням матеріалу поверхневого шару при повторних деформаціях. Воно може проявлятися як при терті кочення, так і при ковзанні. Найчастіше втомне зношування виникає на поверхнях деталей, що мають зосереджений контакт (лінійний або точковий) за наявності мастила [14, 15].

В таблиці 2.3 наведено список дефектів валу.

Таблиця 2.3 – Характерні дефекти первинного валу КПП КрАЗ

№	Назва дефекту	Розміри, мм		
		умовний	допус- тиме від- хилення, що не потребує	може бути усу- нений шляхом ремонту

			втру- чання	
1	Механічне пошкодження від експлуатації шийки під передній кульковий підшипник	$25_{-0,025}^{-0,005}$	24,93	Менше 24,93
2	Знос шийки під задній кульковий підшипник	$60_{+0,003}^{+0,023}$	59,93	Менше 60,003
3	Знос шліцьових зубів	$5,89_{-0,075}^{-0,025}$	5,76	-

2.8.2. Вибір оптимального методу відновлення деталі

Під час аналізу слід здійснити вибір і обґрунтування доцільного способу відновлення деталі чи групи деталей. Вибір базується на трьох основних критеріях: технологічному (відповідність умовам відновлення), технічному (забезпечення надійності та довговічності деталі після відновлення) та техніко-економічному (ефективність і доцільність з точки зору витрат і результату) [16, 17, 18].

Критерій технологічності.

Перелік можливих методів відновлення наведено далі (табл. 2.4.).

Таблиця 2.4 – Можливі методи відновлення за наведеним критерієм

	Найменування	Метод	Критерій технологічності
1	Зношення місця встановлення переднього кулькового підшипника	Відновлення методом наплавлення під захисним шаром флюсу	Метод не використовується у випадках, коли діаметр деталі менший за 40 мм, оскільки значні теплові навантаження здатні спричинити деформацію у вигляді жолоблення
		Метод вібродугового наплавлення	Застосовується

		Метод наплавлення з використанням газу CO ₂ як захисного середовища	Застосовується
		Дифузійне насиченні поверхні деталі залізом	Застосовується
		Хромування	Застосовується
		Механічна обробка до ремонтного розміру	Метод неприйнятний, бо виробник не встановив ремонтних розмірів для цієї деталі
2	Зношення шийки вала в зоні заднього кулькового підшипника	Відновлення методом наплавлення під захисним шаром флюсу	Допускається використання, проте слід враховувати можливість появи жолоблень через значні теплові навантаження
		Метод вібродугового наплавлення	Застосовується
		Метод наплавлення з використанням газу CO ₂ як захисного середовища	Застосовується
		Дифузійне насиченні поверхні деталі залізом	Застосовується
		Хромування	Застосовується
		Механічна обробка до ремонтного розміру	Метод неприйнятний, бо виробник не встановив ремонтних розмірів для цієї деталі
3		Постійне (пластичне) деформування	Застосовується

	Деформація та зношування шліцьових зубів	Відновлюваний розмір деталі	Метод неприйнятний, бо виробник не встановив ремонтних розмірів для цієї деталі
		Заварка з наступним фрезеруванням	Так

Технічний критерій.

Кожному вибраному способу відновлення надається всебічна якісна оцінка довговічності, що визначається коефіцієнтом довговічності (K_d) за таким виразом [17]:

$$K_d = K_{zn} \cdot K_v \cdot K_z \cdot K_d, \quad (2.12)$$

з якої

K_{zn} , K_v , K_z - коефіцієнти, що характеризують зносостійкість, витривалість і зчеплення покриттів. [17];

K_d – коригувальний коефіцієнт, який враховує фактичну ефективність відновлення деталей під час експлуатації. ($K_d = 0,8...0,9$).

Розглянемо перший дефект і запропоновані для нього чотири варіанти відновлення:

- метод вібродугового наплавлення;
- метод наплавлення з використанням газу CO_2 як захисного середовища;
- дифузійне насичення поверхні деталі залізом;
- метод гальванічного або електролітичного осадження хромового покриття на металеву поверхню.

Маємо

$$K_o^{ВДН} = 0,85 \cdot 0,62 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,47,$$

$$K_o^{HCO_2} = 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,77,$$

$$K_{\delta}^{зал} = 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,9 = 0,5,$$

$$K_{\delta}^{хром} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 0,54.$$

Отже, найтривалішим за експлуатаційними характеристиками є наплавлення в середовищі CO₂. Розрахунки для інших дефектів виконуються аналогічним чином, а отримані результати фіксуються в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Визначення оптимального методу відновлення деталі

Назва дефекту деталі	Доцільний спосіб ремонту	Показник		Раціональний метод відновлення
		ресурсу деталі	технічної та економічної доцільності	
Зношування посадкової шийки під передній кульковий підшипник	метод вібродугового наплавлення	0,47	-	-
	метод наплавлення з використанням газу CO ₂ як захисного середовища	0,77	-	+
	дифузійне насичення поверхні деталі залізом	0,54	-	-
	метод гальванічного або електролітичного осадження	0,5	-	-

	хромового покриття на металеву поверхню			
Знос місця посадки заднього кулькового підшипника на валу	метод вібродугового наплавлення	0,47	-	-
	метод наплавлення з використанням газу CO ₂ як захисного середовища	0,77	-	+
	дифузійне насичення поверхні деталі залізом	0,54	-	-
	метод гальванічного або електролітичного осадження хромового покриття на металеву поверхню	0,5	-	-
Знос шліцевих зубів	Пластичне деформування	0,72	-	-
	Заварка з наступним фрезеруванням	0,72	-	+

Таким чином при відновленні шийок під підшипники застосовуємо наступні способи відновлення:

Наплавлення в середовищі CO₂ — це процес дугового наплавлення, який здійснюється в захисному газовому середовищі на основі вуглекислого газу. Такий спосіб дозволяє наносити зносостійке покриття на металеві поверхні з метою їх відновлення та зміцнення.

Переваги:

- Висока продуктивність — дає змогу швидко відновлювати великі обсяги поверхонь.
- Порівняно низька вартість — CO_2 є доступним і недорогим захисним газом.
- Добра якість наплавленого шару — забезпечує прийнятну зносостійкість при правильному режимі.
- Автоматизація процесу — можливість використання механізованого або автоматизованого обладнання.
- Широке застосування — придатне для різних типів вуглецевих і легированих сталей.

Недоліки:

- Високі теплові навантаження — можливе перегрівання деталі, деформації або появи тріщин.
- Підвищене утворення шлаку та окалини — потребує додаткової обробки після наплавлення.
- Пористість і розбризкування металу — залежить від точності режимів зварювання та якості дроту.
- Не рекомендується для деталей з тонкими перетинами — може спричинити їх короблення.

2.8.3. Складання технологічного плану операцій

005 Наплавочна

Наплавити поверхню 1, до $\varnothing 26,93$ мм на довжині 17,5 мм, поверхню 2 до $\varnothing 61,93$ мм на довжині 15 мм.

Модернізований токарно-гвинторізний верстат типу 1К62, оснащений випрямлячем моделі ВСА-600/300 та наплавочною головкою типу А-547У [17].

Патрон повідковий, дріт наплавлювальний Нп 30 ХГСА, балон з CO_2 , вимірювальний інструмент – штангенциркуль типу ШЦ 1-125 з точністю 0,1 мм.

010 Зварювальна

Виконати заварювання 10 шліцьових канавок на трьохшліцьовому кінці із перекриттям зовнішньої поверхні до діаметра 38 мм на довжині 81 мм.

Трансформатор для зварювання моделі ВДУ 506, поверхня для зварювальника С 10020.

Електрод типу Э42А, затискачі (лещата), зварювальна маска №1, молоток та металева щітка.

Токарна ділянка з ідентифікатором 015

Виконати точіння поверхні 1 з діаметра 26,93 мм до 25,01 мм на довжині 17,5 мм; поверхні 2 — з діаметра 61,93 мм до 60,03 мм на довжині 15 мм; поверхні 3 — з діаметра 38 мм до 37,81 мм на довжині 81 мм.

Верстат для токарних і гвинторізних робіт 16К20Г [17]

Патрон повідковий, різець прохідний відігнутий ВК8, різець підрізний прямий, центр упорний, комплект вимірювальних пристроїв: металевий гак і мікрометри МК 50-0,01 та МК 75-0,01 за ГОСТ 6507-90.

Шліфувальний верстат №020

Виконати шліфування поверхні 1 з діаметра 25,01 мм до діаметра $25_{-0,025}^{-0,005}$ мм на довжині 17,5 мм; поверхні 2 з діаметра 60,03 мм до діаметра $60_{+0,003}^{+0,023}$ мм на довжині 15 мм; поверхні 3 з діаметра 37,81 мм до діаметра в межах $37,8_{-0,17}$ мм на довжині 81 мм.

Обробний круглошліфувальний верстат 3У12УА [17]

Абразивне шліфувальне коло ПП розміром 100×20×32 мм, марка ЕК36-60 СМ1, важільна скоба СР 50 ГОСТ 11098-75, важільна скоба СР 75 ГОСТ 11098-75.

Фрезерний верстат №025

Виконати фрезерування 10 шліців, які мають розмір $5,89_{-0,075}^{-0,025}$ мм та довжину 81 мм.

Фрезерний універсальний верстат марки 6М82

Обладнання та інструменти: ділильна головка типу УДГ-160, фреза черв'ячна Р6М5 (номер 2520-0691), штангенциркуль моделі ШЦ 1-125-0,1, важільна скоба СР 25 ГОСТ 11098-75.

030 Контрольна

Контроль якості наплавлення та механічної обробки.

Набір обладнання Ремдеталь включає: твердомір ТК 600, штангенциркуль ШЦ 1-125-0,1, мікрометри МК 50-0,01 і МК 75-0,01 за стандартом ГОСТ 6507-90, а також важільні скоби СР 25, СР 50 і СР 75 відповідно до ГОСТ 11098-75.

2.8.4. Визначення параметрів режимів відновлення та обчислення норм часу

Наплавлювальна ділянка 005

Етап 1. Виконати наплавлення поверхні 1.

Етап 2. Виконати наплавлення поверхні 2.

Етап 1. Наплавити поверхню 1 до діаметра 26,93 мм на довжині 17,5 мм.

Параметри режиму наплавлення деталі: струм встановлений на рівні 180 А; крок наплавлення — 2,3 мм на оберт; швидкість наплавлення складає 0,8 м/хв; швидкість подачі електродної дроту — 1,3 м/хв.

Час, необхідний для наплавлення, визначають за формулою [17]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s}, \quad (2.13)$$

З якої L — розмір поверхні для наплавлення складає 3 мм, мм;

i — число етапів;

n — кількість обертів деталі за одиницю часу, хв⁻¹;

s — рух мундштука вздовж деталі, або величина кроку наплавлення, мм/об.

Число етапів можна віднайти за виразом:

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

З якої D , d — вхідний і вихідний діаметри деталі до та після наплавлення;

t – товщина металевого шару, нанесеного за один прохід, мм ($t = 1$ мм).

$$i = \frac{26,93 - 24,93}{2 \cdot 1} = 1$$

Визначення кількості обертів деталі проводиться за наведеним виразом [17]:

$$n = 318 \cdot \frac{V}{d}, \quad (2.15)$$

З якої V – Швидкість руху по колу поверхні деталі, м/хв.

$$n = 318 \cdot \frac{0,8}{26,93} = 9,45 \text{ хв}^{-1}$$

Розраховуємо основний час:

$$T_0 = \frac{20,5 \cdot 1}{9,45 \cdot 2,3} = 0,95 \text{ хв.}$$

Розраховуємо допоміжний час. Для деталі, встановленої в центрах, час на її монтаж і демонтаж становить $T_{д1} = 1$ хв. Допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з процесом наплавлення, дорівнює $T_{д2} = 0,9$ хв на один прохід.

Таким чином, сумарний допоміжний час становить

$$T_d = T_{д1} + T_{д2} = 1 + 0,9 = 1,9 \text{ хв.} \quad (2.15)$$

Етап 2. Здійснити наплавлення поверхні 2 до розміру $\varnothing 61,93$ мм протягом 15 мм довжини.

Режим роботи при наплавленні такий самий, як і в переході 1.

Тривалість основного процесу наплавлення складає:

$$T_o = \frac{8 \cdot 1}{9,45 \cdot 2,3} = 0,37 \text{ хв.}$$

Тривалість допоміжного часу становить 1,9 хв (T_d).

Таким чином, сумарний основний час становить [17]

$$T_{oz} = T_{o1} + T_{o2} = 0,95 + 0,37 = 1,32 \text{ хв.} \quad (2.16)$$

Таким чином, загальний допоміжний час дорівнює:

$$T_{dz} = T_{d1} + T_{d2} = 1,9 + 1,9 = 3,8 \text{ хв.} \quad (2.17)$$

Отже, загальний оперативний час становитиме [12]:

$$T_{оп} = T_o + T_d = 1,32 + 3,8 = 5,12 \text{ хв.} \quad (2.18)$$

Розрахунок додаткового часу на операцію виконуємо за таким виразом [17]:

$$T_{доd} = \frac{T_{оп} \cdot K}{100} = \frac{5,12 + 10}{100} = 0,15 \text{ хв.} \quad (2.19)$$

З якої K – коефіцієнт, який враховує відсоткову частку додаткового часу від основного та допоміжного, становить 10% ($K = 10$) для вібродугової наплавки та наплавки в середовищі вуглекислого газу.

Час на підготовчі та заключні операції дорівнює $T_{пз} = 16$ хв.

Підсумовуючи, норма часу на виконання операції становить:

$$T_n = T_o + T_d + T_{\text{доп}} + T_{\text{пз}} / n = 1,32 + 3,8 + 0,15 + 16 / 1 = 21,27 \text{ хв.} \quad (2.20)$$

З якої n – обсяг партії деталей.

Зварювальна дільниця 010

Виконати заварювання 10 шліцьових канавок на шліцьовому кінці (з 3 шліцями) з наплавленням, яке перекриває зовнішню поверхню до діаметра $\varnothing = 38$ мм на довжині 81 мм.

Розрахунок основного часу ручного дугового зварювання виконується за формулою [17]:

$$T_o = G / T_n = G / V_n, \quad (2.21)$$

з якої

G – маса наплавленого металу, г;

V_n – інтенсивність наплавлення, г/год;

Визначення маси наплавленого металу здійснюється за формулою [17]:

$$G = L \cdot F \cdot \gamma, \quad (2.22)$$

з якої

L – протяжність зони зварювання, см;

F – площа поперечного перерізу шва, см^2 ;

γ – щільність металу, г/см^3 .

Отже:

$$G = 8,1 \cdot 0,84 \cdot 7,8 = 53,1 \text{ г.}$$

Оскільки шліців 10, загальна вага складе 531 грам.

Далі обчислюємо за формулою швидкість наплавлення [17]:

$$V_n = \alpha \cdot I, \quad (2.23)$$

з якої

α - показник наплавлення, ($\alpha = 10$) г/а·год;

I – показник інтенсивності електричного потоку, А ($I = 160$ А).

$$V_n = 10 \cdot 160 = 1600 \text{ г / год.}$$

Основний час виконання зварювальної операції визначається місцем розташування шва, а також рядом додаткових факторів, що впливають на процес. Саме тому для розрахунку цього часу використовують спеціальну формулу, яка враховує всі ці параметри[17]:

$$T_o = \frac{G \cdot 60 \cdot A \cdot m}{\alpha \cdot I}, \quad (2.24)$$

з якої A – поправочний коефіцієнт на довжину шва, ($A=1,4$);

m – поправочний коефіцієнт на просторове розташування шва, ($m=1$).

$$T_o = \frac{510 \cdot 60 \cdot 1,4 \cdot 1}{10 \cdot 160} = 26,8 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з виконанням зварювальних операцій, становить $T_{д1}=1,5$ хв.

Допоміжний час, що витрачається на встановлення та зняття деталі масою до 15 кг, дорівнює $T_{д2}=0,6$ хв.

Сумарний додатковий час:

$$T_d = T_{д1} + T_{д2} = 1,5 + 0,6 = 2,1 \text{ хв.}$$

Визначаємо тривалість оперативного часу:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_d = 26,8 + 2,1 = 28,9 \text{ хв.}$$

Проводимо розрахунок додаткового часу, пов'язаного з обслуговуванням зварювального процесу:

$$T_{\text{дод}} = \frac{28,9 \cdot 8}{100} = 2,3 \text{ хв.}$$

Час, витрачений на підготовчо-заклучні операції, дорівнює 10 хвилин.

Встановлений час на виконання операції:

$$T_n = 26,8 + 2,1 + 2,3 + 10/1 = 41,2 \text{ хв.}$$

015. Токарна обробка

Етап 1. Виконати токарну обробку поверхні 1.

Етап 2. Виконати токарну обробку поверхні 2.

Етап 3. Виконати токарну обробку поверхні 3.

Етап 1. Виконати токарну обробку поверхні 1 з $\varnothing 26,93$ мм до $\varnothing 25,01$ мм та довжині 17,5 мм.

Розраховуємо припуск матеріалу для обробки на токарному верстаті

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{26,93-25,01}{2} = 0,96 = 1 \text{ мм.} \quad (2.25)$$

Визначаємо глибину різання як 1 мм, що означає зняття всього припуску за один прохід. Таким чином, $i=1$.

Враховуючи обрану глибину різання та діаметр заготовки, встановлюємо поздовжню подачу $S=0,3$ мм/оберт. [17].

Швидкість різання визначаємо на основі обраної поздовжньої подачі та глибини різання, вона складає $V=75$ м/хв. [17].

Швидкість різання коригуємо з урахуванням поправочного коефіцієнта, що залежить від марки сталі. Приймаємо $K_m=1,7$, відповідно швидкість різання збільшується. [17].

$$V = V \cdot K_m = 75 \cdot 1,7 = 127,5 \text{ м / хв.} \quad (2.26)$$

Розрахунок частоти обертання деталі виконуємо за формулою

$$n = 318 \frac{127,5}{26,93} = 1506 \text{ об / хв.}$$

Вибираємо найближче стандартне значення частоти обертання відповідно до паспортних даних верстата $n = 1600$ об / хв.

Обчислення тривалості основної операції:

Обчислюємо повну довжину проходу різця, включаючи основну ділянку обробки, довжину врізання та перебіг за межі заготовки:

$$L = l + y, \quad (2.27)$$

з якої

l – протяжність оброблюваної поверхні;

y – довжина врізання і виходу різця, мм ($y=3,5$).

$$L = 17,5 + 3,5 = 21 \text{ мм.}$$

Для обчислення основного часу використовується формула:

$$T_o = \frac{21 \cdot 1}{1600 \cdot 0,3} = 0,05 \text{ хв.}$$

Встановлюємо значення допоміжного часу. Згідно з [17], для верстата з висотою центрів 200 мм, тривалість допоміжного часу на один прохід приймається рівною $T_d=0,5$ хв.

Етап 2. Проводимо токарну обробку поверхні 2, знімаючи припуск зі зменшенням діаметра від 61,93 мм до 60,03 мм на протязі 15 мм.

Обчислюємо товщину шару, що підлягає зняттю при токарній обробці:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{61,93-60,03}{2} = 0,95 = 1 \text{ мм.}$$

Встановлюємо глибину різання рівною 1 мм, що відповідає зняттю всього припуску за один прохід. Отже, кількість проходів $i=1$.

Враховуючи обрану глибину різання та діаметр заготовки, встановлюємо поздовжню подачу $S=0,6$ мм/оберт [17].

Швидкість різання визначаємо з урахуванням прийнятих поздовжньої подачі та глибини різання, яка становить $V=75$ м/хв [17].

Коригуємо швидкість різання із застосуванням поправочного коефіцієнта $K_m=1,7$, який враховує властивості використовуваної марки сталі [17].

$$V = V \cdot K_m = 75 \cdot 1,7 = 127,5 \text{ м / хв.}$$

Визначаємо частоту обертання деталі за допомогою формули

$$n = 318 \frac{127,5}{61,93} = 655 \text{ об / хв.}$$

Вибираємо найближче стандартне значення частоти обертання верстата, яке становить $n=630$ об/хв.

Обчислення тривалості основної операції:

Обчислюємо загальну довжину оброблюваної поверхні, враховуючи додаткові ділянки врізання і перебігу різця:

$$L = l + y, \quad (2.28)$$

з якої

l – протяжність оброблюваної поверхні деталі;

y – розмір ділянок врізання і виходу різця, мм ($y = 2$).

$$L = 15 + 2 = 17 \text{ мм.}$$

Обчислюємо основний час за відповідною формулою:

$$T_o = \frac{17 \cdot 1}{630 \cdot 0,6} = 0,05 \text{ хв.}$$

Вираховуємо час, необхідний для допоміжних операцій. Відповідно до [17], при експлуатації верстата з висотою центрів 200 мм, допоміжний час, що пов'язаний з проходом, дорівнює $T_d = 0,5$ хв.

Етап 3. Виконати точіння поверхні 3, зменшуючи діаметр з $\varnothing 38$ мм до $\varnothing 37,81$ мм на довжині 81 мм.

Обчислюємо товщину шару матеріалу, який необхідно зняти під час токарної обробки

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{38 - 37,81}{2} = 0,1 \text{ мм.} \quad (2.29)$$

Встановлюємо глибину різання рівною 0,1 мм, що відповідає зняттю всього припуску за один прохід, отже $i=1$.

Враховуючи обрану глибину різання та діаметр заготовки, приймаємо поздовжню подачу $S=0,4$ мм/оберт [17].

Швидкість різання визначаємо з урахуванням обраної поздовжньої подачі та глибини різання, вона дорівнює $V=75$ м/хв [17].

Коригуємо швидкість різання з урахуванням поправочного коефіцієнта $K_m=1,7$, який враховує особливості марки сталі [17]:

$$V = V \cdot K_m = 75 \cdot 1,7 = 127,5 \text{ м / хв.}$$

Обчислюємо частоту обертання деталі за формулою:

$$n = 318 \frac{127,5}{38} = 1067 \text{ об / хв.}$$

Вибираємо стандартне паспортне значення частоти обертання верстата, яке дорівнює $n=1000$ об/хв.

Обчислюємо основний час за формулою:

Обчислюємо загальну довжину оброблюваної поверхні з урахуванням ділянок врізання і перебігу різця:

$$L = l + y,$$

з якої l – Протяжність оброблюваної поверхні деталі;

y – розмір ділянок врізання та виходу різця, мм ($y = 2$).

$$L = 81 + 2 = 83 \text{ мм.}$$

Розмір ділянок врізання та виходу різця

$$T_o = \frac{83 \cdot 1}{1000 \cdot 0,4} = 0,2 \text{ хв.}$$

Обчислюємо тривалість допоміжних операцій. Згідно з даними джерела [17], при експлуатації верстата, висота центрів якого становить 200 мм, допоміжний час, що витрачається на виконання одного проходу, дорівнює 0,5 хвилини. Цей час враховує операції, пов'язані з переміщенням інструмента та підготовкою до різання під час проходу.

Загальна тривалість основної операції буде дорівнювати:

$$T_o = 0,05 + 0,05 + 0,2 = 0,3 \text{ хв.}$$

Обчислюємо тривалість допоміжних операцій, необхідних для виконання операції:

$$T_d = 0,5 + 0,5 + 0,5 = 1,5 \text{ хв.}$$

Час виконання операції (оперативний час):

$$T_{оп} = 0,3 + 1,5 = 1,8 \text{ хв.}$$

Час, що витрачається на додаткові операції:

$$T_{доп} = \frac{1,8 \cdot 8}{100} = 0,15 \text{ хв.}$$

з якої К – Частка додаткового часу у відсотках від оперативного.

Час на підготовчі та заключні операції дорівнює $T_{пз}=12$ хвилин.

Нормативний час на виконання операції становить:

$$T_n = 0,3 + 1,5 + 0,15 + 12/1 = 13,95 \text{ хв.}$$

Операція 020 — шліфування

Етап 1. Виконати шліфування поверхні 1.

Етап 2. Виконати шліфування поверхні 2.

Етап 3. Виконати шліфування поверхні 3.

Етап 1. Виконати шліфування поверхні 1 з $\varnothing 25,01$ мм до $\varnothing 25_{-0,025}^{-0,005}$ мм вздовж 17,5 мм.

Для обробки цієї поверхні шліфуванням приймаємо такі параметри: поперечна подача $s_{\text{поп}}=0,01$ мм/оберт, поздовжня подача у відсотках від ширини круга $\beta=0,2$, швидкість різання $V=20$ м/хв.

Встановлюємо ширину шліфувального круга рівною $b=20$ мм.

Обчислюємо поздовжню подачу за формулою:

$$S_{\text{п}} = b \cdot \beta = 0,2 \cdot 20 = 4 \text{ мм / об.} \quad (2.30)$$

Обчислюємо величину припуску на обробку:

$$h = \frac{25,01 - 24,995}{2} = 0,008 \text{ мм.}$$

Обчислюємо кількість проходів, виходячи з обраної глибини шліфування:

$$i = \frac{0,008}{0,04} = 0,2$$

Встановлюємо кількість проходів рівною одному.

Обчислюємо частоту обертання за формулою:

$$n = 318 \frac{20}{25,01} = 254,3 \text{ с}^{-1}.$$

Вибираємо значення частоти обертання $n = 254$ хв-1 відповідно до паспортних даних верстата, оскільки верстат оснащений безступінчастим регулюванням обертів.

Обчислюємо основний час обробки без урахування виходу шліфувального круга за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} \cdot k_3, \quad (2.31)$$

де k_3 – поправковий коефіцієнт зачисних ходів ($k_3 = 1,1..1,8$).

$$T_o = \frac{20 \cdot 1}{254 \cdot 4} \cdot 1,2 = 0,02 \text{ хв.}$$

Час, необхідний для встановлення та зняття деталі, дорівнює $T_{д1}=0,5$ хв, а допоміжний час, пов'язаний з проходом, становить $T_{д2}=1$ хв (для першої поверхні однієї деталі). Отже, загальний допоміжний час становитиме:

$$T_d = 0,5 + 1 = 1,5 \text{ хв.}$$

Етап 2. Виконати шліфування поверхні 2 з $\varnothing 60,03$ мм до $\varnothing 60^{+0,023}_{+0,003}$ мм вздовж довжини 15 мм.

Для шліфування цієї поверхні вибираємо такі технологічні параметри:

- поперечна подача $s_{\text{поп}}=0,01$ мм/оберт,
- поздовжня подача у відношенні до ширини круга $\beta=0,2$,
- швидкість різання $V=20$ м/хв.

Для розрахунків беремо ширину круга, що дорівнює 20 мм.

Розрахунок поздовжньої подачі проводимо на основі виразу:

$$S_{\text{п}} = \beta \cdot b = 0,2 \cdot 20 = 4 \text{ мм / об.}$$

Визначаємо припуск на обробку

$$h = \frac{60,03 - 60,003}{2} = 0,01 \text{ мм.}$$

Розраховуємо кількість проходів в залежності від прийнятої глибини шліфування:

$$i = \frac{0,01}{0,04} = 0,25$$

Обробка проводиться за один прохід.

Для обчислення частоти обертання використовується відповідна формула:

$$n = 318 \frac{20}{60,03} = 105,9 \text{ хв}^{-1}.$$

Оберти шпинделя встановлюємо відповідно до паспортних характеристик верстата — $n = 106 \text{ хв}^{-1}$, що дозволяється завдяки безступінчастій зміні швидкості.

Для обчислення основного часу без виходу круга використовуємо відповідну формулу

$$T_o = \frac{20 \cdot 1}{106 \cdot 4} \cdot 1,2 = 0,06 \text{ хв.}$$

Час, необхідний для встановлення та зняття деталі, становить $T_{д1} = 0,5 \text{ хв.}$ Допоміжний час, пов'язаний з виконанням одного проходу на наступних поверхнях тієї ж деталі, дорівнює $T_{д2} = 0,55 \text{ хв.}$ Відповідно, загальний допоміжний час складає:

$$T_d = 0,5 + 0,55 = 1,05 \text{ хв.}$$

Етап 3. Виконати шліфування поверхні №3 з початковим діаметром 37,81 мм до остаточного діаметра 37,8 мм із допуском $-0,17$ мм на ділянці довжиною 81 мм.

Для обробки зазначеної поверхні встановлюємо поперечну подачу $s_{\text{поп}}=0,01$ мм/об, повздовжню подачу як частку ширини круга $\beta=0,2$ та швидкість різання $V=20$ м/хв.

Задаємо ширину шліфувального круга $b=20$ мм.

Розрахунок повздовжньої подачі здійснюємо за наведеним виразом

$$S_{\text{п}} = \beta \cdot b = 0,2 \cdot 20 = 4 \text{ мм / об.} \quad (2.32)$$

Розраховуємо величину припуску на обробку

$$h = \frac{37,81 - 37,63}{2} = 0,09 \text{ мм.}$$

Залежно від встановленої глибини шліфування визначаємо число проходів

$$i = \frac{0,09}{0,05} = 1,8$$

Приймаємо, що обробка здійснюватиметься в два проходи.

Для визначення частоти обертання використовуємо формулу:

$$n = 318 \frac{20}{37,81} = 168,2 \text{ хв}^{-1}.$$

Частоту обертання $n=168 \text{ хв}^{-1}$ встановлюємо відповідно до паспортних даних верстата, враховуючи можливість безступінчастого регулювання.

Розраховуємо основний час з виходом кола за формулою:

$$T_o = \frac{(20+3) \cdot 1}{168 \cdot 4} \cdot 1,2 = 0,04 \text{ хв.}$$

Час, необхідний для встановлення та зняття деталі, становить $T_{д1}=0,5$ хв. Допоміжний час, пов'язаний з виконанням одного проходу на наступних поверхнях тієї ж деталі, дорівнює $T_{д2}=0,55$ хв. Відповідно, загальний допоміжний час складає:

$$T_d = 0,5 + 0,55 = 1,05 \text{ хв.}$$

Тривалість основної операції складе

$$T_o = 0,02 + 0,06 + 0,04 = 0,12 \text{ хв.}$$

Розрахунковий допоміжний час для операції становить

$$T_d = 1,5 + 1,05 + 1,05 = 3,6 \text{ хв.}$$

Тривалість оперативного часу:

$$T_{оп} = 0,12 + 3,6 = 3,72 \text{ хв.}$$

Питома вага допоміжного часу у загальному оперативному часі шліфування становить 9%

$$T_{од} = \frac{3,72 \cdot 9}{100} = 0,33 \text{ хв.}$$

Для обробки деталі в центрах час підготовки та завершення складе $T_{пз}=7$ хв.

Часова норма виконання операції становить:

$$T_H = 0,12 + 3,6 + 0,33 + 7/1 = 11,05 \text{ хв.}$$

Фрезерна операція 025

Етап 1. Обробити 10 шліців розміром $5,89_{-0,075}^{-0,025}$ мм протягом 81 мм довжини за допомогою фрезерування.

Задаємо глибину різання $t=11,1$ мм, що дозволяє виконати обробку за один прохід ($i=1$). Для цього застосовується фреза діаметром 112 мм, оснащена 9 зубцями.

Під час обробки паза кінцевою фрезою подача встановлюється на рівні $s=1$ м/об. Швидкість різання становить $V_p=39$ м/хв, а частота обертання фрези — $n=114$ об/хв.

Вносимо коригувальні коефіцієнти, що враховують зміну режимів різання:

Для обробки сталі з межею міцності $\sigma_B=57$ кг/мм² коефіцієнт матеріалу приймається рівним $K_m=1,2$; коефіцієнт стану поверхні $K_x=0,7$, оскільки наплавлена зона містить шлакові включення.

У такому разі частота обертання дорівнює

$$n = 114 \times 1,2 \times 0,7 = 95,8 \text{ хв}^{-1}.$$

Враховуючи паспортні характеристики верстата, встановлюємо оберти фрези на рівні $n=100$ об/хв.

Коригування швидкості різання не здійснюється, оскільки у формулі для визначення основного часу враховується лише частота обертання.

Розраховуємо основний час:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s_{об}} = \frac{(81+3) \cdot 1}{100 \cdot 1} = 0,84 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на установку та зняття деталі в тиски з вивіренням середньої складності приймаємо $T_{д1}=0,6$ хв. Час, пов'язаний з виконанням одного проходу, становить $T_{д2}=1$ хв.

Сумарний допоміжний час становить

$$T_d = T_{д1} + T_{д2} = 0,6 + 1 = 1,6 \text{ хв.}$$

Встановлюємо тривалість оперативного часу

$$T_{оп} = 0,84 + 1,6 = 2,44 \text{ хв.}$$

Обчислюємо час на додаткові операції:

$$T_{доп} = \frac{2,44 \cdot 7}{100} = 0,17 \text{ хв.}$$

Час підготовки та завершення операції дорівнює $T_{пз}=28$ хв.

Обчислюємо норму часу з урахуванням, що партія складається з однієї деталі

$$T_n = 0,84 + 1,6 + 0,17 + 28 = 30,61 \text{ хв.}$$

030 Операція контролю

Оцінка розмірних параметрів поверхонь деталі з дефектами 1, 2 та 3.

В результаті загальний час, необхідний для відновлення деталі, дорівнює

$$\begin{aligned} T_{нз} &= T_{н1} + T_{н2} + T_{н3} + T_{н4} = 21,27 + 41,2 + 13,95 + 11,05 + 30,61 \\ &= 118,08 \text{ хв.} \end{aligned}$$

На основі виконаних розрахунків оформлюємо маршрутну технологічну карту та операційну карту наплавлення, що наведені на другому аркуші графічної частини.

2.9. Висновок

Розроблено технологію ремонту агрегатів трансмісії та спроектовано дільницю площею 108 м² та розмірами 9х12 м. розраховано кількість працівників підприємства та обґрунтовано кількість основного обладнання та допоміжного також пропонується відновлювати дефіцитні деталі за кооперацією. Розглянуто детально технологію ремонту коробок передач та розроблено технологічний процес відновлення первинного валу коробки передач автомобіля КрАЗ.

3. ПРОЕКТУВАННЯ СТЕНДУ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РЕМОНТНИХ РОБІТ ПО АГРЕГАТАМ

3.1 Опис конструкції розроблювального стенда для ремонту коробок передач

Стенди, призначені для обслуговування трансмісій, повинні відповідати ряду ключових критеріїв, серед яких:

- забезпечення стабільної роботи та високої ефективності;
- економне використання ресурсів — як енергетичних, так і матеріальних;
- ергономічність і зручність в процесі експлуатації.

Щоб гарантувати надійну роботу стенда, до його складу не повинні входити компоненти з низьким рівнем довговічності чи частими відмовами. Крім того, для покращення ефективності процесу та створення комфортніших умов для слюсарів необхідно звести до мінімуму ручне виконання операцій.

Для зниження енергоспоживання та витрат матеріалів слід відповідально та з урахуванням техніко-економічних обґрунтувань підходити до вибору основних вузлів конструкції та типу привідного механізму.

Комфорт під час виконання робіт досягається завдяки раціональному положенню тіла працівника, а також використанню допоміжного оснащення — зливних ємностей для мастила, полиць для інструментів, а також пристроїв для розміщення знімних компонентів і запасних частин.

У процесі розробки стенда необхідно обов’язково враховувати всі зазначені вище технічні та експлуатаційні вимоги.

На рисунку 3.1 зображено конструктивну схему стенда, що проектується для ремонту трансмісійної коробки.

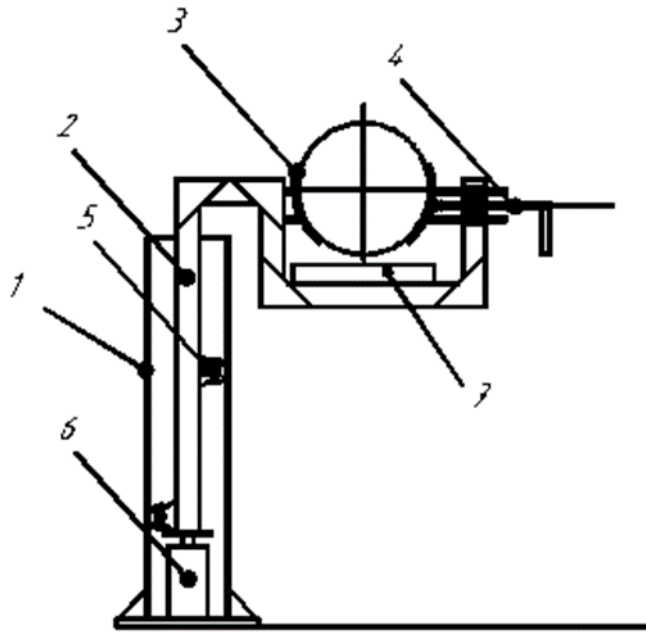


Рисунок 3.1 – Конструктивна схема станда:

1 – основна рама; 2 – вертикальна опора; 3 – рухомий супорт; 4 – гвинтовий механізм; 5 – опорний ролик; 6 – гідравлічний домкрат; 7 – маслоприймальний піддон.

Оснoву констpукції станда становить рама, в якій у нижній частині встановлено гідравлічний домкрат із вантажопідйомністю 2 тонни. Його функція полягає в регулюванні висоти положення коробки передач, закріпленої на стенді, відносно рівня підлоги. Під підлогою станда розміщено піддон, призначений для збирання мастила, що витікає з картера коробки передач. У середині рами встановлено вертикальну опору, на якій закріплені ролики, що забезпечують легке пересування. Крім того, на опорі передбачено супорти для надійного закріплення коробки передач.

Ремонт коробки передач із застосуванням станда проходить за наступною схемою: після зняття коробки з автомобіля її піднімають вантажопідйомним механізмом та встановлюють на стенд, де фіксують за допомогою супортів. Якщо коробка передач розташована занадто високо або низько відносно підлоги, слюсар за допомогою натискання педалі гідравлічного домкрата регулює її положення до необхідного рівня. Після виконання всіх ремонтних операцій та зняття фіксаторів коробку знімають зі станда і повертають на автомобіль.

Під час роботи на стенді для ремонту коробок передач необхідно дотримуватися таких вимог:

- перед початком роботи перевірити справність усіх механізмів стенда;
- забезпечити надійне закріплення коробки передач за допомогою супортів;
- використовувати засоби індивідуального захисту: рукавички, окуляри, спецодяг;
- регулювати висоту коробки передач гідравлічним домкратом, не перевищуючи максимально допустиме навантаження;
- під час переміщення деталей користуватися спеціальними роликами та пристроями;
- утримувати робоче місце в чистоті, своєчасно збирати масло у піддон;
- не залишати стенд без нагляду під час роботи;
- після завершення робіт знеструмити стенд і виконати його огляд;
- повідомляти керівника про будь-які несправності або відхилення в роботі стенда;
- дотримуватися техніки безпеки та правил охорони праці.

Технічне сервісне обслуговування стенда, призначеного для ремонту коробок передач, має виконуватися мінімум двічі на рік.

Головними перевагами цього стенда є його висока надійність і ефективність, економне використання матеріалів у конструкції, універсальність, а також комфортність експлуатації завдяки можливості регулювання висоти.

Під час роботи зі стендом забороняється застосовувати силові або ударні методи ремонту коробки передач, оскільки це може спричинити пошкодження робочих елементів стенда.

Згідно з Положенням про технічне обслуговування та ремонт технологічного обладнання АТП і СТОА затверджено такі типи обслуговування стенда: планові огляди, а також проведення перевірок і випробувань.

Ремонт обладнання поділяється на поточний, середній та капітальний. При цьому середній ремонт допускається, але не є обов'язковим етапом технічного обслуговування.

Щоденне обслуговування стенда полягає у візуальному огляді всіх його вузлів на предмет пошкоджень, зношування або витoku робочих рідин. Перед початком роботи перевіряється справність гідравлічного домкрата, фіксаторів і роликів. Необхідно переконатися у надійності кріплень та відсутності сторонніх предметів у робочій зоні. Після завершення роботи стенд очищується від бруду, залишків мастила й металевих частинок. Перевіряється рівень масла, при потребі — виконується його долив. Також здійснюється контроль роботи органів управління та привідних елементів. Щоденне технічне обслуговування передбачає передачу обладнання між змінами. Виявлені під час огляду стану стенда за підсумками зміни дані обов'язково заносяться до відповідного облікового журналу.

Періодичне технічне обслуговування є профілактичним заходом, що виконується в проміжках між плановими ремонтами. Його мета — підтримання справного стану обладнання протягом міжремонтного циклу. Особливості, обсяг і частота проведення періодичного обслуговування безпосередньо залежать від кількості та масштабу майбутніх планових ремонтних робіт.

Технічне обслуговування стенда передбачає перевірку справності всіх механічних і гідравлічних вузлів. Оглядаються елементи кріплення, направляючі, супорти та привідні механізми на наявність зношування або пошкоджень. Здійснюється очищення стенда від забруднень, мастила та пилу. Перевіряється рівень робочих рідин і, за необхідності, виконується їх поповнення або заміна. Також проводиться випробування на працездатність і надійність функціонування основних систем.

Отже, основна мета проектування полягає у проведенні відповідних розрахунків і подальшій розробці конструкції установки.

3.2 Розрахунок основних вузлів і елементів стенда

Щоб здійснити розрахунок ключових компонентів і конструктивних частин стенда, потрібно розв'язати низку технічних питань:

- необхідно підібрати відповідний поперечний переріз стійки та провести її міцнісний аналіз;
- варто виконати розрахунок на вигин для стрижня супортів, що зазнає найбільшого навантаження, а також визначити оптимальний діаметр стрижнів;
- потрібно визначити основні характеристики гвинта, попередньо обчисливши його внутрішній діаметр на основі вимог до міцності при стисканні.

Потрібно здійснити вибір поперечного перерізу стійки та провести базовий розрахунок її міцності. Схема прикладених до стійки сил наведена на рисунку 3.2.

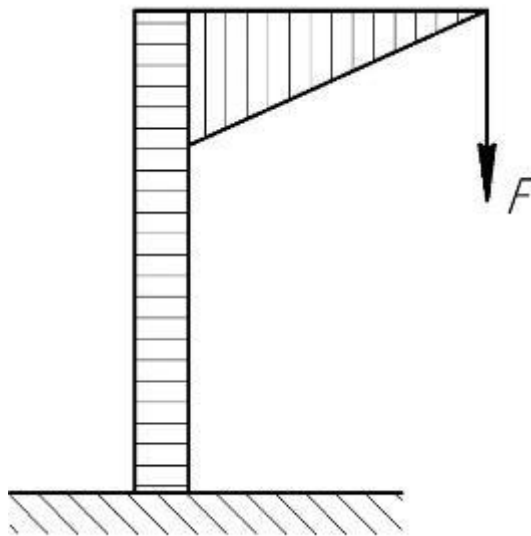


Рисунок 3.2 - Зусилля та моменти, які впливають на стійку

Опірний момент визначається за наступною формулою [21]

$$W = \frac{M}{[\sigma]}, \quad (3.1)$$

З якої M - найбільше крутне зусилля, що прикладається до стійки (Нм);

$[\sigma]$ - гранично допустиме напруження при вигині, орієнтовне значення допустимого напруження при вигині для сталі 45 можна взяти в межах $[\sigma]=160$ МПа.

За формулою, що наведена нижче, обчислимо максимальний крутний момент [21]

$$M = F \cdot l, \quad (3.2)$$

де F - сила, що прикладається;

l - плече сили (відстань від точки прикладання сили до осі обертання).

Силу ваги можливо віднайти за формулою [21]

$$F = m \cdot g, \quad (3.3)$$

З якої m - маса тіла (коробки передач), m дорівнює 150 кг.

Підставивши потрібні числові значення у формулу (3.3), отримаємо результат у вигляді:

$$F = 150 \cdot 9,81 = 1177,2 \text{ Н.}$$

Максимальний крутний момент, обчислений за формулою (3.2), становить

$$M = 1177,2 \cdot 0,35 = 412,02 \text{ Н.м.}$$

Якщо підставити задані значення у формулу (3.1), можливо отримати наступний результат:

$$W = \frac{412,02}{160} = 2,58 \text{ см}^4$$

Підбір поперечного перерізу стійки проводиться відповідно до ДСТУ 8940:2019 [22].

Під час розрахунків для виготовлення стійки було обрано квадратну сталеву трубу згідно з ДСТУ 8940:2019 з розмірами: висота $H=50$ мм, товщина стінки $S=5$ мм.

Наступним кроком виконується розрахунок на вигин найбільш навантаженого стрижня супортів.

Сили, які прикладені до стрижня, наведені на рисунку 3.3.

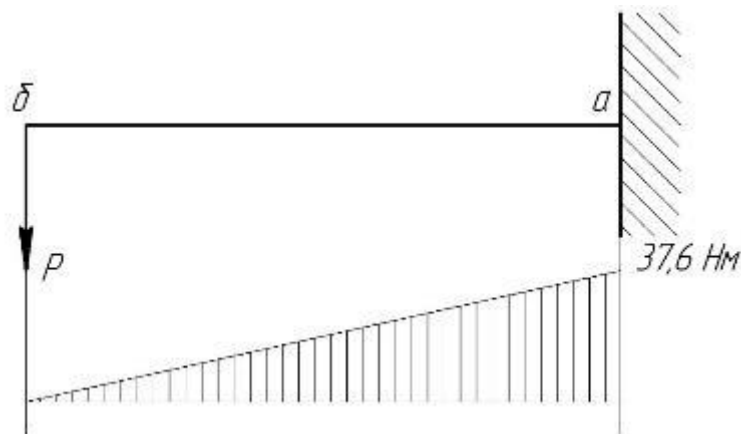


Рисунок 3.3 - Сили, які прикладені до стрижня

З рисунку 3.3 видно, що на стрижень діє згинальний момент, який можна обчислити за формулою [21]:

$$M_u = \frac{P \cdot l}{4}, \quad (3.4)$$

з якої P - найбільше навантаження, що впливає на стенд, $P = 638$ Н.

Підставивши необхідні значення у формулу (3.4), отримаємо результат:

$$M_u = \frac{1953,3 \cdot 0,077}{4} = 37,6 \text{ Н.м.}$$

Умова міцності при вигині має наступний вигляд:

$$\sigma_u = M_u / W_{uz} \leq [\sigma_u], \quad (3.5)$$

З якої M_u – максимальний згинальний момент, $M_u = 37,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Отримаємо наступний вираз при вигині з умови міцності (3.5) [21]:

$$W_{uz_1} = \frac{M_{u \max}}{[\sigma_u]}. \quad (3.6)$$

Допустивши при розрахунках $[\sigma_u] = 90 \cdot 10^6 \cdot \text{Па}$ [21], можливо отримати:

$$W_{uz_1} = \frac{37,6}{90 \cdot 10^6} = 0,42 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Осьовий момент опору круглого поперечного перерізу обчислюють за формулою:

$$W_{uz_1} = \frac{\pi d^3}{32}, \quad (3.7)$$

з якої d - діаметр стрижня, м.

З виразу (3.7) отримаємо[21]

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_{uz_1}}{\pi}}. \quad (3.8)$$

Якщо підставити відповідні значення у формулу, отримаємо:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 0,42 \cdot 10^{-6}}{3,14}} = 0,016 \text{ м}.$$

Підбір параметрів гвинта виконується поетапно, з урахуванням основних вимог до його міцності та експлуатаційної надійності.

На першому етапі визначають внутрішній діаметр гвинта, виходячи з умови міцності на стиск, тобто розраховують мінімальне допустиме значення, яке забезпечує безпечну роботу під впливом осьового навантаження:

$$d_{\epsilon} = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{k \cdot \pi \cdot [\sigma_{cm}]}} \quad (3.9)$$

з якої Q - загальна сила, що діє на гвинт, $Q = 300 \text{ Н}$;

k - коефіцієнт, що враховує можливі похибки в розрахунках, нерівномірність навантажень, матеріальні дефекти або складні умови експлуатації, в межах 0,7;

$[\sigma_{cm}]$ – допустиме напруження, Па.

Межу міцності матеріалу гвинта на стиск для сталі 45 з термообробкою до твердості HRC 45 можна розрахувати за емпіричною формулою, що пов'язує твердість з межею міцності:

$$[\sigma_{сж}] = \frac{[\sigma_{\epsilon}]}{[n]}, \quad (3.10)$$

з якої $[\sigma_{\epsilon}]$ – межа міцності на стиск (МПа), $[\sigma_{сж}]$ дорівнює 180 Н/м^2 ;

$[n]$ – коефіцієнти, що визначаються експериментально або за довідковими даними для сталі 45, $[n]$ дорівнює 2,5.

Отже, отримаємо:

$$[\sigma_{сж}] = \frac{180}{2,5} = 60 \text{ Н/м}^2.$$

Дізнаємось діаметр гвинта по формулі (3.9)

$$d_{\epsilon} = \sqrt{\frac{300 \cdot 4}{0,7 \cdot 3,14 \cdot 60}} = 0,008 \text{ м}.$$

Висоту різьбового профілю розраховують за формулою

$$h = S = 0,25 \cdot d_{\text{в}}, \quad (3.11)$$

З якої S - крок різьби, мм.

Після підстановки числових значень у формулу отримаємо:

$$h = S = 0,25 \cdot 8 = 2 \text{ мм}.$$

Зовнішній діаметр гвинта розраховується за наступною формулою:

$$d_{\text{н}} = d_{\text{в}} + h. \quad (3.12)$$

Після внесення даних у вираз одержимо

$$d_{\text{н}} = 8 + 2 = 10 \text{ мм}.$$

Кількість заходів (ходів) гвинтової лінії в гайці

$$\frac{P}{0,25 \cdot \pi (d_{\text{н}}^2 - d_{\epsilon}^2) \cdot z} \leq g, \quad (3.13)$$

з якої g – для комбінації сталь–чавун дорівнює $60 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ [21].

Мінімально необхідну кількість заходів (витків різьблення) z визначають за наступною формулою:

$$z = \frac{P}{0,25 \cdot \pi \cdot (d_H^2 - d_B^2)}, \quad (3.14)$$

Отримаємо такий результат:

$$z = \frac{300}{0,25 \cdot 3,14 \cdot (0,01^2 - 0,008^2) \cdot 60 \cdot 10^5} = 1,77.$$

Для подальших розрахунків приймаємо кількість ходів $z=2$.

Довжину рукояті, необхідну для обертання гвинта, розраховують за формулою:

$$L = \left[P(\operatorname{tg} \alpha + \mu_1) \cdot \frac{dc}{2} + \frac{1}{3} \cdot \mu_1 \cdot P \cdot d_2 \right] / R, \quad (3.15)$$

З якої d_2 – діаметр кола, вписаного в квадрат, дорівнює довжині сторони квадрата, м;

R - максимальне зусилля на рукоятці, $R = 150$ Н.

d_2 можливо віднайти за наступним виразом [21]

$$d_2 = d_H \cdot \sin 45^\circ. \quad (3.16)$$

$$d_2 = 10 \cdot 0,707 = 7,07 \text{ мм.}$$

По формулі (3.16) L буде дорівнювати

$$L = \frac{\left[300 \cdot (0,07 + 0,12) \cdot \frac{0,045}{2} + \frac{1}{3} \cdot 0,12 \cdot 300 \cdot 0,00707 \right]}{150} = 0,05 \text{ м.}$$

Отже, мінімальна допустима довжина рукояті гвинта становить $L=50$ мм.

Далі проводять перевірку умови самогальмування гвинтової пари за формулою:

$$\beta < \rho; \quad \beta = \arctg\left(\frac{S}{\pi \cdot d_{\text{ср}}}\right), \quad (3.17)$$

З якої β - кут нахилу спіралі різьбової лінії;

ρ - кут тертя, який дорівнює $5,5^\circ$.

У випадку, якщо умова самогальмування не виконується, слід зменшити крок різьби S або збільшити середній діаметр гвинта $d_{\text{ср}}$.

Проведемо відповідний розрахунок

$$\beta = \arctg\left(\frac{2}{\pi \cdot 9}\right) = 4,046^\circ.$$

Розраховане значення кута підйому гвинтової лінії виявилось меншим за кут тертя, який становить $5,5^\circ$. Це свідчить про те, що нахил різьби достатньо пологий, щоб забезпечити самогальмування. Отже, гвинтова пара «гвинт – гайка» відповідає умові самогальмування, тобто механізм утримується у заданому положенні без додаткового зусилля чи фіксації.

Монтаж стенда до підлогового покриття здійснюється з використанням болтів, що закладаються в фундамент.

Болти можна систематизувати за кількома ключовими ознаками, що визначають їхнє застосування та властивості:

1. За типом конструкції: Цей критерій враховує особливості будови самого болта, його форми та складових елементів.
2. За методом монтажу в основу.
3. За способом фіксації в бетонній суміші.

4. За умовами використання: Цей пункт враховує специфіку середовища та навантажень, яким буде піддаватися болт під час експлуатації.

Залежно від особливостей своєї будови, болти групуються на такі різновиди:

- прямі (БП). Це найпростіший і найпоширеніший тип. Вони мають вигляд прямого стрижня з різьбленням на одному кінці та головкою на іншому.
- вигнуті (БВ). Ці болти мають певну форму вигину (наприклад, L-подібні, U-подібні, Г-подібні) і часто використовуються для кріплення до горизонтальних або вертикальних поверхонь, а також для створення петель.
- з анкерною плитою (БАП). Такі болти мають на одному кінці спеціальну анкерну плиту, яка значно збільшує площу контакту з бетоном, забезпечуючи більш надійне кріплення і кращий розподіл навантаження.
- складові (БС). Ці болти складаються з кількох елементів, що з'єднуються між собою. Це може бути корисно для полегшення транспортування або монтажу, а також для забезпечення певних властивостей з'єднання.
- знімні (БЗ). Особливістю цих болтів є можливість їхнього демонтажу або заміни без пошкодження основної конструкції. Це досягається за рахунок використання спеціальних з'єднань або різьбових муфт.

За методом встановлення в основу, болти поділяються на дві основні категорії: це закладні (до бетонування) та встановлювані в готові фундаменти. До болтів, що встановлюються до бетонування фундаментів (тобто є закладними), відносяться такі типи:

- вигнуті (БВ) / Г-подібні / L-подібні: їхня вигнута частина занурюється в бетон і забезпечує надійне анкерування за рахунок форми;
- з анкерною плитою (БАП) - на одному кінці такого болта є спеціальна металева плита, яка збільшує площу контакту з бетоном і забезпечує міцне зчеплення;
- складові (БС);
- знімні (БЗ).

Згідно з положеннями ДСТУ ГОСТ 24379.1:2008 [23], для фіксації станда до підлогового покриття були відібрані вигнуті фундаментні болти з діаметром різьблення 12 мм.

Проведені обчислення створюють основу для проектування ключових компонентів і систем станда, призначеного для обслуговування автомобільних трансмісій (вантажних та легкових), автобусів (для автобуса Богдан А092 стандарт комплектується спеціальними установочними плитами) та деяких марок тракторів.

3.3. Опис технічних параметрів спроектованої моделі

Головні параметри сконструйованого пристрою, призначеного для розбирання та складання коробок зміни передач (КПП) автомобілів, зібрані в таблиці нижче (табл. 3.2.).

Таблиця 3.2 - Технічні показники сконструйованого станда

Назва	
Вид	Фіксований
Будова	Виготовлена методом зварювання
Трансмісійна система	Гідравлічна
Рекомендований робочий тиск рідини, МПа	12
Показник температури робочої рідини, °C	50±5
Вага в кілограмах	78
Габарити виробу, мм	915x300x980

3.4. Висновок

Розроблена конструкція станду може бути виготовлена в умовах ремонтної майстерні з матеріалів які є в наявності. Використання розробленої конструкції станду рекомендується в ремонтних майстернях господарств, в майстернях загального призначення та на спеціалізованих підприємствах з невеликою програмою ремонту.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Вимоги безпеки при роботі на стенді для проведення розбирально-складальних робіт

Вступна частина. Перед початком виконання робіт у цеху, керівник має обов'язково проінструктувати співробітника щодо ключових правил техніки безпеки, зазначити наявність освітлювальних та звукових сигналів, організувати безпечні проходи та проїзди по території цеху та підприємства в цілому. Особливу увагу необхідно приділити вимогам електробезпеки та пожежної безпеки.

Загальні вимоги. Перед початком роботи уважно ознайомтесь з вимогами охорони праці та обов'язково дотримуйтесь їх. Пам'ятайте, що порушення інструкцій безпеки може призвести до травм. Виконуйте лише ті завдання, які доручені вашим керівником. Під час роботи будьте уважними, не відволікайтесь на сторонні розмови і не відволікайте інших. Постійно стежте за чистотою робочого місця. Після завершення робіт обов'язково приберіть своє робоче місце. У разі травмування зверніться за допомогою.

Вимоги перед початком роботи Перед початком робіт потрібно привести свою форму в порядок, застебнути рукави, одягнути головний убір. Жінки повинні зафіксувати волосся під косинкою без звисаючих кінців. Підготуйте робоче місце так, щоб воно відповідало вимогам безпеки, перевірте освітлення на робочому місці. Переконайтесь, що всі огорожі та запобіжні пристрої справні та надійні. Перед початком роботи перевірте кріплення поворотної плити та справність стопорного механізму. У разі виявлення несправностей терміново повідомте майстра і не починайте роботу без його дозволу. Не допускається робота на несправному стенді, за відсутності належного освітлення чи непрацюючих запобіжних пристроїв.

Під час роботи Коробка, що підлягає розбиранню, має бути надійно закріплена на стенді, щоб уникнути її падіння під час розбірки. Подача деталей та пристроїв до стенду повинна здійснюватися зі зручної для робітника сторони.

Піднімати і переносити важкі деталі вручну (важчі за 16 кг) забороняється, для цього необхідне використання вантажопідйомного обладнання. Забезпечте порядок на робочому місці та в місцях зберігання інструментів. Переконайтесь, що стопорний механізм надійно працює, щоб уникнути випадкового руху коробки передач. Перед прибиранням стенду необхідно зняти коробку з його поверхні.

В аварійних ситуаціях У разі виникнення аварійної ситуації, наприклад, ураження електричним струмом, пожежі, падіння з висоти, несправності інструменту або появи диму, необхідно негайно припинити роботу. Дуже важливо негайно знеструмити електроінструмент, обмежити доступ до небезпечної ділянки та не дозволяти стороннім наближатися до неї. Необхідно негайно повідомити керівника робіт. У разі наявності постраждалих надайте першу медичну допомогу або викличте швидку. Якщо сталася пожежа, необхідно негайно викликати пожежну службу та гасити пожежу наявними засобами. Усі дії повинні проводитись відповідно до інструкцій керівника робіт.

Після завершення роботи По завершенню робіт приведення робочого місця в порядок є обов'язковим. Після завершення роботи необхідно розмістити інструменти та пристрої на відведені для них місця та змастити рухомі елементи стенда. Потім передайте стенд зміннику або майстру, обов'язково поінформувавши про всі виявлені несправності, що виникли під час експлуатації. Обов'язково вимийте руки з милом під теплою водою.

4.2. Поради для безпеки та покращення умов праці на виробництві

Аналіз стану охорони праці на підприємстві свідчить про те, що на даний момент роботи з покращення умов праці тривають, але їх ефективність потребує вдосконалення. Недоліки в роботі служб охорони праці та технологічних процесах потребують негайних заходів для підвищення безпеки. До таких заходів відносяться [24]:

- Установлення захисних кришок та огорож для ланцюгових передач і з'єднань з обертовими деталями.

- Посилення контролю за дотриманням вимог охорони праці, проведення навчання для керівників підрозділів.
- Забезпечення завгоспом своєчасного постачання спецодягу та засобів індивідуального захисту для працівників.
- Заборона виконання зварювальних робіт на вулиці під час дощу або підвищеної вологості.
- Оснащення зони ремонту майстерні місцевими витяжками для покращення вентиляції та забезпечення безпеки.

4.3. Висновки та рекомендації

Аналіз поточного стану охорони праці на підприємстві свідчить про задовільний рівень загальної безпеки. Проте існує чітка необхідність у поліпшенні умов праці, особливо в ремонтній майстерні.

Впровадження запропонованих заходів з охорони праці значно знизить рівень травматизму та підвищить загальну продуктивність. Крім того, запровадження нових інструкцій з безпечної роботи на спроектованому стенді дозволить працівникам виконувати свої завдання безпечно та ефективно.

5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

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

5.1. Розрахунок основних показників

Загальна вартість проведених ремонтних робіт, яка визначається за формулою [25]:

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

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

Q – кількість умовних ремонтів, що планується провести.

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

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

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

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

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

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

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

Фонд заробітної плати обчислюється як:

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

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

12 – кількість робочих місяців на рік.

Амортизаційні відрахування розраховуються згідно з нормою амортизації:

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

де B – вартість основних засобів, грн.;

λ – встановлена норма амортизації, %.

Витрати на електроенергію визначаються за формулою:

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

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

Π_{el} - тариф за 1 кВт·год, грн.

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

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

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

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

Наступним етапом є обчислення собівартості ремонтних робіт:

$$ПС = EB \cdot 1,02, \quad (5.8)$$

Річний прибуток від діяльності дільниці ТО та ремонту машин:

$$\Pi = B_{np} - \Pi C, \quad (5.9)$$

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

Рентабельність проекту розраховується за класичною формулою:

$$P = \frac{\Pi \cdot 100}{\Pi C}. \quad (5.10)$$

Термін окупності інвестицій визначається так:

$$T_o = \frac{B}{\Pi}, \quad (5.11)$$

де B – обсяг капіталовкладень, грн.;

Π – чистий прибуток, грн.

5.2. Висновок

За результатами економічного аналізу проекту з ремонту трансмісій вантажних автомобілів, що передбачає додаткові капіталовкладення в розмірі 3 020 000 грн, було отримано позитивні показники. Загальна вартість проведених ремонтів складає 2 988 480 грн, а обсяг робіт у одиницях ремонту — 26,4 умови ремонту. Проект демонструє хороший економічний ефект з прибутком у 758 157,58 грн та рівнем рентабельності 34%. Приріст прибутку складає 794 134,54 грн, а термін окупності додаткових вкладень складає 3,8 роки.

Таким чином, проект є фінансово ефективним і має перспективи швидкої окупності, що свідчить про його доцільність для реалізації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розроблений проект на тему Удосконалення процесу ремонту коробок передач вантажних автомобілів дозволяє значно підвищити ефективність та зменшити витрати на ремонт цієї складної технічної одиниці. На основі аналізу існуючих методів ремонту та розробки конструкції спеціалізованого стенду, вдалося досягти кількох важливих результатів.

По-перше, розробка технології ремонту коробок передач з урахуванням специфіки моделей, таких як 9JS200TA і 9JS150TA-B, значно підвищить продуктивність роботи майстерні, зменшуючи час, необхідний для виконання ремонту, а також підвищуючи якість виконуваних робіт. Впровадження спеціалізованого стенду дозволяє мінімізувати фізичне навантаження на працівників і значно знижує ймовірність помилок під час роботи.

По-друге, конструкція стенду для розбирання та складання коробок передач була розроблена з урахуванням основних вимог безпеки, зручності для оператора та високої надійності. Всі деталі конструкції, такі як гідравлічний домкрат і супорти, забезпечують комфортну роботу з коробками передач і дозволяють швидко налаштувати стенд для різних типів техніки. Інноваційні підходи в організації робочого процесу допомагають підвищити ефективність і зменшити витрати енергії.

По-третє, економічна оцінка проекту показала його високу рентабельність. Рівень рентабельності становить 34%, а термін окупності додаткових інвестицій складає всього 3,8 роки. Завдяки правильно розрахованим витратам та зниженню часу на ремонт, проект дозволяє значно знизити експлуатаційні витрати.

Таким чином, реалізація проекту з удосконалення процесу ремонту коробок передач та розробка нової конструкції стенду дозволить підвищити ефективність ремонту, скоротити витрати та забезпечити високий рівень безпеки і комфорту для працівників. Впровадження цих змін є важливим кроком для подальшого розвитку підприємства і покращення якості обслуговування вантажної техніки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Іванов, А. В. (2015). Вплив зношеності коробок передач на ефективність їхнього ремонту. *Журнал механіки та матеріалознавства*, 22(3), 45-56.
2. 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.
3. Калганков Є.В. Деякі проблеми гідроабразивно-втомного зносу деталей об'ємного гідроприводу мобільних машин / Є.В. Калганков // *Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць.* — Дніпропетровск: ІГТМ НАНУ. — 2013. — №108. — С. 133-142.
4. 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
5. Ніколенко, О., & Калганков, Є. (2019). Дослідження надійності гільз циліндрів автотракторних двигунів та обґрунтування шляхів підвищення їх довговічності. У *Модернізація та наукові дослідження: Парадигма інноваційного розвитку суспільства і технологій* (с. 200–204). ГО «Інститут інноваційної освіти»; Науково-навчальний центр прикладної інформатики НАН України.
6. Мельянцов П. Т. Організація використання техніки за умов дефіциту матеріально - технічних ресурсів / П. Т. Мельянцов, Є. В. Калганков. // *Zbiór raportów naukowych. „Inżynieria i technologia. Teoria. Praktyk Sp. z o.o. «Diamond trading tou.* — 2010. — С. 84–87.
7. Організаційні форми технологічного сервісу і прогноз їх розвитку в ринкових умовах ведення господарства в агропропромисловому комплексі України. К., 2001. ННЦ ІМЕСГ, 2001- 170с.
8. 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.

9. Бутенко В.Г. Ремонт машин в АПК України: Організація, проектування, оптимізація: навчальний посібник / Бутенко В.Г. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 1997 р., 159 с.

10. *КрАЗ-6322*. (б. д.). <https://uk.wikipedia.org/wiki/КрАЗ-6322>

11. 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.

12. 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.

13. *КрАЗ-6322 Вал первинний у зборі*. (б. д.). <https://banga.ua>. <https://banga.ua/pages/gruzovie-sng/kraz/teh-documentacia-kraz/rukovodstvo-kraz-6322-kraz-63221-kraz-6446/pervichniy-val-razdatochnoy-korobki>

14. 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.

15. Пат. 119244 Україна, МПК7 МПК G01N 33/44 (2006.01). Пристрій для випробувань гумових елементів на стирання [Текст] / Дирда В.І.; Калганков Є.В.; Черній О.А.; Цаніді І.М.; Калганков Б.В.. u201602207; заявл. 09.03.2016 ; опубл. 25.09.2017, бюл. № 18- 4с.

16. Калганков Є.В. Проектування ремонтно-технологічної документації / Є.В. Калганков, М.Г. Зайцев. Дніпро. ДДАЕУ, 2016. – 48 с.

17. Калганков Є.В. Розробка ТПВД/Калганков Є.В. – ДДАЕУ, 2013. – 75 с.

18. Пугач, А., Черній, О. та Калганков, Є., (2023). Дослідження ефекту релаксації напруження та залишкової деформації сучасних полімерних матеріалів для захисту поверхонь деталей від зношування. *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences*. **8**(39), 76–84.

19. Калганков, Є., (2022). Поліпшення фізико-механічних властивостей гуми шляхом її модифікації фулереном C60. У: *Теоретичні та практичні*

питання аграрної науки, 18 травня 2022, Дніпро, Україна. Дніпро: ДДАЕУ. с. 95–97.

20. Калініч М.О. Дослідження параметрів відновлення деталей типу вал методом наплавлення / М.О. Калініч, Є.В. Калганков// Zbiór artykułów naukowych. Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej " Inżynieria i technologia. Współczesne tendencje w nauce i edukacji " Paris: Sp. z o.o. "Diamond trading tour". – 2020. – №34. – С. 36–40.

21. 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.

22. Держстандарт України. (2019). *Труби сталеві профільні. Технічні умови (ДСТУ 8940:2019)* [Steel profile pipes. Technical conditions (DSTU 8940:2019)].

23. Держстандарт України. (2008). *Болти фундаментні. Загальні технічні умови (ДСТУ ГОСТ 24379.1:2008)* [Foundation bolts. General technical conditions (DSTU GOST 24379.1:2008)]. <https://www.ukrndnc.org.ua/>

24. 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 Все-укр. 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>

25. 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.

26. 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.

ДОДАТКИ

Вихідні данні для розрахунку техніко-економічних показників проекту

Показники	Позначення показників	Проектний варіант
Обсяг ремонтних робіт, ум. рем.	Q	26,4
Вартість 1 ум. рем, грн.	Ц _{1ум рем}	113200,00
Кількість основних робітників, осіб	<u>K_{пр}</u>	4
Середньомісячна заробітна плата робітника з нарахуванням, грн.	<u>ЗП_{ср}</u>	16000,00
Вартість придбаного обладнання, грн.	<u>Б_{пр}</u>	2500000,00
Витрати на реконструкцію ремонтної майстерні та організацію ділянки, грн.	<u>Б_{рек}</u>	520000,00
Річні витрати електроенергії, кВт/рік.	<u>Q_{ел}</u>	35520
Ціна 1 кВт/год. електроенергії, грн.	<u>Ц_{ел}</u>	8,20

Техніко-економічні показники проекту

Показники	Проектний варіант
Вид робіт	Ремонт
Обсяг робіт, ум. рем.	26,4
Ціна 1 ум. ремонту, грн.	113200,00
Вартість проведених ремонтів, грн.	2988480,00
Кількість основних робітників, осіб.	4
Обсяг додаткових капітало вкладень, грн.	3020000,00
Експлуатаційні витрати всього, грн.	2186590,61
– заробітна плата з нарахуваннями, грн.	936960,00
– амортизаційні відрахування, грн.	688215,00
– вартість електроенергії, грн.	291264,00
– витрати на ПР та ТО, грн.	206464,50
– інші витрати, грн.	63687,11
Повна собівартість продукції, грн.	2230322,42
Загальний прибуток, грн.	758157,58
Рівень рентабельності, %	34,0
Приріст прибутку, грн.	794134,54
Термін окупності додаткових вкладень, років	3,8

Форма	Зона	Поз	Позначення	Найменування	Кіл-сть.	Помітки
				<u>Документація</u>		
			46ДП 069 103 000 СК	Загальний вид пристрою		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	46ДП 069 101 000 СК	Кропштейн фляця	1	
		2	46ДП 069 102 000 СК	Стійка	1	
				<u>Д е т а л і</u>		
		3	46ДП 069 100 003	Плита підтиска		
		4	46ДП 069 100 004	Направляюча		
		5	46ДП 069 100 005	Гвинт		
		6	46ДП 069 100 006	Втулка		
		7	46ДП 069 100 007	Вороток	1	
		8	46ДП 069 100 008	Шайба	2	
		9	46ДП 069 100 009	Гайка		
		10	46ДП 069 100 010	Втулка		
		11	46ДП 069 100 011	Затвор		
				Стандартні вироби		
		12		Гайка М 8х1 ГОСТ 1453-76	1	
					46ДП.069 103 000. СК	
Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб	Ключко				Стіл	Літер.
Перевір.	Калганков					Лист
						Листів
П.контр	Івлєв				ДДАЕУ	
Затв.	Дудін					

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

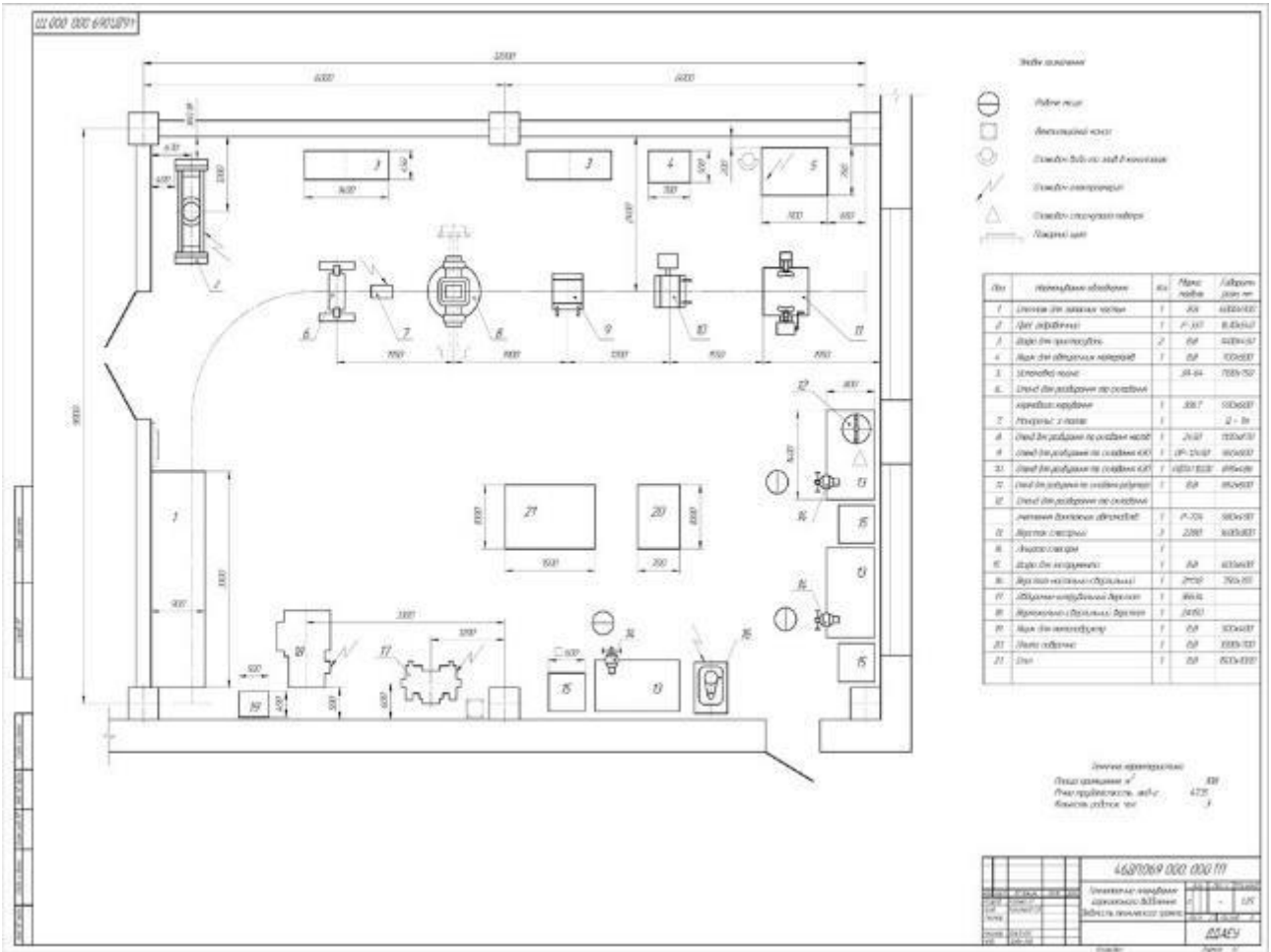
**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ КОРОБОК ЗМІНИ
ПЕРЕДАЧ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО
ПІДПРИЄМСТВА З РОЗРОБКОЮ СТЕНДУ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ ТА
СКЛАДАННЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ**

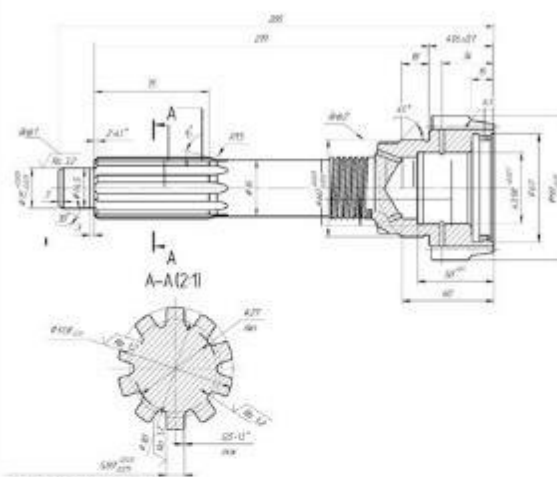
демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 4го курсу, групи AI-1-21
Клочко Ілля Романович

Керівник: ст. викладач
Калганков Євген Васильович

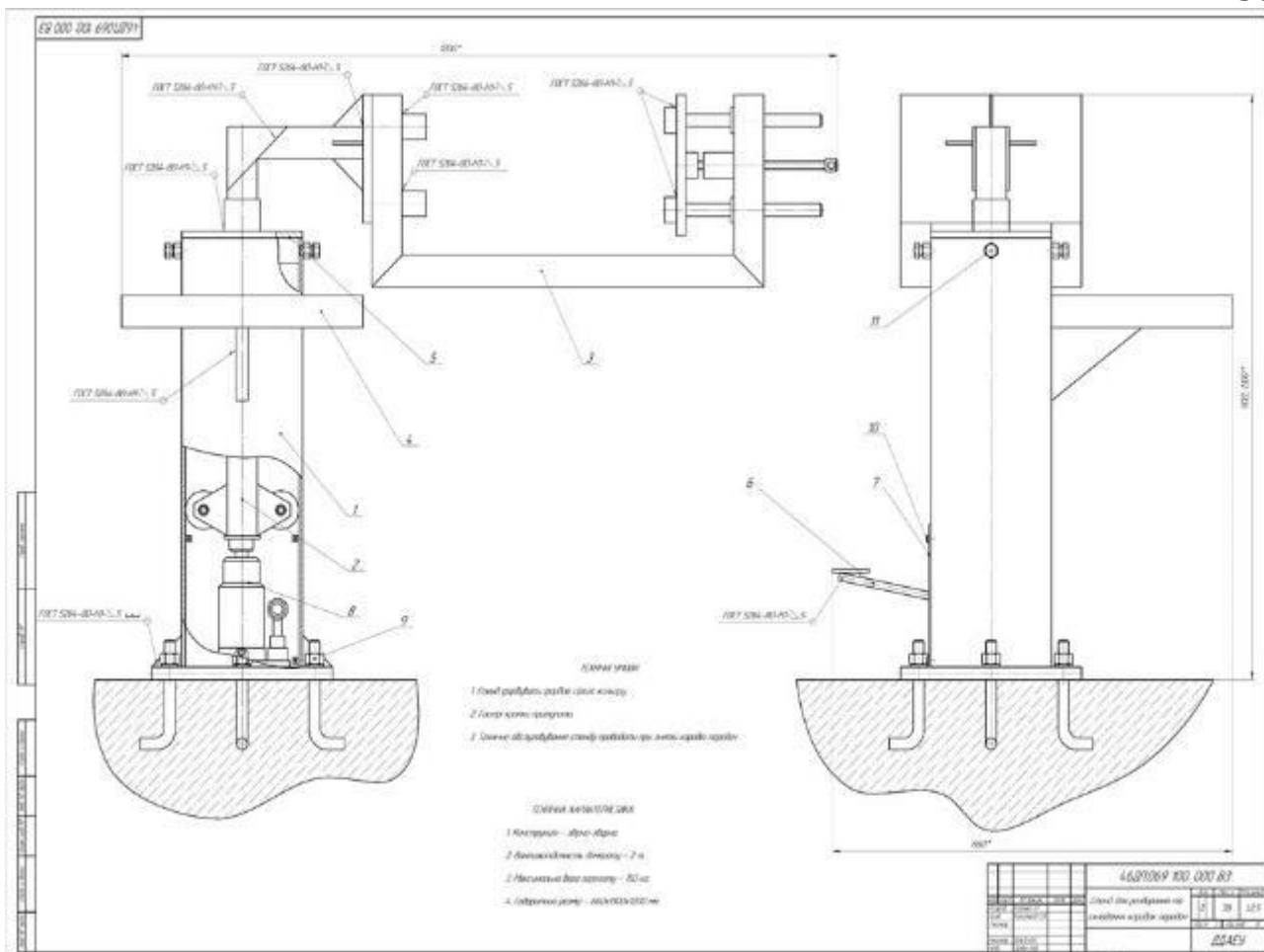
Дніпро - 2025

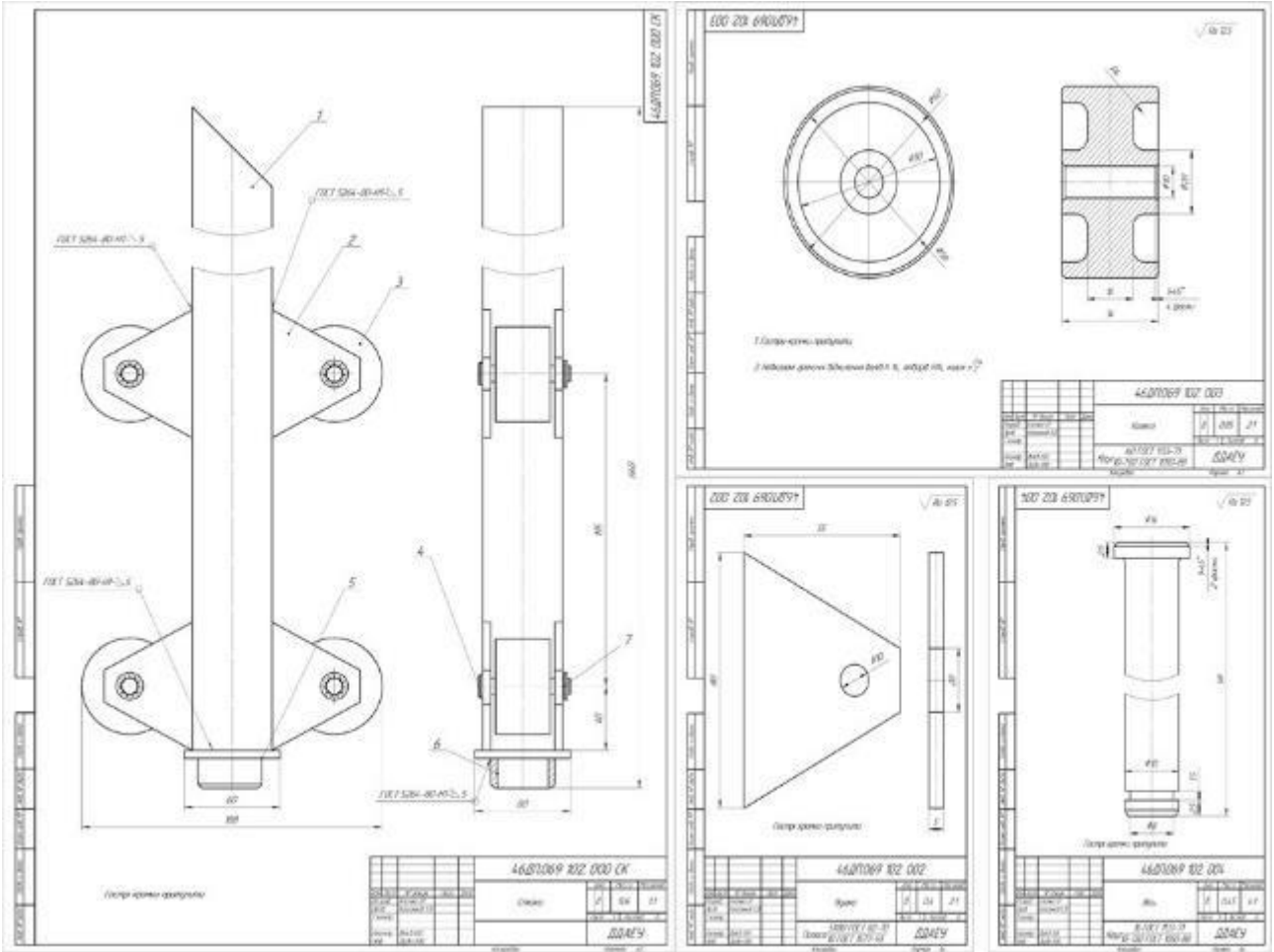


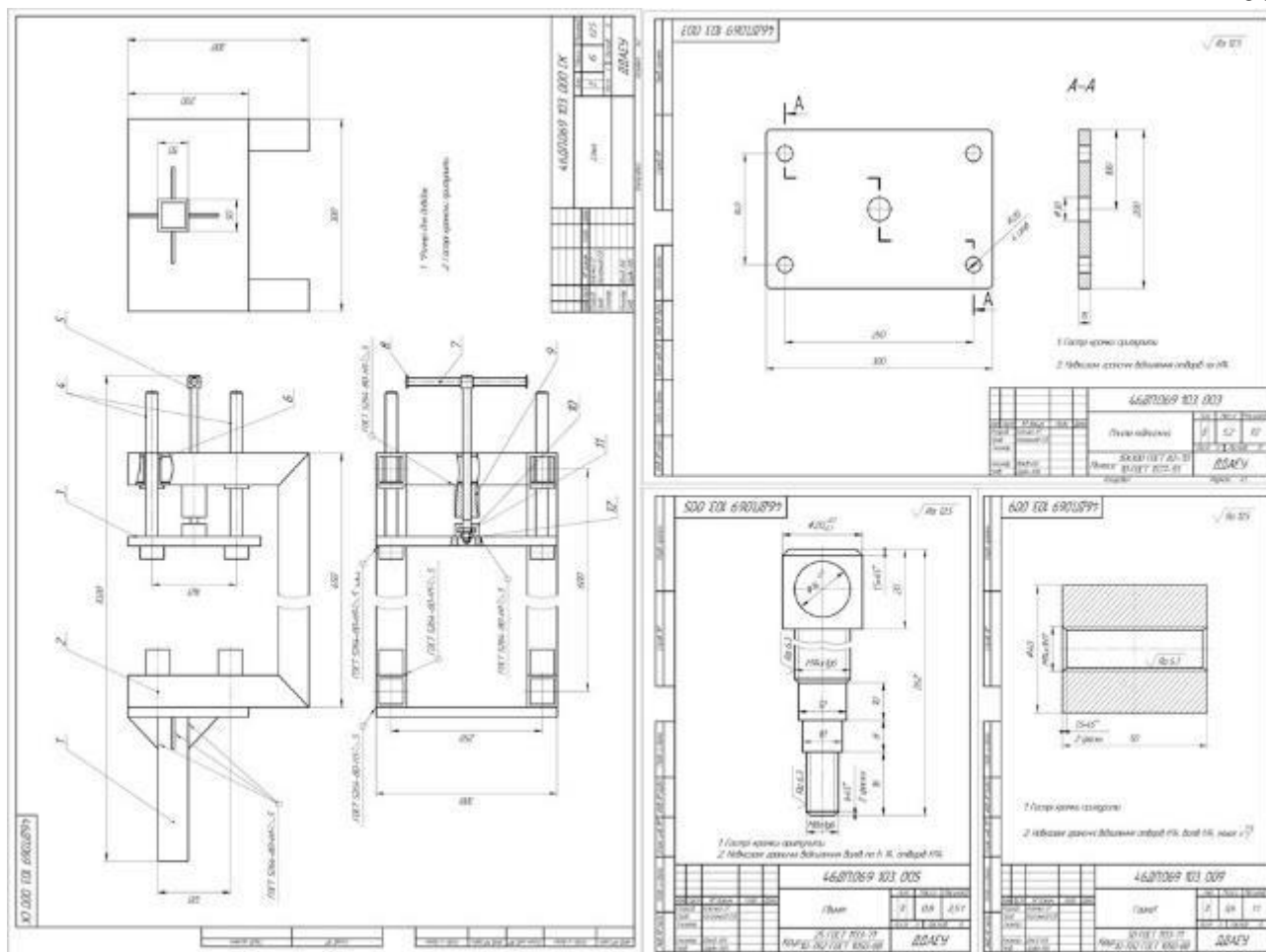
[illegible]

№ дѣла по делу	наименование дѣла	наименование административной дѣлов		дѣловое дело по гражданскому дѣлов	дѣловое дело по уголовному дѣлов
		дел о возмездии за вред, причиненный государственным имуществом	дел о возмездии за вред, причиненный государственным имуществом		
1	дел о возмездии за вред, причиненный государственным имуществом	-	-	дел о возмездии за вред, причиненный государственным имуществом	дел о возмездии за вред, причиненный государственным имуществом
2	дел о возмездии за вред, причиненный государственным имуществом	-	-	дел о возмездии за вред, причиненный государственным имуществом	дел о возмездии за вред, причиненный государственным имуществом
3	дел о возмездии за вред, причиненный государственным имуществом	-	-	дел о возмездии за вред, причиненный государственным имуществом	дел о возмездии за вред, причиненный государственным имуществом

		4697 069 000 000 P	
		на армянский	4.8 10
		630	
		Линия связи	8343







2 000 000 000 000 000

Показники	Проектний варіант
Вид робіт	Ремонт
Обсяг робіт, ум. рем.	26,4
Ціна 1 ум. ремонту, грн.	113200,00
Вартість проведених ремонтів, грн.	2988480,00
Кількість основних робітників, осіб.	4
Обсяг додаткових капіталовкладень, грн.	3020000,00
Експлуатаційні витрати всього, грн.	2186590,61
– заробітна плата з нарахуваннями, грн.	936960,00
– амортизаційні відрахування, грн.	688215,00
– вартість електроенергії, грн.	291264,00
– витрати на ПР та ТО, грн.	206464,50
– інші витрати, грн.	63687,11
Повна собівартість продукції, грн.	2230322,42
Загальний прибуток, грн.	758157,58
Рівень рентабельності, %	34,0
Приріст прибутку, грн.	794134,54
Термін окупності додаткових вкладень, років	3,8

4487089 000 000 000			
Вид робіт	Ремонт	Вартість робіт	2988480,00
Обсяг робіт, ум. рем.	26,4	Ціна 1 ум. ремонту, грн.	113200,00
Вартість проведених ремонтів, грн.	2988480,00	Кількість основних робітників, осіб.	4
Обсяг додаткових капіталовкладень, грн.	3020000,00	Експлуатаційні витрати всього, грн.	2186590,61
– заробітна плата з нарахуваннями, грн.	936960,00	– амортизаційні відрахування, грн.	688215,00
– вартість електроенергії, грн.	291264,00	– витрати на ПР та ТО, грн.	206464,50
– інші витрати, грн.	63687,11	Повна собівартість продукції, грн.	2230322,42
Загальний прибуток, грн.	758157,58	Рівень рентабельності, %	34,0
Приріст прибутку, грн.	794134,54	Термін окупності додаткових вкладень, років	3,8

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розроблений проект на тему Удосконалення процесу ремонту коробок передач вантажних автомобілів дозволяє значно підвищити ефективність та зменшити витрати на ремонт цієї складної технічної одиниці. На основі аналізу існуючих методів ремонту та розробки конструкцій спеціалізованого стенду, вдалося досягти кількох важливих результатів.

По-перше, розробка технології ремонту коробок передач з урахуванням специфіки моделей, таких як 9 JS200TA і 9JS150TA-B, значно підвищить продуктивність роботи майстерні, зменшуючи час, необхідний для виконання ремонту, а також підвищуючи якість виконуваних робіт. Впровадження спеціалізованого стенду дозволяє мінімізувати фізичне навантаження на працівників і значно знизити ймовірність помилок під час роботи.

По-друге, конструкція стенду для розбирання та складання коробок передач була розроблена з урахуванням основних вимог безпеки, зручності для оператора та високої надійності. Всі деталі конструкції, такі як гідравлічний домкрат і супорти, забезпечують комфортну роботу з коробками передач і дозволяють швидко налаштувати стенд для різних типів техніки. Інноваційні підходи в організації робочого процесу допомагають підвищити ефективність і зменшити витрати енергії.

По-третє, економічна оцінка проекту показала його високу рентабельність. Рівень рентабельності становить 34%, а термін окупності додаткових інвестицій складає всього 3,8 роки. Завдяки правильно розрахованим витратам та зниженню часу на ремонт, проект дозволяє значно знизити експлуатаційні витрати.

Таким чином, реалізація проекту з удосконалення процесу ремонту коробок передач та розробка нової конструкції стелу дозволить підвищити ефективність ремонту, скоротити витрати та забезпечити високий рівень безпеки і комфорту для працівників. Впровадження цих змін є важливим кроком для подальшого розвитку підприємства і покращення якості обслуговування вантажної техніки.

[illegible]