

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва та транспорту

(повне найменування факультету)

Кафедра «Експлуатація та ремонт машин»

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до магістерської роботи

_____магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: "Вдосконалення експлуатаційних характеристик деталей типу вал трансмісії автотранспортних засобів у ТОВ "АТП 2004" м.Кропивницький"

Виконав: магістрант ІІ курсу, групи АІ(ТС)-20М(1,9)
спеціальності 208 – Агроінженерія

_____Владислав ЩИКОТ

Керівник: _____Віктор АУЛІН

Консультанти:

з економічного розділу _____Людмила ЗАПІРЧЕНКО

з охорони праці _____Олег БЕВЗ

з цивільного захисту _____Оксана МЕЗЕНЦЕВА

Допустити до захисту: _____Сергій МАГОПЕЦЬ

Рецензент: _____

Кропивницький – 2022 рік

Центральноукраїнський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва та транспорту

Кафедра експлуатації та ремонту машин

Освітньо-кваліфікаційний рівень – магістр

Галузь знань – 20 – Аграрні науки та продовольство

(шифр і назва)

Спеціальність – 208 – Агроінженерія

(шифр і назва)

Спеціалізація – Технічний сервіс сільськогосподарської техніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, доц. Сергій МАГОПЕЦЬ

_____ «___» _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСКУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Владислав ЩИКОТ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: "Вдосконалення експлуатаційних характеристик деталей типу вал трансмісії автотранспортних засобів у ТОВ "АТП 2004" м.Кропивницький"

керівник роботи Віктор АУЛІН, доктор технічних наук, професор

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 24.12.2021 року № 24-13

2. Строк подання магістрантом роботи «25» травня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Матеріали науково-дослідної практики. 2. Умови експлуатації транспортних засобів. 3. Технічні умови на розробку технологічного процесу відновлення первинного валу розподільної коробки. 4. Методичні вказівки до виконання магістерських робіт.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Загальний розділ. Історія підприємства. Аналіз виробничої діяльності господарства. Обґрунтувати тему магістерської роботи.

Науковий розділ. Теоретично обґрунтувати узгодження характеристик транспортних засобів з умовами їх функціонування у сільськогосподарському виробництві. Розробити методику дорожньо-польових досліджень функціонування ТЗ у сільськогосподарському виробництві. Провести експериментальні дослідження.

Технологічний розділ. Провести аналіз умов роботи деталі та вузла в цілому, розглянути види та причини виникнення дефектів і механізми зношення. Розробити маршрут технологічного процесу відновлення первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310, підібрати обладнання, виконати розрахунки режимів та тривалості виконання технологічних операцій.

Конструкторський розділ. Розробити пристосування для повертання валів при наплавленні шліців. Провести конструктивні розрахунки, які підтвердять працездатність і надійність пристосування.

Організаційний розділ. Розробити дільницю відновлення первинного валу розподільної коробки вантажних автомобілів, провести розрахунки фондів часу, кількості працівників, обладнання а також розрахувати річну потребу пари та палива. Розрахувати енергетичні показники.

Економічний розділ Розрахувати собівартість однієї люд-години відновлення первинного валу. Розрахувати середньомісячну заробітну плату та техніко-економічні показники роботи спроектованої дільниці. Визначити собівартість розробки пристосування для повертання валів при наплавленні шліців.

Охорона праці. Система управління охороною праці на підприємстві. Вимоги безпеки під час відновлення деталей. Створення оптимальних умов праці на робочому місці. Розрахунок штучної вентиляції для приміщення.

Цивільний захист. Організація оповіщення працівників об'єктів про надзвичайну ситуацію.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Блок-схема системи "транспортна засіб-умови функціонування" (A1). 2. Структура транспортного засобу – вантажного автомобіля (A1). 3. Алгоритм розв'язання імітаційної та оптимізаційної моделей (A1). 4. Питома витрата палива та коефіцієнт узгодженості (A1). 5. Математична модель погодження характеристик ТЗ з умовами його функціонування (A1). 6. Результати порівняльного аналізу коефіцієнта узгодженості – впливу умов функціонування ТЗ (A1). 7. Рекомендовані режими руху ТЗ при вивезенні зернових від комбайна за різних умов руху автомобілів КамАЗ-4308 та тракторних агрегатом МТЗ-82+2ПТС4 (A1). 8. Розподільна коробка КамАЗ 4310. Технологічна схема розбирання (A1). 9. Первинний вал. Ремонтне креслення (A1). 10. Технологічні карти на defeкацію первинного валу розподільної коробки КамАЗ 4310 (A1). 11. Способи відновлення валів (A1). 12. Технологічні карти на відновлення первинного валу (A1). 13. Пристосування для повертання валів при наплавленні шліців. Креслення загального виду (A1). 14. Поворотний механізм. Складальне креслення (A1). 15. Деталювання (A1). 16. Планування ділянки відновлення первинного валу розподільної коробки (A1).

6. Консультанти розділів магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний	доц. Людмила ЗАПРЧЕНКО		
Охорона праці	доц. Олег БЕВЗ		
Цивільний захист	викл. Оксана МЕЗЕНЦЕВА		

7. Дата видачі завдання: 28.12.2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальний розділ	11.03	
2	Науковий розділ	25.03	
3	Спеціальний розділ	08.04	
4	Організаційний розділ	15.04	
5	Технологічний розділ	22.04	
6	Конструкторський розділ	29.04	
7	Економічний розділ	06.05	
8	Охорона праці	19.05	
9	Цивільний захист	23.05	
10	Графічний матеріал	25.05	

Магістрант _____
(підпис)

Владислав ЦИКОТ
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____

Віктор АУЛІН

Анотація

В даній магістерській роботі розглядається проблема вдосконалення експлуатаційних характеристик деталей типу вал трансмісії автотранспортних засобів.

Магістерська робота містить аркуша пояснювальної записки, таблиці, рисунків, графічна частина складається з 12 аркушів формату А1.

В загальному розділі дано історію створення підприємства ТОВ "АТП 2004" м. Кропивницький", його організаційну структуру. Визначено мету та задачі магістерської роботи.

В науковому розділі на основі питомої витрати палива і характеристик транспортних засобів та виконаної транспортної роботи транспортних засобів введено коефіцієнт узгодження. Побудована математична модель узгодження характеристик транспортних засобів з умовами його функціонування. Встановлено характер зміни коефіцієнта питомої витрати палива від швидкісного режиму автомобіля КамАЗ-4308.

В технологічному розділі зроблено аналіз технологій відновлення та зміцнення деталей розподільної коробки вантажних автомобілів, зокрема, первинного валу. Грунтуючись на проведеному аналізі, запропоновано заходи щодо удосконалення технології відновлення первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310. Запропонований спосіб відновлення, електролітичне залізнення, дозволяє одержати економічний ефект за рахунок автоматизації процесів, полегшити тяжкі умови роботи зварювальника і підвищити надійність відновленої деталі в порівнянні з базовим.

В конструкторському розділі пропонується пристосування для повертання валів, яка не вимагає затрат на нове обладнання і пристосування.

В організаційному розділі наведені заходи по ремонту розподільної коробки, які дозволяють підвищити ефективність ремонту, зменшити простої автомобілів. Спроектована дільниця відновлення первинного валу дає змогу більш раціонально розташувати основне технологічне устаткування.

В економічному розділі розраховано фонд заробітної плати робітників дільниці. Визначено собівартість розробки пристосування для повертання валів.

В розділі "Охорона праці" проаналізована система управління охороною праці на ТОВ "АТП 2004" м. Кропивницький". Враховані вимоги безпеки під час відновлення деталей гальванічним методом. Створені оптимальні умови праці на робочому місці. Розрахована штучна вентиляція для приміщення.

В розділі цивільний захист розглядається оцінка збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру.

ЗМІСТ

стор.

Вступ.....	
..	
1	ЗАГАЛЬНИЙ
РОЗДІЛ.....	
1.1 Історія розвитку автотранспортного підприємства ТОВ "АТП-2004" м. Кропивницького	
1.2 Генеральний план підприємства ТОВ "АТП-2004".....	
1.3 Структура управління підприємством ТОВ "АТП-2004".....	
1.4 Характеристика об'єкту проектування	
1.5 Обґрунтування вибору теми магістерської роботи, мета та задачі магістерської роботи.....	
2 НАУКОВИЙ РОЗДІЛ.....	
2.1 Теоретичне обґрунтування узгодження характеристик транспортних засобів з умовами їх функціонування у сільськогосподарському виробництві.....	
2.2 Методика дорожньо-польових досліджень функціонування ТЗ у сільськогосподарському виробництві.....	
2.3 Результати експериментальних досліджень.....	
Висновки по розділу 2.....	
3	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
РОЗДІЛ.....	
3.1 Коротка характеристика агрегату, що ремонтується.....	
3.2 Характеристика конструктивно-технологічних особливостей деталі, що відновлюється.....	
3.3 Аналіз умов роботи і причин зношування деталі, що відновлюється...	
3.4 Технологічний процес дефектування первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310.....	

3.4.1 Дефекти, технічні вимоги на його дефектування. Вибір обладнання та інструменту для дефектування.....	
3.4.2 Складання маршруту відновлення первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310.....	
3.4.3 Технологічні вимоги, що висуваються до відновлення первинного валу.....	
3.5 Аналіз існуючих способів відновлення дефектів первинного валу розподільної коробки.....	
3.6 Обґрунтування вибору раціонального способу відновлення основної робочої поверхні первинного валу розподільної коробки.....	
3.7 Розробка структурної послідовності технологічного процесу відновлення первинного валу розподільної коробки за запропонованою технологією.....	
3.8 Вибір установчих баз при виконанні технологічних операцій.....	
3.9 Обґрунтування вибору технологічного устаткування, ріжучого, вимірювального і контрольного інструментів.....	
3.10 Розробка плану операцій за обраним маршрутом та технологією відновлення первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310.....	
3.11 Розрахунок і вибір режимів виконання операцій розробленого технологічного процесу відновлення первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ.....	

4. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....

4.1 Обґрунтування і розробка конструкції пристосування для повертання валів при наплавленні шліців.....	
4.2 Основні розрахунки конструктивних елементів пристосування для повертання валів при наплавленні шліців.....	

5. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ.....

5.1	Об'ємно-планувальні рішення будівель і споруд підприємства, що проектується.....	
5.2	Організація виконання робіт на ділянці відновлення первинного валу..	
5.3	Розрахунок трудомісткості ремонтних робіт на ділянці по відновленню первинних валів розподільних коробок.....	
5.4	Розрахунок фондів часу.....	
5.5	Розрахунок кількості робітників, обладнання та площі ділянці.....	
5.6	Енергетичні розрахунки на ділянці.....	
5.6.1	Розрахунок силової електроенергії.....	
5.6.2	Розрахунок пари і палива на ділянці.....	
5.6.3	Розрахунок природного та штучного освітлення ділянці.....	
6		ЕКОНОМІЧНИЙ
	РОЗДІЛ.....	
6.1	Розрахунок капітальних вкладень при розробці ділянці відновлення первинного валу розподільної коробки.....	
6.2	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування. Загальногосподарські витрати.....	
6.3	Вибір варіанту технологічної собівартості відновлення деталей.....	
6.4	Ефект від модернізації пристосування для провертання валів.....	
7		ОХОРОНА
	ПРАЦІ.....	
7.1	Система управління охороною праці на ТОВ "АТП-2004" м. Кропивницький.....	
7.2	Вимоги безпеки під час відновлення деталей гальванічним методом...	
7.3	Розрахунок штучної вентиляції для приміщення.....	
8		ЦИВІЛЬНИЙ
	ЗАХИСТ.....	
8.1	Оцінка збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру.....	
8.2	Порядок розрахунку збитків за типами надзвичайних ситуацій.....	

8.3 Розрахунок розміру збитків від втрати життя та здоров'я населення....

Висновки.....

.

Список використаних джерел.....

Додатки.....

..

ВСТУП

На транспортні роботи сільському господарстві припадає до 35% витрат праці, до 40% вартості механізованих робіт, і навіть до 50% витрат енергії. При цьому до 30% перевезень у сільському господарстві здійснюється тракторними агрегатами, до 70% – автомобілями, серед яких основну частку займають автомобілі загального призначення, які не завжди пристосовані до характерних для сільського господарства умов функціонування. З урахуванням проблематики цього дослідження всі ці транспортні засоби класифіковані як "транспортні засоби (ТЗ)". Нині існує низка проблем, пов'язаних із парком ТЗ у сільському господарстві: 54% тракторів перебувають у експлуатації понад 10 років, показник зносу вантажних автомобілів становить 60%, забезпеченість тракторами становить 73%, забезпеченість автотранспортом – 58%. При цьому до 50% нової техніки не відповідає технічним умовам щодо експлуатаційних характеристик. Таким чином, актуальною є проблема раціонального використання наявної техніки та створення нових ТЗ з урахуванням вимог сільськогосподарського виробництва. Одним із комплексних шляхів вирішення цієї проблеми є обґрунтування оптимальних конструкційних параметрів та режимів роботи ТЗ на базі удосконаленої методики узгодження характеристик ТЗ з умовами функціонування, з використанням імітаційного математичного моделювання. Існуючі методики узгодження показників ТЗ у сільському господарстві з умовами їх функціонування який завжди достатньою мірою враховують складну структуру системи "транспортна машина-умови функціонування". У той же час існує добре розроблений програмний інструментарій для розробки математичних моделей, що недостатньо широко застосовується для розрахунку машин у сільському господарстві. Тому створення інструменту, здатного охопити широке коло завдань узгодження параметрів ТЗ з умовами їх функціонування на основі досягнень математичного моделювання, є актуальним завданням.

1.1 Історія розвитку автотранспортного підприємства ТОВ "АТП-2004" м. Кропивницького

Підприємство створено у 2004 році за основу взявши транспортний цех ПРАТ "Кропивницький ОЕЗ" і розташовується по адресу м. Кропивницький, вул. Мурманська, 37 "б".

Технологічний процес підприємства містить вантажні перевезення транспортними засобами типу: MAN, КаМАЗ, SCANIA, що використовуються для перевезення зернових культур, насіння соняшнику, та продуктів виробництва ПРАТ "Кропивницький ОЕЗ" та інших підприємств компанії "КЕРНЕЛ".



Рисунок 1.1 – Вигляд пропускного пункту підприємства

1.2 Генеральний план підприємства ТОВ "АТП-2004"

Підприємство розташоване за адресою: м. Кропивницький, вул. Мурманська, 37-б. Територія підприємства становить біля 2,93 га, а відкрита стоянка – 2500 м².



Рисунок 1.2 – Вигляд адміністративної будівлі підприємства

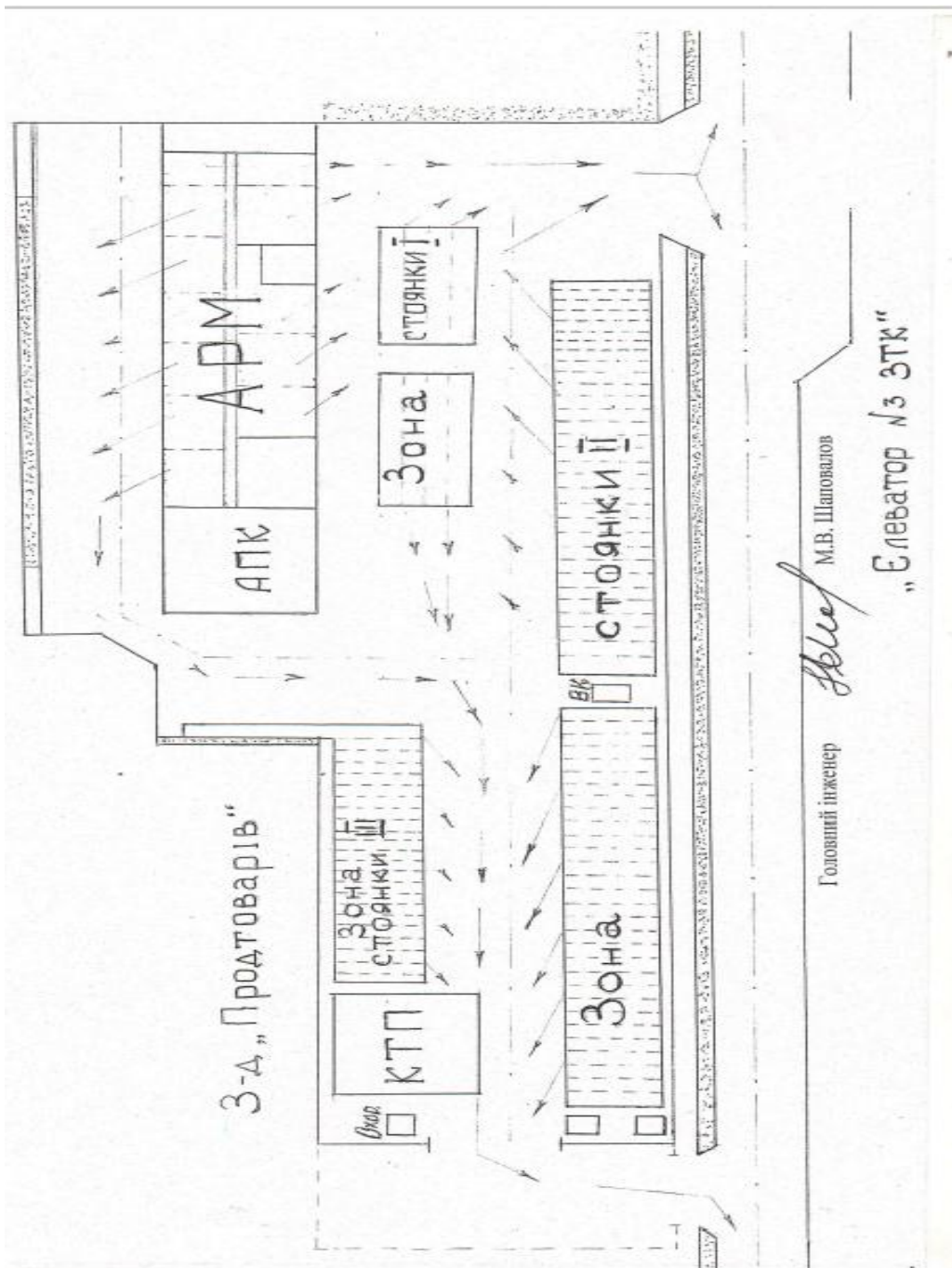


Рисунок 1.3 – Генеральний план підприємства ТОВ "АТП-2004"

«На території ТОВ "АТП-2004" розташовані:

- адміністративно-побутовий корпус на два поверхи - на першому поверсі розташовані: кімната для вживання їжі, кімната для відпочинку водіїв, кабінет інженера з БДР і начальника служби безпеки, кабінет начальника АРМ, інженера технічного відділу, агента МТЗ, майстрів по ремонту, учбовий клас з ОП і БДР, а також чотири кімнати санітарно-побутового призначення (дві душові кабінки на чотири лійки, три умивальники, три туалети, три роздягальні). На другому поверсі розташовані кабінети головного бухгалтера, економістів, інспектора з кадрів, приймальні, директора, головного інженера, бухгалтерії, зала засідань, архів, серверна, АТС, дві кімнати вбиралень з душем та вихід на балкон обслуговування кран-балки АРМ;

- контрольно-технічний пункт на дві оглядові ями та одноповерхове приміщення, в якому знаходяться кімнати: начальника автоколони і механіків по діагностуванню технічного стану МТП, начальника відділу транспорту і старшого диспетчера, диспетчерів, водіїв, охорони, фельдшера, диспетчерів служби руху, вбиральня на дві туалетні кабінки з умивальником та бойлерна;

- пожежна насосна станція, пожежне водоймище, три пожежних гідранти, перед якими встановлені вказівні знаки, а також п'ять пожежних щитів з інвентарем;
- зовнішній туалет на два місця;
- три площадки для стоянки транспортних засобів;
- по південній частині території проходить високовольтна повітряна електролінія (35 тис.В) з двома опорами, які виділені розміткою.

На цих ділянках АРМ основними небезпечними факторами являються усі вантажопідіймальні пристрої, верстати, газоелектрозварювання, робота з електроінструментом, з паливомастильними матеріалами, робота на транспортних засобах, мідницькі, слюсарні, електромонтажні і шиномонтажні роботи» [36].



Рисунок 1.4 – Територія ТОВ "АТП-2004"

«Режим роботи працівників управління, інженерно-технічних працівників і працівників авторемонтної майстерні з 8.00 до 17.00, обідня перерва з 12.00 до 13.00, водіїв вантажних автомобілів - за підсумованим обліком робочого часу, водіїв чергового мікроавтобуса, диспетчерів автомобільного транспорту, інженерів з діагностування технічного стану машинно-тракторного парку, фельдшерів – позмінний» [36].



Рисунок 1.5 – Ремонтна ділянка ТОВ "АТП-2004"

«На території підприємства знаходяться в користуванні і зберіганні балони:

- кисневі - 6 штук;
- пропанові - 3 штуки;
- вуглекислотні - 2 штуки.
- аргонний – 1 шт.» [36].



Рисунок 1.6 – Технічне обслуговування автомобілів на підприємстві

«Наявні зварювальні апарати:

- зварювальний напівавтомат SELMA ПДГ-351 зав. № 02-113;
- зварювальний трансформатор СТШ-500, зав. № б/н;
- зварювальний трансформатор СТД- 412, зав. № б/н;
- установка для дугового зварювання УДГУ-251 інв. № 197;
- трансформатор для дугового зварювання ТДМ-315;
- зварювальний випрямляч марки ВД -306 УЗ інв. № 210;
- пересувний газорізальний пост. » [36].

1.3 Структура управління підприємством ТОВ "АТП-2004"

«В АТП є наступні відділи управління підприємством: збори загальні, наглядова рада, комісія для ревізії. Загальні збори формуються на протязі двох, місяців після кінця формування списків акцій, які визнаються законними, якщо у зборах брали участь акціонери, що володіють більше 60 відсотків акцій підприємства.

Основні повноваження загальних зборів: приймати рішення стосовно утворення автотранспортного підприємства та затверджує його Статут, вибирає раду автотранспортного підприємства, формувати виконавчі і контролюючі органи і ін. питання.

Загальні збори являються основним органом автотранспортного підприємства, у них мають право приймати участь усі акціонери, незважаючи на об'єм та клас акцій. Дані збори визначають основні напрямки функціонування автотранспортного підприємства, затверджують плани та звіти відносно їх виконання, вносять зміни в Статут, визначають оклади та умови оплати праці працівників та ін. питання.

Рада автотранспортного підприємства – це акціонерна рада, що діє на протязі терміну часу між проведеннями загальних зборів; основна функція – контролювати та регулювати діяльність правління підприємства. Правління підприємства – це виконавчий орган, який здійснює керівництво поточною діяльністю

автотранспортного підприємства» [36].

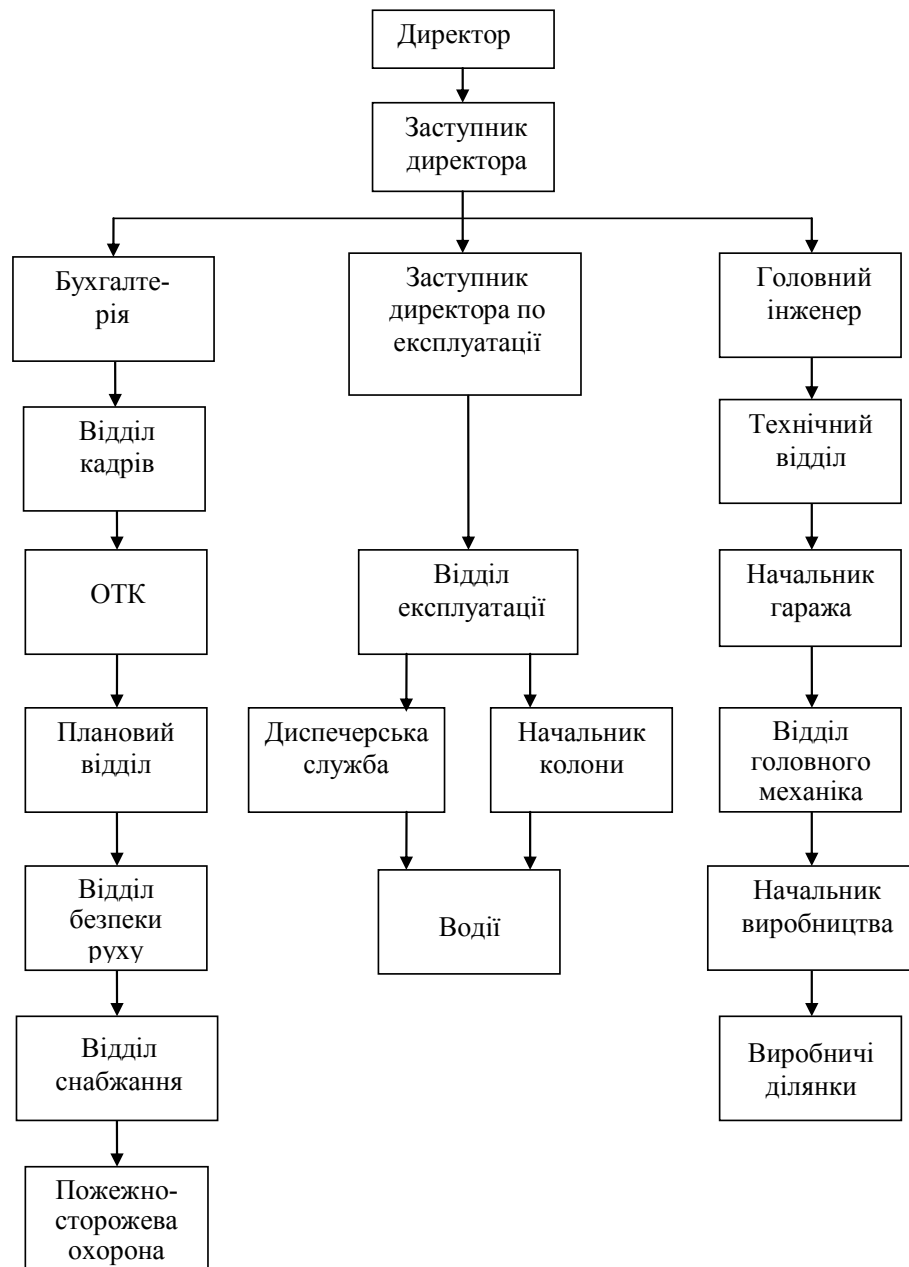


Рисунок 1.7 – Структурна схема управління підприємством ТОВ "АТП-2004"

«Зараз на ТОВ "АТП-2004" економічні показники знаходяться в не стабільному стані, підприємство має деякі труднощі: не сформовано клієнтську базу, а тому підприємство інколи працює не на всю потужність, відсутні певні ланки в структурі управління, є певна кількість працівників, які виконують більше однієї виробничої функції, недосконале інформаційне та комп'ютерне забезпечення і так далі.

На рисунку 1.7 наведено організаційно-управлінські структуру автотранспортного підприємства. Управління автотранспортним підприємством здійснює директор, що затверджується загальними зборами підприємства.

Відділ логістики відповідає щодо затвердження заявок при перевезенні партій вантажів, проводить прийом у водіїв транспортних засобів шляхових листів, виконує

їхню перевірку й подальше опрацювання, а також проводить розрахунок по виконанні певного обсягу транспортних робіт, оформлює договори.

Головний механік організовує роботу стосовно контролю та підтримки за технічним станом і на основі цього організовує роботу з технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів, а також організовує та контролює відповідні підпорядковані йому структурні підрозділи.

Реалізація функціональної діяльності автотранспортного підприємства не є можливим без участі людської праці. За таких умов важливу роль в керуванні ресурсами, які створюють прибуток підприємства займає керування трудовими ресурсами підприємства. Результативність даного керівництва значно впливає на об'єми виробництва всіх видів послуг підприємства, величина витрат на оплату праці та на рівні собівартості всіх видів послуг та певний ряд ін. показників, які формують кінцеві результати прибутку автотранспортного підприємства.

Замовники послуг автотранспортного підприємства – це підприємці, організації, приватні особи м. Кропивницького та Кіровоградської області. Клієнтів автотранспортного підприємства можливо розділити за такими типами ринків: ринок приватних споживачів послуг та ринок постачальників, що задовольняють виробничі послуги » [36].

1.4 Характеристика об'єкту проектування

Характеристика рухомого складу ТОВ "АТП-2004" наводимо в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика рухомого складу ТОВ "АТП-2004" м. Кропивницького

Технічна характеристика автомобіля		Марка автомобіля								
		КамАЗ -4310	КамАЗ 4380	КамАЗ 65115	КамАЗ 6520	КамАЗ 4310	МАЗ 651705231	МАЗ 5516	MAN 33.350.TGA	MAN TGA 41480 BB-WW
Маса спорядженого автомобіля, кг		7080	7080	7080	7080	7080	6700	6700	6700	6700
Повна маса автомобіля, кг		15305	15305	15305	15305	15305	11925	11925	11925	11925
Колісна формула		6x4	6x4	6x4	6x4	6x6	6x6	6x6	6x6	6x6
Габарити, мм	7000	4735	4735	4735	4735	7150	7040	7150	7150	5620
	2500	1800	1800	1800	1800	2440	2500	2440	2440	2305
	2975	1490	1490	1490	1490	2952	2975	2952	2952	2430
База автомобіля, мм		3190	3190	3190	3190	3190	3350	3350	3350	3350
Колія, мм	1820	1470	1470	1470	1470	1940	1820	1940	1940	1484

	1820	1420	1420	1420	1420	1690	1820	1690	1690	1440
Дорожній просвіт, мм	280	280	280	280	280	280	335	335	335	335
Потужність двигуна, к. с.	210	210	210	210	210	210	150	150	150	150
Частота обертання колінчастого валу, об/хв.	2600	2600	2600	2600	2600	2600	2000	2000	2000	2000
Максимальна швидкість, км/год.	100	100	100	100	100	100	80	80	80	80
Гальмівний шлях, м	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	29	29	29	29
Контрольна витрата палива, л/100 км	23	23	23	23	23	23	40	40	40	40
Ємність паливного баку, л.	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
Розміри платформи мм	5200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2320	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вантажопідйом., кг	8000	8000	8000	8000	8000	8000	5000	5000	5000	5000
Місткість, чол.	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2

1.5 Обґрунтування вибору теми магістерської роботи, мета та задачі магістерської роботи

Розподільні коробки призначені для розподілення крутного моменту, між тяговими мостами, щоб забезпечувалася найкраща прохідність автомобіля, збільшення крутного моменту на ведучих колесах та забезпечення стійкого руху автомобіля з малими швидкостями, тому технічному обслуговуванню і ремонту розподільної коробки приділяють особливу увагу. Первинний вал є однієї з найбільш відповідальних, напружених деталей розподільної коробки. Сили, що діють на вал, викликають тертя і зношування його посадочних місць під підшипники, втомні руйнування, кручення, згин тощо.

Основними факторами, які визначають експлуатаційну надійність і термін роботи деталей та конструктивних елементів машин та механізмів, інших, виробів є властивості матеріалів їх робочих поверхонь. Тому створення зносостійких, корозійностійких, жаростійких, хімічно стійких та інших видів покриттів дає можливість суттєво скоротити втрати часто дефіцитних матеріалів і дозволяє підвищити якість та надійність машин та обладнання.

Застосування багатофункціональних покриттів відкриває можливість реалізувати принципово новий підхід до створення матеріалів та виробів з них. Механічна міцність виробу гарантується матеріалом основи, а опір впливу зовнішніх факторів (зносу) досягається локальним формуванням на поверхні широкого спектра тонких шарів покриттів з іншого матеріалу.

У зв'язку з важкими умовами експлуатації вали часто виходять з ладу, і потребують заміни на нові. Тому для заощадження ресурсів використовують відновлення валів різними методами.

Тому метою магістерської роботи є узгодження характеристик транспортних засобів з умовами їх функціонування у сільськогосподарському виробництві та вдосконалення експлуатаційних деталей типу вал трансмісії.

Основні завдання:

- теоретично обґрунтувати узгодження характеристик транспортних засобів з умовами їх функціонування в сільськогосподарському виробництві;
- розробити методику дорожньо-польових досліджень функціонування транспортних засобів у сільськогосподарському виробництві;
- провести експериментальні порівняльні дослідження коефіцієнта узгодженості та дати рекомендовані режими руху при вивезенні зернових від комбайна;
- дати характеристики агрегату та конструктивно-технологічних особливостей деталі, що ремонтується;
- розробити технологічний процес дефектування первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310;
- обґрунтувати вибір раціонального способу відновлення основної робочої поверхні шарів первинного валу розподільної коробки та розробка технології його відновлення;
- обґрунтувати та модернізувати конструкцію пристосувань для повертання валів при наплавленні шліців;
- спроектувати ділянку відновлення первинного валу та провести розрахунки трудомісткості робіт, часу, кількості робітників, обладнання, площі, енергетичних ресурсів.
- провести техніко-економічні розрахунки ділянки, економічний ефект модернізованого пристосування для повертання валів;
- з'ясувати систему управління охорони праці на підприємстві;
- з'ясувати як проводиться оцінка збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру.

2.1 Теоретичне обґрунтування узгодження характеристик транспортних засобів з умовами їх функціонування у сільськогосподарському виробництві

В роботі запропоновано методику узгодження характеристик транспортних засобів (ТЗ) з умовами функціонування. Розроблена методика базується на структурному та імітаційному підходах з урахуванням феноменології досліджуваних систем. Структура імітаційної моделі визначається структурою реального ТЗ: векторами вхідних впливів $X = \{x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n\}$ і вихідних показників $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_{n-1}, y_n\}$, Блок-схема "ТЗ-умови функціонування" наведено на рис.2.1.

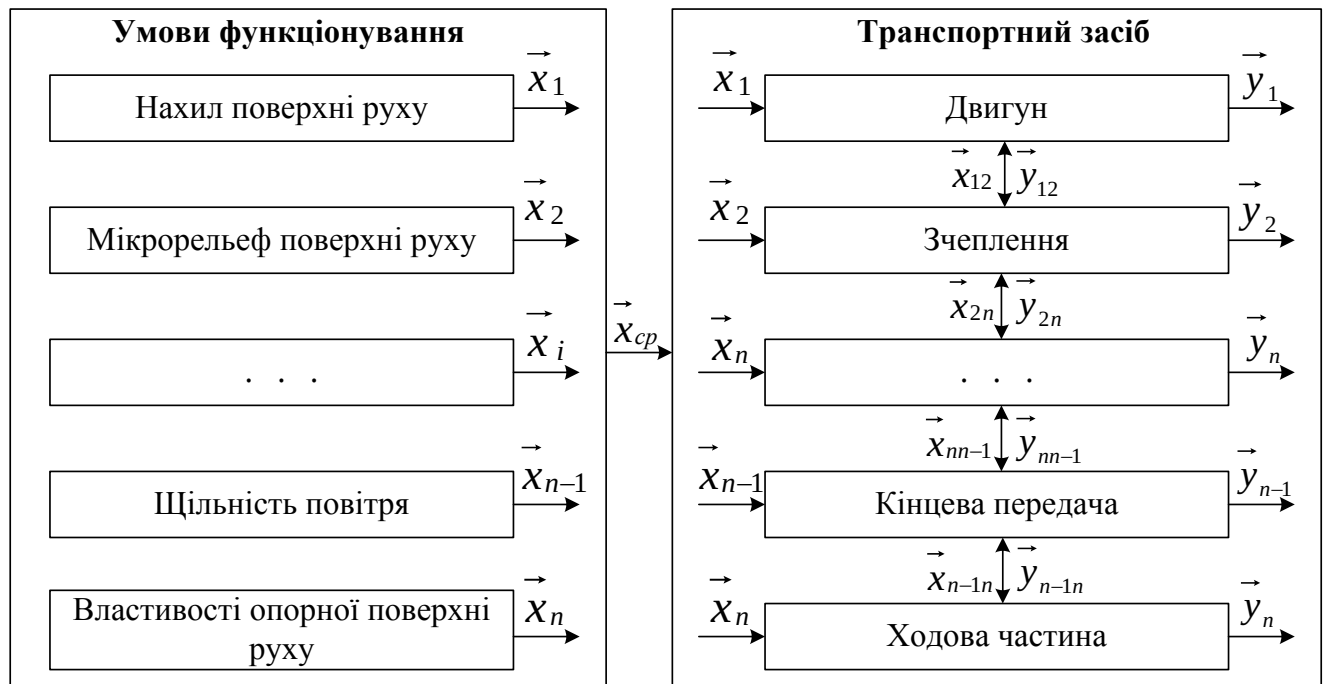
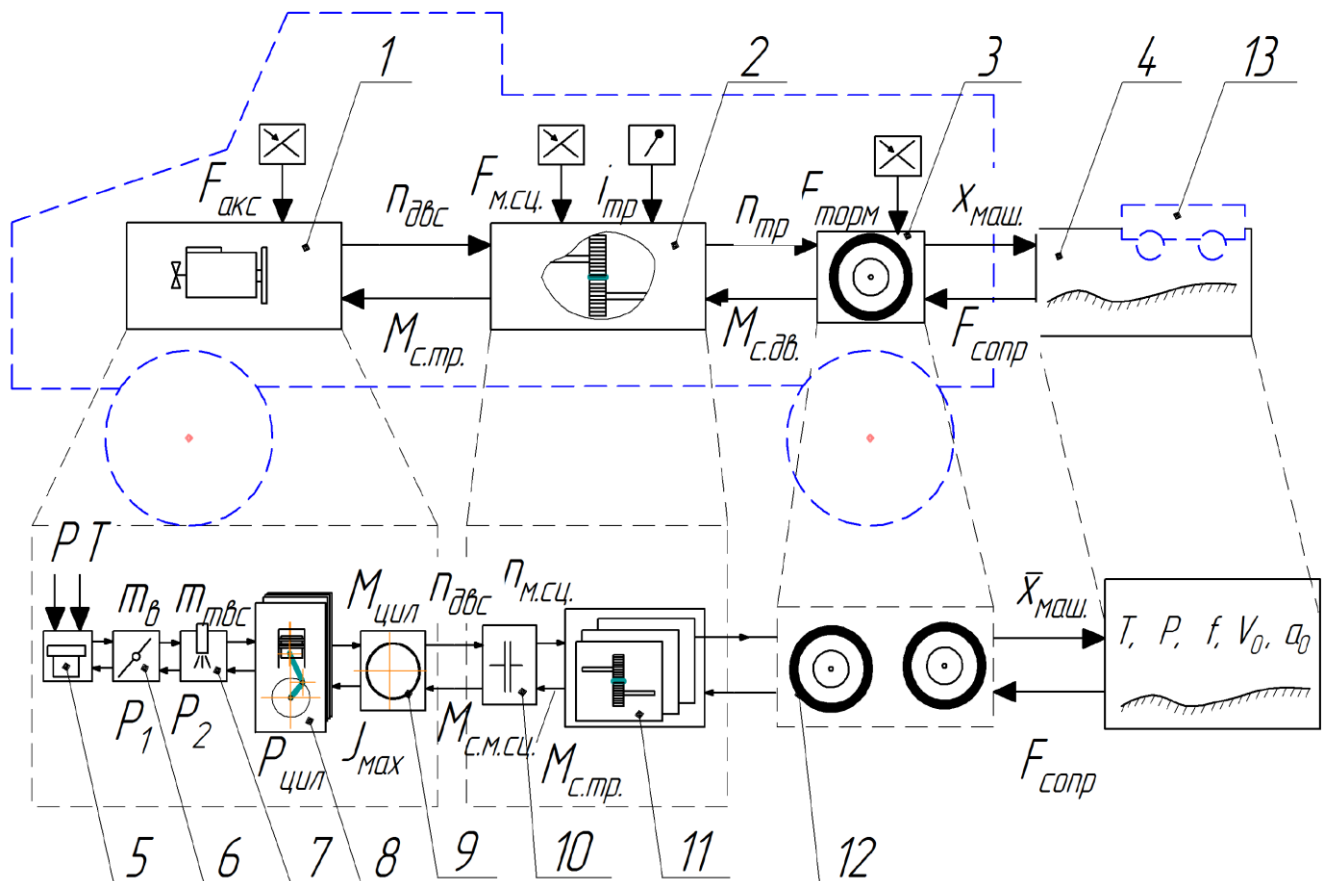


Рисунок 2.1 – Блок-схема системи "транспортна засіб-умови функціонування"

Структурну реалізацію моделі вантажного автомобіля наведено на рис. 2.



1 – система "двигун"; 2 – система "трансмiсія"; 3 – система "ходова частина"; 4 – система "умови руху"; 5 – підсистема "забір повітря"; 6 – підсистема "становище дросельної заслінки"; 7 – "подача палива"; 8 – підсистема "циліндр ДВЗ"; 9 – підсистема "маховик"; 10 – підсистема "зчеплення"; 11 – підсистема "агрегати трансмісії"; 12 – підсистема "рушії"; 13 – підсистема причіп

Рисунок 2.2 – Структура транспортного засобу – вантажного автомобіля

Позначення на рисунку 2: M_j – момент, Нм; n_j – частота обертання, хв^{-1} ; F_j – зусилля, Н; m_j – маса речовини у цьому замкнутому обсязі, кг; P_j – тиск, Па; T – температура, К; V – швидкість, м/с, f – коефіцієнт опору коченню, J_j – момент інерції, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$.

Блок-схему узгодження характеристик ТЗ з умовами функціонування представлено на рис.2.3. Відображено процес оптимізації, встановлюються параметри, що варіюються, і вводиться цільова функція. Після чого проводиться ітераційне рішення імітаційної моделі з евристичним пошуком оптимальних параметрів.

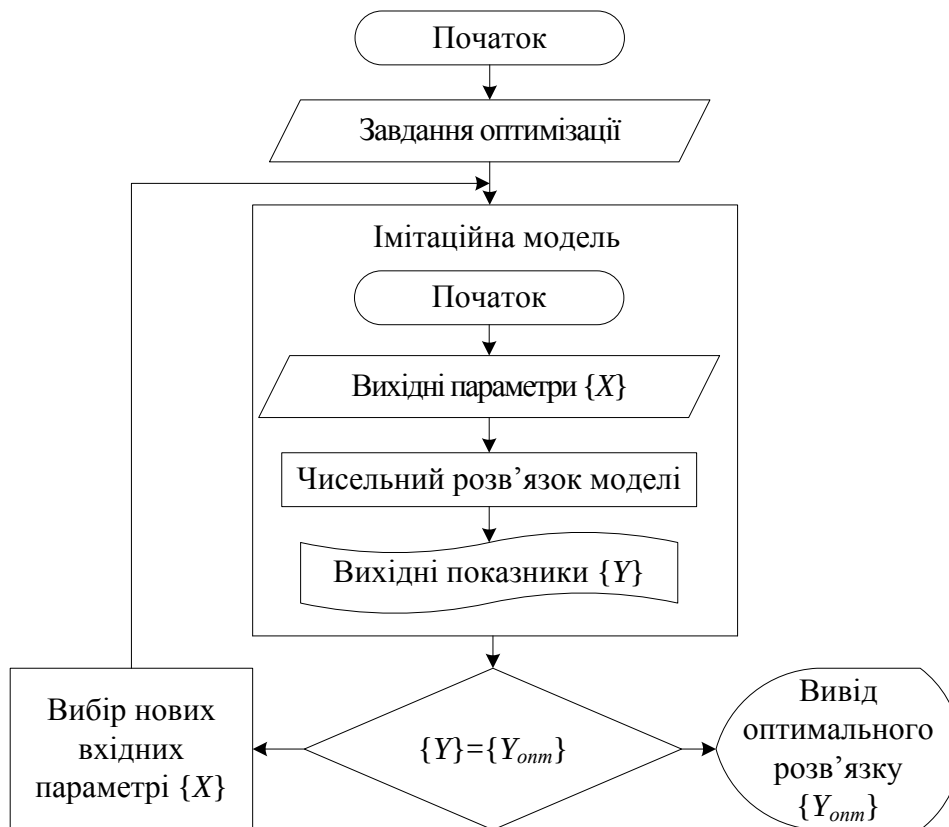


Рисунок 2.3 – Алгоритм розв'язання імітаційної та оптимізаційної моделей

Розглянуто характеристики ТЗ як динамічної системи, які є функціями перетворення вхідних параметрів у вихідні показники. Запропонована модель являє собою множину характеристик: погодинна витрата палива, потужність двигуна, крутний момент, швидкість ТЗ і т.д. При цьому інтегральним критерієм ефективності прийнята питома витрата палива на здійснення транспортної роботи (кг/100 ткм). Вона пов'язує між собою дві важливі характеристики ТЗ – погодинну витрату палива й продуктивність. За умови відсутності зміни зовнішнього навантаження погодинна витрата палива визначається відомим виразом:

$$B_{num} = 3,6k_{\kappa}g_{\kappa}\omega_{\kappa.в.}, \quad (2.1)$$

де $k_{\kappa} = i_{\delta} / (\pi \tau_{\delta})$, i_{δ} – число циліндрів двигуна;

τ_{δ} – тактність двигуна;

g_{κ} – циклова подача, кг/цикл;

$\omega_{\kappa.в.}$ – кутова швидкість колінчастого валу двигуна, рад/с.

Питома витрата палива на транспортну роботу, з урахуванням виразу (2.1), та відомих виразів для зв'язку циклової подачі палива з крутним моментом, запишеться наступним чином:

$$B_{num} = \frac{360P_{\kappa}V_{теор}}{\eta_e\eta_mH_uV_{факт}M_{\kappa}}, \quad (2.2)$$

де M_{κ} – маса вантажу, що перевозиться, т;

η_e – ефективний ККД;

η_m – ККД трансмісії;

H_u – нижча теплота згоряння палива, Дж/кг;

$V_{теор}$, $V_{факт}$ – теоретична та фактична швидкість ТЗ, відповідно, км/год;

P_k – дотична сила тяги, Н.

У разі сільськогосподарського виробництва ТЗ працюють у режимах руху. Перетворюємо вираз (2.1), з урахуванням виразу (2.2), для випадку одиничного малого навантаження:

$$\Delta B_{num} = \frac{360k_k \Delta g_u \omega_{к.в.}}{\Delta V_{факт} M_в}, \quad (2.3)$$

де $\Delta g_u = g_{u0} + D(\Delta z)$,

$\vec{D}$ – вектор передавальних функцій ланок системи паливоподачі;

$\vec{z}$ – вектор вхідних змінних.

У випадку $z = \{\alpha_{оупн}; h_{оупн}; \omega_{к.в.}\}$,

де $\alpha_{оупн}$ – положення органу управління подачею повітря (ОУПП),

$h_{оупн}$ – відносне положення органу управління подачею палива.

З урахуванням ієрархічної та блокової структури моделі циклова подача може бути визначена для дизелів з різним регулюванням. Опускаючи проміжні перетворення, не враховуючи величини другого порядку малості, вважаючи динамічний режим роботи ТЗ сумою накидів та скидів навантаження, запишемо зміну середньої питомої витрати палива:

$$\Delta \bar{B}_{num} = \frac{1}{n} \sum_i^n \frac{360k_k}{t_k} \sum_{t_0}^{t_k} \frac{g_{u0} \Delta \omega_{к.в.} + D \omega_{к.в.0} (\Delta z)}{\Delta V_{факт} M_в}, \quad (2.4)$$

де (i, n) – кількість скидів та накидів навантаження, що відповідає кількості нерівностей на шляху ТЗ, од.;

t_k – час перебігу перехідного процесу, с.

Введемо коефіцієнт узгодженості, що відображає вплив умов функціонування ТЗ на питому витрату палива при транспортних роботах:

$$K_{num} = (B_{num} + \Delta \bar{B}_{num}) / B_{num} = 1 + \Delta \bar{B}_{num} / B_{num}, \quad (2.5)$$

Коефіцієнт K_{num} враховує вплив характеристик двигуна, параметрів вантажу, що перевозиться, і характеру зовнішнього навантаження. З виразу (2.5) випливає, що у разі узгодженої роботи ТЗ з умовами його функціонування $K_{num} \rightarrow \min$. З урахуванням попереднього, математична форма узгодження характеристик ТЗ з умовами його функціонування набуває вигляду:

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{num} = 1 + \frac{1}{n B_{num}} \sum_i^n \frac{360k_k}{t_k} \sum_{t_0}^{t_k} \frac{g_{u0} \Delta \omega_{к.в.} + D \omega_{к.в.0} (\Delta z)}{\Delta V_{факт} M_в}, \\ \frac{d(\Delta \omega_{к.в.})}{dt} = \frac{\Delta M_{кр} - \Delta M_{зч}}{J_о}, \\ \frac{d(\Delta V_{факт})}{dt} = \frac{\varphi_{зч} \Delta N \pm (M_{зр} + M_{ТЗ}) g \sin(\Delta \alpha) + f(M_{зр} + M_{ТЗ}) g \cos(\Delta \alpha_n)}{M_в + M_{ТЗ}}, \\ K_{num} \rightarrow \min \end{array} \right. \quad (2.6)$$

де $J_о$ – наведений момент інерції двигуна, кг·м²;

$M_{кр}$ – крутний момент, Нм;

$M_{зч}$ – приведений до двигуна момент на зчепленні, Нм;

$\varphi_{зч}$ – коефіцієнт зчеплення,

N – нормальна сила, Н;

M_{T3} – маса ТЗ, кг;

α_n – кут нахилу ТЗ, рад.

У виразі (2.6) $\Delta M_{кр}$ визначається як:

$$\Delta M_{кр} = \sum_{k=1}^m (\Delta M_{k.in\partial} \pm \Delta M_{k.in} - \Delta M_{k.m.n}), \quad (2.7)$$

де $k = \overline{1, m}$ – циліндри двигуна;

$M_{k.in\partial}$, $M_{k.in}$, $M_{k.m.n}$ – індикаторний момент, момент інерції та момент механічних втрат k -го циліндра, Нм.

Розрахунок термомеханічного стану циліндрів двигуна базувався на залежностях, що описують масову подачу повітря та палива в контрольні об'єми двигуна та його системи. Розрахунок моменту опору заснований на перетворенні моменту, з урахуванням характеристик трансмісії ТЗ та зчеплення. Динаміку трансмісії описує вираз:

$$\begin{cases} J_i \dot{\omega}_i = \eta_i z_i M_{i-1} - M_{i+1} - k_i \theta_i - b_i (\omega_{i-1} - \omega_i), \\ \dot{\theta}_i = (\omega_{i-1} - \omega_i), \\ z_i = [i_1, i_2, \dots, i_x], \\ 0 < k_i \leq k_{ном}, \\ 0 < b_i \leq b_{ном}, \end{cases}, \quad (2.8)$$

де J – момент інерції, кг·м²;

ω – кутова швидкість, рад/с;

z_i – передавальне число;

M – момент сили опору, Нм;

b – коефіцієнт демпфірування, Нмс/рад;

k – жорсткість, Нм/рад;

θ – кут закручування, рад;

індекс i відноситься до i -го елемента трансмісії, $(i-1)$, $(i+1)$ – до попереднього та наступного елементів трансмісії, відповідно.

Алгоритм розрахунку сил опору на провідних колесах ТЗ будувався на відомих положеннях теорії трактора та автомобіля. Профіль поверхні руху розраховувався з використанням апарату випадкових функцій на основі даних про ймовірні характеристики типових умов руху машин у сільськогосподарському виробництві.

Математична модель погодження характеристик ТЗ з умовами його функціонування була доповнена допоміжними залежностями, що визначають граничні умови роботи окремих підсистем ТЗ, а також умови подійно-дискретного управління підсистемами, умови переходів моделі з динамічного стану в інший стан. Графічне відображення імітаційної моделі крутного моменту $M_{кр}(t)$, швидкості руху ТЗ $V(t)$, питомої витрати палива $B_{num}(t)$, частоти обертання колінчатого валу $n_{кв}(t)$, відносного положення органу управління подачею палива $h_{оynn}(t)$ (рис.2.4).

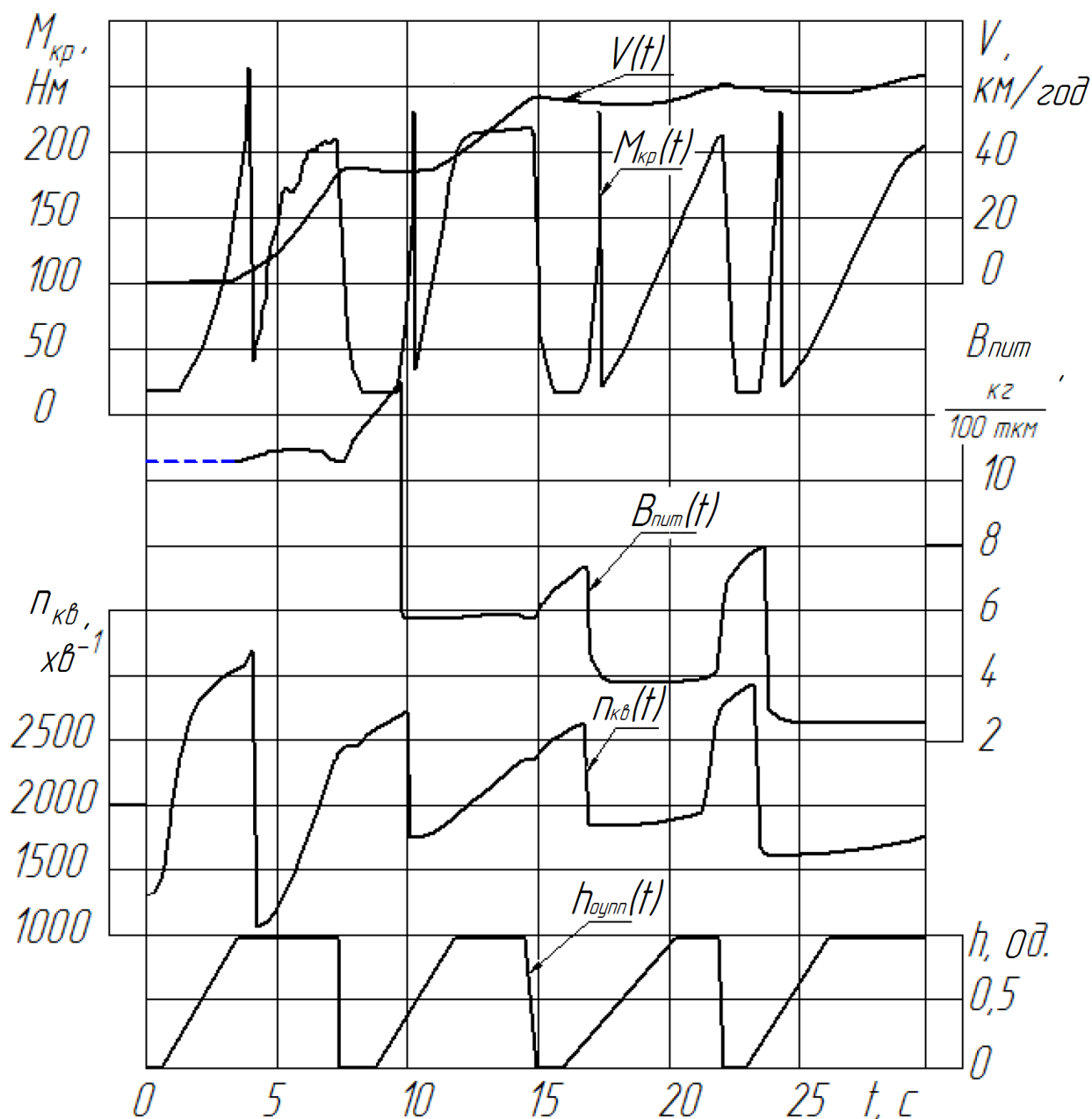


Рисунок 2.4 – Графічне відображення характеристик імітаційного моделювання розгону ТЗ

Графічне відображення динамічної зміни характеристик імітаційної моделі ТЗ: $B_{вх}(t)$, $V(t)$ і $\alpha(t)$ при накиданні навантаження наведено на рис.2.5.

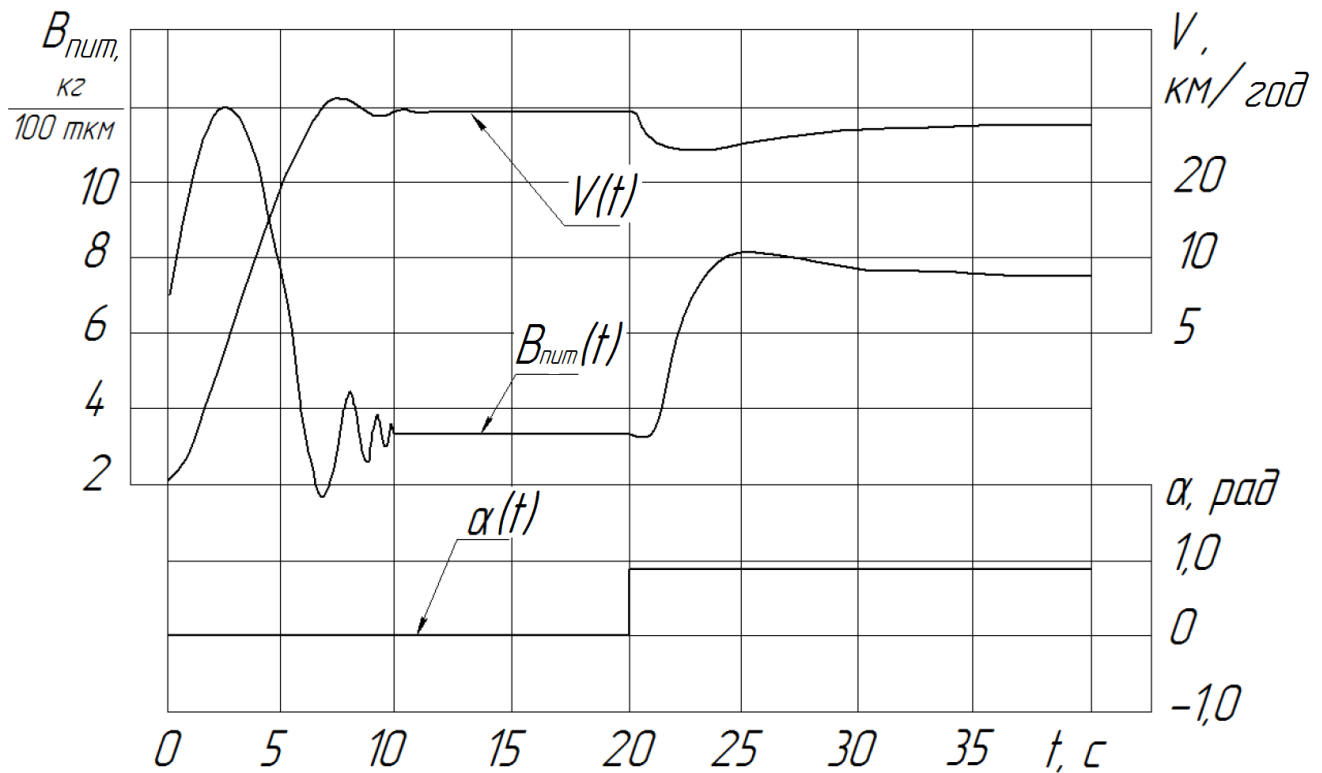


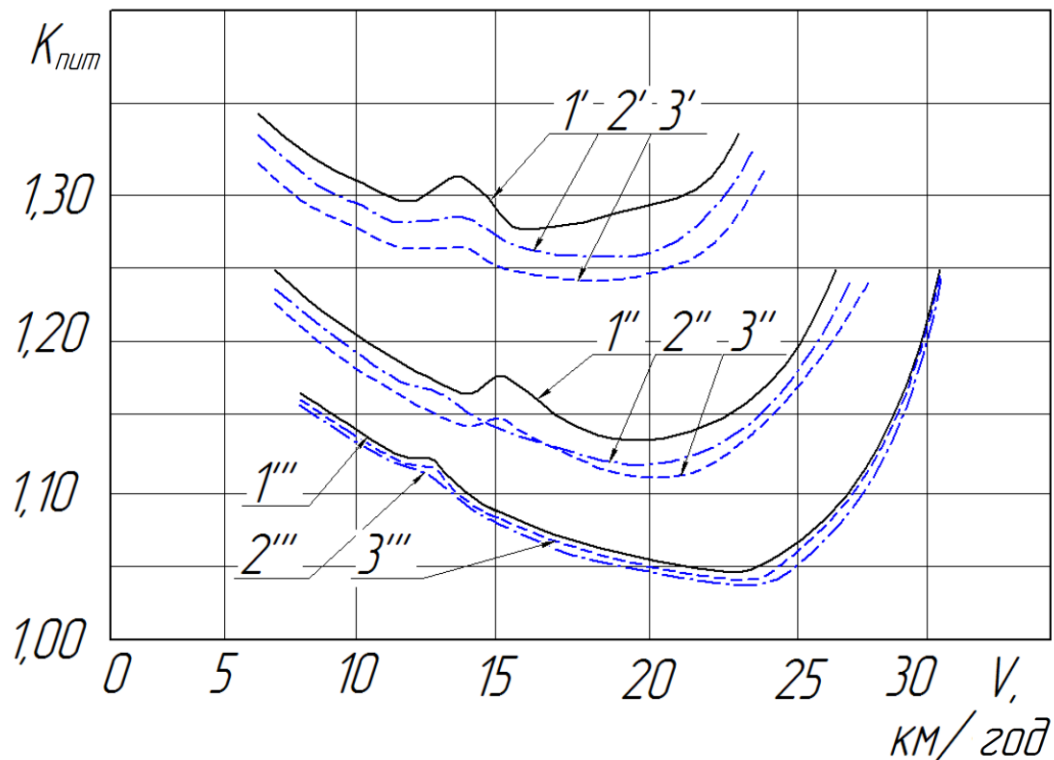
Рисунок 2.5 – Моделювання накидання навантаження (зміна кута підйому дороги $\alpha(t)$) на ТЗ

Розроблена імітаційна модель системи "ТЗ-умови функціонування" дозволяє розраховувати характеристики ТЗ та їх структурних елементів у часі для випадків часткових швидкісних та навантажувальних режимів та переходів між цими режимами при сумісному впливі зміни характеру навантаження та впливів оператора на органи управління машини.

Спільне рішення виразів (2.6)-(2.8), що відображують математичну модель системи "ТЗ-умови функціонування" з її оптимізацією, дозволяє, варіюючи в даному випадку параметри паливоподачі, передавальні числа та конструкційні параметри трансмісії, а також інші параметри вектора $\vec{X}$ вхідних дій ТЗ та умов функціонування, визначати оптимальні режими роботи ТЗ за критерієм мінімізації питомої витрати палива K_{num} ТЗ на транспортних роботах.

Для двигунів з різними паливними системами зміна циклової подачі палива $\Delta g_{\text{ци}}$ визначалася як функція зміни положення дросельної заслінки (для бензинових ТЗ), функція зміни положення важеля подачі палива (для дизельних ТЗ) з урахуванням роботи компонентів системи автоматичного регулювання паливоподачі машини.

На рисунку 2.6 наведено приклад графічних залежностей K_{num} від швидкості руху ТЗ (автомобіль КамАЗ-4308), з яких можна визначити оптимальний швидкісний режим функціонування ТЗ.

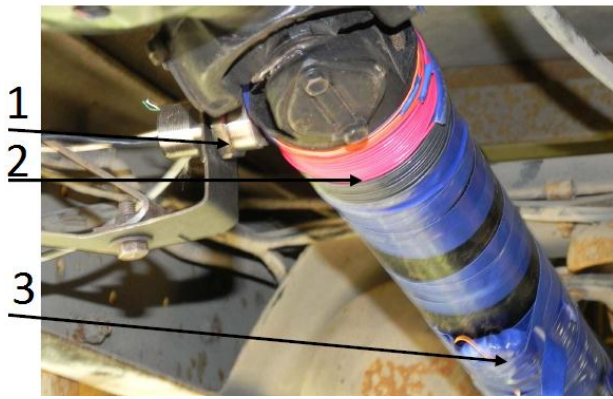


1 – при номінальних параметрах; 2 – з електронним керуванням ТЗ; 3 – при демпфіруванні коливань моменту опору трансмісії; ' – при русі по стерні колосових; '' – під час руху ґрунтовою дорогою; ''' – при русі асфальтованою дорогою
Рисунок 2.6 – Зміна коефіцієнта питомої витрати палива $K_{пит}$ від швидкісного режиму автомобіля КамАЗ-4308 на другій передачі

Математична модель спільно з оптимізаційною на базі побудованого генетичного алгоритму була реалізована у вигляді використання пакетів прикладних програм на ПК. На основі отриманих даних розроблені рекомендації до конструкційних параметрів трансмісій ТЗ, рекомендації операторам ТЗ щодо управління системами паливо- та повітроподачі у ТЗ для підтримки оптимальних швидкостей експлуатації. Для підтримки заданих режимів експлуатації ТЗ у сільськогосподарському виробництві розроблено алгоритми управління органами регулювання паливоподачі двигунів. На відміну від поширеного методу пропорційно-інтегрально-диференціального регулювання запропоновані алгоритми, що базуються на теорії нечітких множин.

2.2 Методика дорожньо-польових досліджень функціонування ТЗ у сільськогосподарському виробництві

Дорожньо-польові дослідження проводили з використанням широко розповсюдженого у сільськогосподарському виробництві автомобіля КамАЗ-4308. Для зміни жорсткості трансмісії застосовувалися перфоровані карданні вали різної жорсткості. На рисунку 2.7 представлений фрагмент вимірювальної системи для вимірювання крутних моментів, що крутять, у вузлах трансмісії.



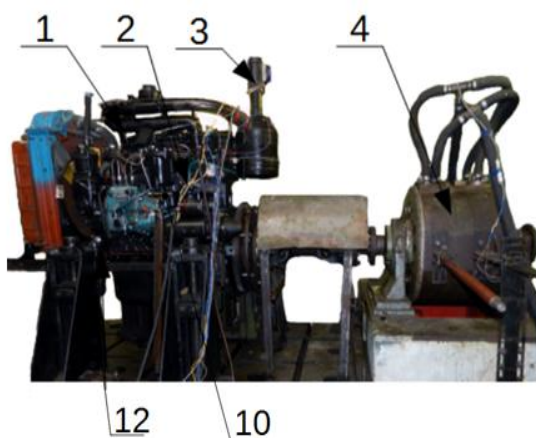
а

б

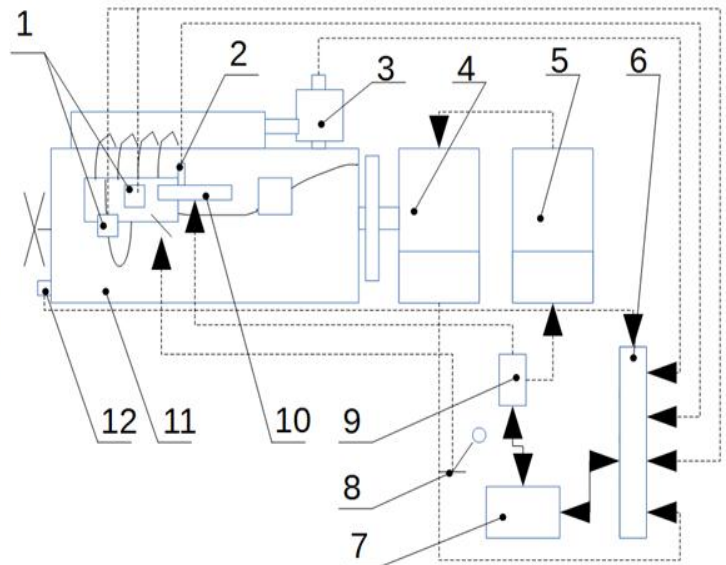
1 – приймальна антена; 2 – передавальна антена; 3 – тензопідсилювач на карданному валу з джерелом живлення; 4 – тензопідсилювач на коробці передач

Рисунок 2.7 – Вимірювання крутних моментів на карданному валу (а) та коробці передач (б)

Дослідження роботи дизеля в умовах, характерних для роботи транспортних засобів у сільському господарстві (для агрегату МТЗ-82+2ПТС-4), проводились на стенді кафедри експлуатації та ремонту машин Центральноукраїнського національного технічного університету (рис. 2.8).



а



б

1 – витратомір палива; 2 – датчик положення рейки; 3 – витратомір повітря; 4 – електромагнітне гальмо; 5 – шафа управління; 6 – модуль АЦП; 7 – ПК; 8 – важіль ручного керування рейкою; 9 – блок управління рейкою та гальмом; 10 – кроковий актуатор; 11 – двигун; 12 – датчик частоти обертання.

Рисунок 2.8 – Загальний вигляд (а) та схема (б) основних вузлів стенду

2.3 Результати експериментальних досліджень

Експериментальні дослідження проводилися у два етапи:

- збір експериментальних даних оцінки адекватності математичної моделі, узгодження характеристик ТЗ з умовами їх функціонування;
- експериментальне підтвердження ефективності пропонованих конструкційних параметрів та режимних характеристик ТЗ.

Статистична оцінка досліджуваних показників ТЗ показала, що середні значення теоретичних та експериментальних даних для ТЗ з дизелем автомобілів КамАЗ-4308 розходилися по крутному моменту, до 7,2%, за витратою повітря до 5,1%, за витратою палива до 3,6%, за частотою обертання колінчастого валу двигуна до 7,0%, за потужністю двигуна до 6,0%, за питомою витратою палива до 9,0%. Зазначене свідчить про хорошу збіжність теоретичних та експериментальних даних.

Узгодження характеристик ТЗ з умовами функціонування обґрунтуванням їх оптимальних конструкційних параметрів проводили підбором параметрів трансмісії, що забезпечують покращення умов функціонування ТЗ частковим демпфіруванням коливань навантаження. Ключовими характеристиками демпфіруючих елементів є крутильна жорсткість та коефіцієнт демпфірування. Результати досліджень для автомобіля представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри демпфіруючого вузла трансмісії автомобіля КамАЗ-4308 для різних режимів руху

Тип поверхні руху	M_{zp} , кг	b , кНм/рад		c , Нмс/рад		B , кг/год		W , т-км/год	
		Базовий	Демпф.	Базовий	Демпф.	Базовий	Демпф.	Базовий	Демпф.
Асфальт	2500	27,53	20,51	5,72	2,93	11,56	11,19	145,35	150,80
сухий	5000		20,30		3,87	15,32	14,78	275,40	287,30
Ґрунтова дорога	2500		17,91		3,47	6,95	6,54	82,80	88,10
	5000		16,37		3,98	8,04	7,82	147,50	158,10
Поле по стерні	2500		15,90		3,50	5,62	5,38	51,50	55,10
	5000		14,57		4,20	6,05	5,74	92,55	99,40

Для інших режимів оптимальні параметри склали: жорсткість 14,12...22,47 кНм/рад; коефіцієнт демпфірування 7,22...2,04 Нмс/рад.

Приклади порівняльних досліджень коефіцієнта K_{nut} для базових, теоретичних та експериментальних даних по демпфіруючому вузлі при русі автомобіля із завантаженням 5 т за різними типами поверхні руху представлені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Коефіцієнт узгодженості – вплив умов функціонування ТЗ

Поверхня руху:	Коефіцієнт K_{nut}		
	Базовий	Теоретичний	Експеримент
Асфальт	1,19	1,11	1,08
Ґрунтова укочена	1,27	1,17	1,21
Ґрунтова нерівна	1,38	1,20	1,23
Стерня колосових	1,44	1,29	1,35

Стерня кукурудзи (вздовж)	1,48	1,32	1,38
Стерня кукурудзи (поперек)	1,57	1,34	1,42
Бездоріжжя	1,61	1,40	1,46

Для узгодження показників ТЗ з умовами їх функціонування при оптимізації режимів роботи розроблено рекомендації ефективного використання ТЗ у сільськогосподарському виробництві. Розроблено також алгоритми управління двигунами ТЗ та рекомендації до нормування витрат палива ТЗ.

У таблиці 2.3 наведено рекомендовані режими руху ТЗ під час вивезення зернових від комбайнів у сільськогосподарському виробництві.

Визначено, що зниження величини K_{num} від базового варіанту для різних режимів склало від 3,1% до 14,2% для КамАЗ-4308 і від 5% до 18,5% – для МТЗ-82+2ПТС4 за рахунок переходу на режими з мінімальним питомим споживанням палива.

Експериментальні дослідження із застосуванням розроблених алгоритмів управління для електронного блока керування органами подачею палива двигунів ТЗ показали, що додаткове зниження K_{num} може становити від 1,1 до 10,5% для КамАЗ-4308 і від 2,3% до 14% – для МТЗ-82+2ПТС4 за рахунок зниження впливу перехідних процесів на витрату палива.

Таблиця 2.3 – Рекомендовані режими руху ТЗ при вивезенні зернових від комбайна за різних умов руху автомобілів КамАЗ-4308 та тракторних агрегатом МТЗ-82+2ПТС4

Поверхня руху	M_6 , кг	$V_{баз}$, км/год	$V_{рек}$, км/код	Номер передачі	B_{nut} , кг/(100 ткм)		
					Базовий	Рекоменд.	Експеримент
КамАЗ-4308							
Асфальт сухий	0	55...60	62	4	8,3...8,1	7,8	8,0
	5000	50...55	57	4			
Ґрунтова дорога	0	30...35	35	3	8,9...8,6	8,4	8,5
	5000	19...25	26	3			
Поле по стерні	0	20...26	24	3	11,0...10	10,1	9,8
	5000	15...19	19	3			
МТЗ-82+2ПТС4							
Асфальт сухий	0	30...34	34	9	10,0...9,5	9,5	9,7
	4000	12...16	17	8			
Ґрунтова дорога	0	15... 18	18	8	14,5...12,4	12,4	12,6
	4000	10...12	14	7			
Поле по стерні	0	13... 15	15	7	21,1...19,1	18,6	18,1
	4000	6...10	9	5			

Завдання коригування норм витрати палива ТЗ у сільськогосподарському виробництві вирішувалося з урахуванням різного їх завантаження та швидкості руху. На відміну від існуючих методик умови руху ТЗ представлені як безперервна величина, що характеризується коефіцієнтом варіації моменту опору. Що визначається за результатами розрахунків за допомогою імітаційної моделі. На рисунку 2.9 представлені порівняльні графіки визначення додаткового навантаження.

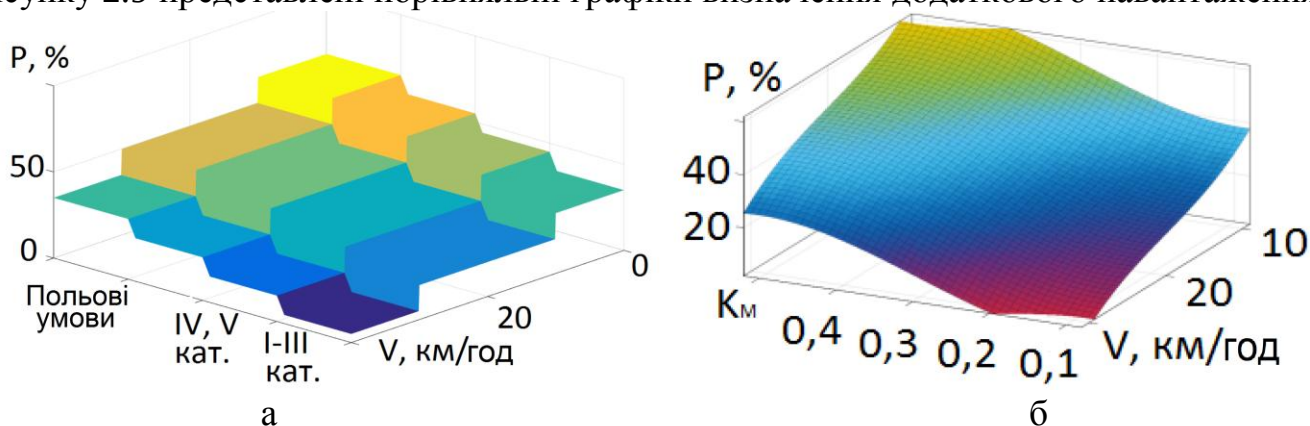


Рисунок 2.9 – Визначення додаткового навантаження P до норми витрат палива залежно від умов руху за існуючою (а) та запропонованою (б) методиками

Визначено, що застосування рекомендованих конструкційних параметрів ТЗ і умов їх використання дозволить для автомобіля типу КамАЗ-4308 знизити витрату палива на одиницю транспортної роботи на 6,70...15,98%, а також підвищити продуктивність на 3,75...13,60%. Крім цього використання рекомендованих режимів руху ТЗ дозволить знизити витрати пального на одиницю транспортної роботи на 3,61...8,18%.

Висновки по розділу 2

1. Аналіз стану питання щодо ефективного використання транспортних засобів у сільськогосподарському виробництві показав, що неузгодженість характеристик транспортних засобів з умовами сільського господарства призводить до перевитрати до 13...20% палива і зниження на 12...17% продуктивності транспортних засобів. Виявлено, що машини здебільшого працюють на режимах, що не відповідають мінімальній питомій витраті палива. При цьому існуючі методики розрахунку характеристик транспортних засобів не враховують достатньо умови їх функціонування.

2. Запропоновано методику узгодження характеристик транспортних засобів з умовами їх функціонування у сільськогосподарському виробництві на підставі коефіцієнта узгодженості з питомої витрати палива, що базується на системному та імітаційному підході з урахуванням конструктивних особливостей транспортних засобів та характеру процесів, що відбуваються у транспортних засобах при зміні їх функціонування.

3. Розроблено імітаційну модель системи "транспортний засіб-умови функціонування", що дозволяє розраховувати характеристики транспортних засобів та зміни їх підсистем у часі для випадків часткових швидкісних та навантажувальних режимів та переходів між цими режимами при спільному впливі зміни характеру навантаження та впливі оператора на органи управління машини.

4. Встановлено, що для узгодження характеристик використовуваних середньотонажних двовісних автомобілів вантажопідйомністю до 5 т з умовами функціонування в сільськогосподарському виробництві необхідно використовувати демпфірувальний вузол у трансмісії з крутильною жорсткістю 14,12...22,47 кНм/рад та коефіцієнтом демпфірування 7,22...2,04 Нмс/рад залежно від конкретних умов функціонування, що забезпечує зниження питомої витрати палива на 6,70...15,98% та підвищення продуктивності на 3,75...13,60%.

5. Розроблено рекомендації до швидкісних режимів транспортних засобів – автомобіля КамАЗ-4308 та машино-тракторного агрегату МТЗ-82+2ПТС-4 – в умовах функціонування, характерних для сільськогосподарського виробництва. Забезпечується відповідно до рекомендацій зниження питомої витрати палива на 3,61...8,18% для автомобіля та на 5,03...14,41% для тракторного агрегату, а отримані алгоритми управління органами регулювання можуть бути адаптовані до сучасної техніки, що використовується у сільськогосподарському виробництві.

6. Розроблена математична модель дозволяє коригувати норми витрат палива ТЗ. Результати дослідження показують, що зниження норм витрат палива становить 2,63...13,71% для автомобіля типу КамАЗ-4308 і 2,57...13,04% для машино-тракторного агрегату МТЗ-80+2ПТС-4, залежно від конкретних умов руху.

3.1 Коротка характеристика агрегату, що ремонтується

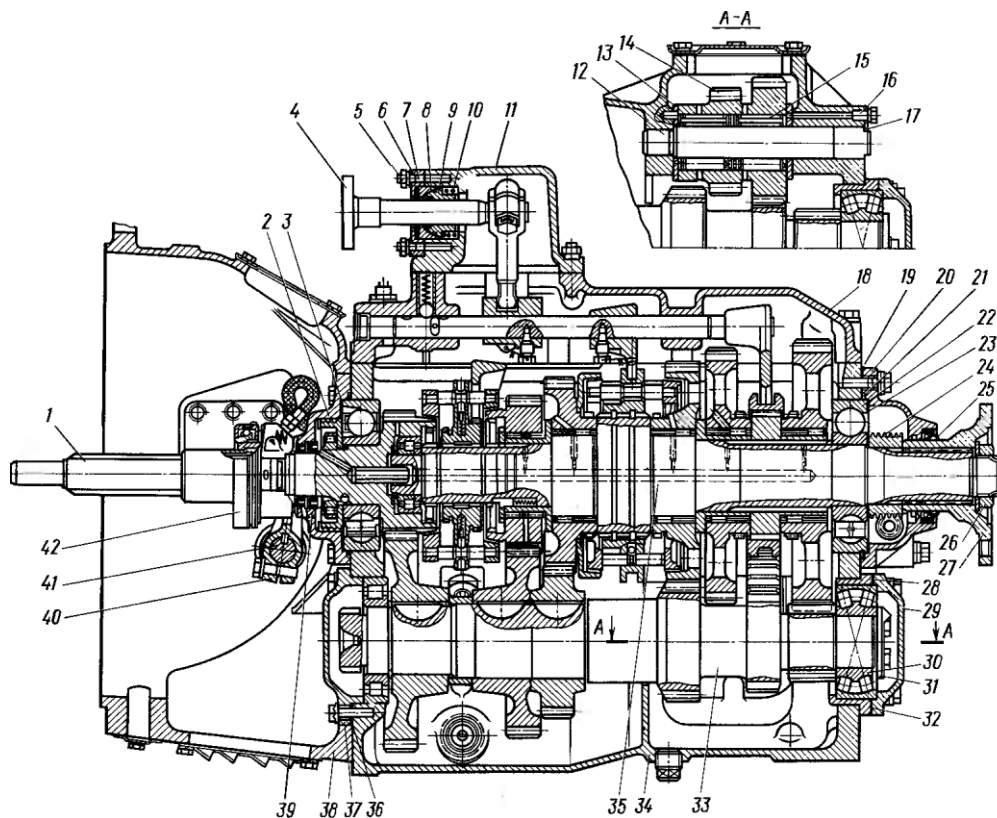
На автомобілі КамАЗ встановлюються дві моделі коробок: на одиночних автомобілях – п'ятиступінчасті коробки передач моделі 14; на автомобілях-тягачах, призначених для роботи у складі автопоїздів, – десятиступінчасті коробки передач моделі 15, що складаються з основної п'ятиступінчастої коробки передач та переднього двоступінчастого редуктора-ділителя передач, які у поєднанні дозволяють отримати 10 передач переднього та два заднього ходу.

Система мащення – комбінована. Усі деталі змащуються розбризкуванням. Підшипники шестерень основної коробки передач та дільника, крім того, додатково змащуються від оливонагнітаючого пристрою.

Управління основною коробкою передач – механічне з дистанційним приводом, управління дільником – пневматичне.

Коробка передач складається з: картера коробки передач, в якому змонтовані первинний, вторинний і проміжний вали в зборі з шестернями, синхронізаторами і підшипниками; блоку шестерень заднього ходу; верхньої кришки коробки з механізмом перемикання передач у зборі. До переднього торця картера коробки прикріплений картер зчеплення. Задля більшої правильності показання спідометра числа зубів змінних циліндричних шестерень підбираються залежно від передавального числа головної передачі.

У припливах правої стінки картера коробки передач виконано розточування, в яку запресована вісь блоку шестерень заднього ходу. Для запобігання випаданню вісь закріплена стопорною шайбою, пригорнутої болтом.



1 – первинний вал; 2 – кришка заднього підшипника первинного валу; 3, 23 – регулювальні прокладки; 4 – шток важеля; 5 – захисне кільце; 6 – кришка опори важеля; 7 – сухар опори важеля; 8 – кільце ущільнювальне; 9 – опора штока; 10 – пружина; 11 – опора важеля перемикання передач; 12 – вісь блоку шестерень заднього ходу; 13 –

упорна шайба: 14 – блок шестерень заднього ходу; 15 – роликopідшипник; 16 – болт кріплення стопорної шайби; 17 – стопорна шайба; 18 – верхня кришка; 19, 32, 36 – ущільнювальні прокладки; 20 – кришка заднього підшипника вторинного валу; 21 – стопорне кільце; 22 – шарикopідшипник задній вторинного валу; 24 – черв'як приводу спідометра; 25 – 39 – ущільнювальні манжети; 26 – гайка кріплення фланця; 27 – фланець кріплення карданного валу; 28 – склянка заднього підшипника проміжного валу; 29 – кришка підшипника; 30 – роликopідшипник сферичний; 31 – упорна шайба; 33 – проміжний вал; 34 – картер коробки; 35 – вторинний вал; 37 – кришка переднього підшипника проміжного валу; 38 – картер зчеплення; 40 – вилка вимикання зчеплення; 41 – вал вилки вимикання зчеплення; 42 – муфта вимкнення зчеплення

Рисунок 3.1 – Коробка передач моделі 14

Олива в коробку заливається через горловину, розташовану на правій стінці картера. Горловина закрита пробкою із вбудованим масляним шупом. У нижній частині картера в бобишки вкручені зливні пробки. У пробку вмонтований магніт, що вловлює металеві частинки, які можуть бути в маслі. З двох сторін картера є люки для встановлення коробок відбору потужності, які можуть бути в маслі. З двох сторін картера є люки для установки коробок відбору потужності, які закриті кришками з прокладками ущільнювачами. Допустимий відбір потужності по 22,37 кВт з кожного люка. Відбір потужності під час руху автомобіля не допускається. У внутрішній порожнині картера в передній частині лівої стінки відлитий оливозакопичувач, куди при обертанні шестерень закидається олива і по свердлінню в передній стінці картера надходить у порожнину задньої кришки первинного валу і на кільце, що нагнітає. У верхній правій частині задньої стінки виконано масляну кишеню, куди олива закидається обертанням шестерень. З масляної кишені олива по свердлінню в стінці картера надходить у порожнину задньої кришки вторинного валу для мастила черв'ячної пари приводу спідометра. Шестерні коробки передач скомплектовані попарно з шестернями, що сполучаються, по плямі контакту і рівню шуму.

Первинний вал коробки передач виконаний разом із шестернею. Його передньою опорою є кульковий підшипник розташований у розточенні колінчастого валу. Порожнина підшипника заповнена мастилом 158 та ущільнена манжетою. На задній кінець валу з упором у торець шестерні посаджені шарикopідшипник і оливозагнітаюче кільце, яке від провертання на валу застопорено кулькою. Деталі стягнуті кільцевою гайкою, яка застопорена розкернювання пояса в пази валу. Оливозагнітаюче кільце на зовнішній поверхні має праву тризахідну гвинтову нарізку, яка закачує олію в нагнітальну порожнину. Осьовий хід провідного валу регулюється набором сталевих прокладок товщиною 0,2 і 0,3 мм, що встановлюються між торцем кришки первинного валу та зовнішньою обоймою підшипника.

3.2 Характеристика конструктивно-технологічних особливостей деталі, що відновлюється

Первинний вал розподільної коробки служить для сполучення деталей і передачі крутного моменту. Вал встановлюється в корпусі розподільної коробки за допомогою підшипників, обертання передається через шліци.

Якщо розглядати первинний вал розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310, то можна сказати, що даний вал є шліцьовим (рис. 3.2).

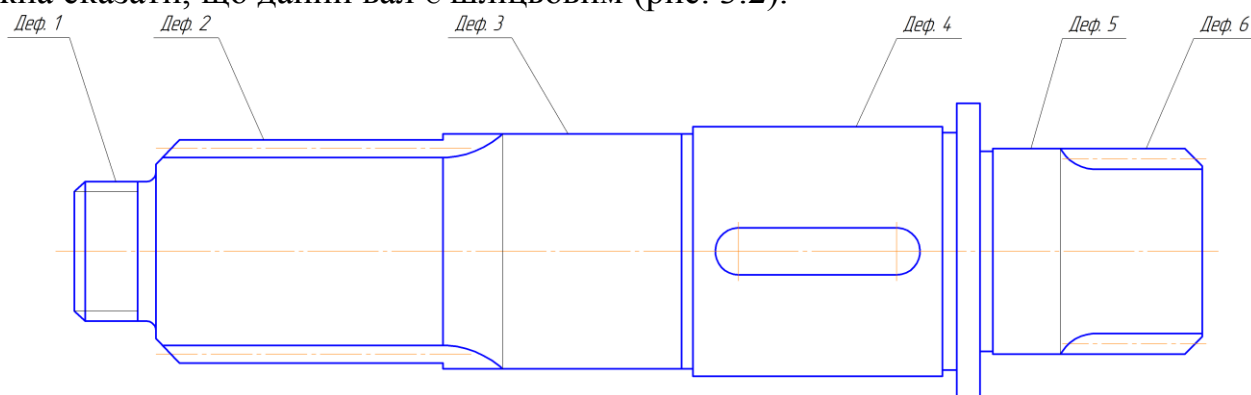


Рисунок 3.2 – Технологічний ескіз деталі

Він має певний ряд конструкційних особливостей, серед яких сім поверхонь, що піддаються зношуванню.

Позиція 1 вказує на різьбу циліндричної поверхні гайки вала та ще на два різьбові отвори на кришці.

Між позиціями 4 і 5 зроблена проточка, яка є концентратором напружень при виготовленні вала і при роботі даного агрегату в умовах великих навантажень.

Позиції 3 і 5 вказують на посадочну ділянку вала під шарикопідшипник.

Позиція 2 та 6 вказує на шліцьову поверхню вала.

Найбільш часто для тонких та довгих ступінчатих валів використовується круглий прокат. У випадку отримання заготовки для виготовлення первинного вала прокат сталі 40ХС. Заготовки для коротких ступінчатих валів з великими перепадами діаметрів можуть виготовлятися шляхом штамповки чи кування на горизонтально-кувальних машинах чи іншому куальному обладнанні. Використовується також ротаційна ковка, прокат на кувальних вальцях.

Фізико-механічні характеристики та хімічний склад матеріалу деталі приведені в таблиці 3.1 та 3.2 по ГОСТ 1050-88 [3].

Таблиця 3.1 – Механічні властивості сталі 40ХС

Стан постачання, режим термообробки	Переріз, мм	σ_T	σ_y	δ	ψ	НВ
		МПа		%		
		Не менше				
Пакат, нормалізація	до 100	353	598	16	45	197

Твердість після загартування і відпустки складе HRC 51

Таблиця 3.2 – Хімічний склад сталі 40ХС, %

C	Si	Mn	Ni	Cu	S	P
			Не більше			
0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,30	0,30	0,035	0,035

Більшість валів оброблюються установкою в центрах, що забезпечує високу точність, легкість установки і доступність для вимірювань. Тому заготовки повинні піддаватись попередній обробці, яка містить підрізання торців й виготовлення центрових отворів. Така обробка може виконуватись на токарних верстатах з затискачем заготовок у трьохкулачковому патроні та люнеті. Операція центрування заготовок може також виконуватися на двох і односторонніх центрувальних верстатах, а підрізання торців найчастіше виконується на поздовжньо-фрезерних чи горизонтально-фрезерних верстатах.

3.3 Аналіз умов роботи і причин зношування деталі, що відновлюється

В процесі експлуатації устаткування можуть зношуватися як окремі деталі його вали, втулки, шестерні, і тому подібне так і ушкоджуватися апарати в цілому (забруднення, розгерметизація, ерозійний і корозійний знос поверхонь). Знос деталей може відбуватися під механічною, тепловою і хімічною дією.

Механічний знос деталей - неминучий природний процес. Механічний знос внаслідок тертя зменшують за рахунок своєчасного мастила. Механічний знос проявляється і в пластичній деформації деталей. Наприклад, вали піддаються крученню і вигину. Шпонки під навантаженням пластично деформуються. Механічний знос може відбуватися за рахунок ерозійної дії сипкого матеріалу або рідини при транспортуванні.

Корозійний знос відбувається при хімічній взаємодії матеріалу деталі з довкіллям. Наслідки цього : зменшення розміру деталі, корозійне розтріскування зварних з'єднань. Для зменшення корозії використовують методи нанесення захисних покриттів, внесення в середовище інгібіторів, що переробляється, корозії.

Температурне руйнування деталей і їх деформація є наслідком повзучості

металів. Щоб уникнути повзучості, найбільш відповідальні деталі устаткування охолоджують.

Дана (первинний вал) деталь працює в умовах великих силових навантажень (різбові та шліцьові з'єднання), абразивного зношування (різбові поверхні, посадочні поверхні під підшипники кочення та ковзання, отвір під хвостовик), в умовах помірних ударних навантажень, корозії (вся деталь), в умовах втомленого зношування (різбові поверхні вала).

На певних ділянках, даному валу присутні концентрації напружень, що розподіляються по його осі.

Гладкі та шліцьові вали, а також вісі являють собою більшу частину всієї кількості деталей, які відновлюються. У більшості випадків, саме ці деталі лімітують ресурс вузлів та агрегатів машин.

У валів найбільш часто зустрічаються дефекти на посадочних поверхнях під підшипники та на різбових поверхнях. Це безпосередньо зумовлюється тим, що робочі поверхні, а саме поверхні що контактують одна з одною (знос поверхні під підшипник) шляхом постійного перебування у зачепленні, поступово зношуються, а що ж стосовно різбових поверхонь то тут знос відбувається за рахунок великих сил, що діють своїм обертовим моментом безпосередньо на різьбу.

3.4 Технологічний процес дефектування первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310

Технологічний процес дефекації відновлення деталі – специфічний процес притаманний тільки ремонтному виробництву. Для визначення технічного стану деталі її піддають контролю і дефекації. При значних програмах ремонту застосовується маршрутна технологія відновлення деталей.

Під маршрутом відновлення мають на увазі таке сполучення дефектів, що визначається їхнім природним взаємозв'язком, єдністю технології відновлення і її доцільністю. По кожному з дефектів намічають послідовність операцій технологічного процесу відновлення.

Дефектування є процесом визначення технічного стану деталей і можливості їх відновлення. У відповідності з типовою технологією деталі сортують за наступними групами: придатні, придатні в сполученні з новими, або відновлюваними до мінімального розміру, підлягають ремонту і непридатні.

Придатні деталі віддають в комплектувальні відділення або на склад; деталі які підлягають ремонту – на відповідні дільниці відновлення. Браковані деталі здають в утиль.

Дефектування проводиться візуально й з використанням інструменту, пристроїв і пристосувань.

Візуально можливо визначити наявність зломів та тріщин на поверхнях валу, а також перевірити стан центруючи отворів.

Основні дефекти первинного валу (рис. 3.3) розподільної коробки приведені в таблиці 3.3.

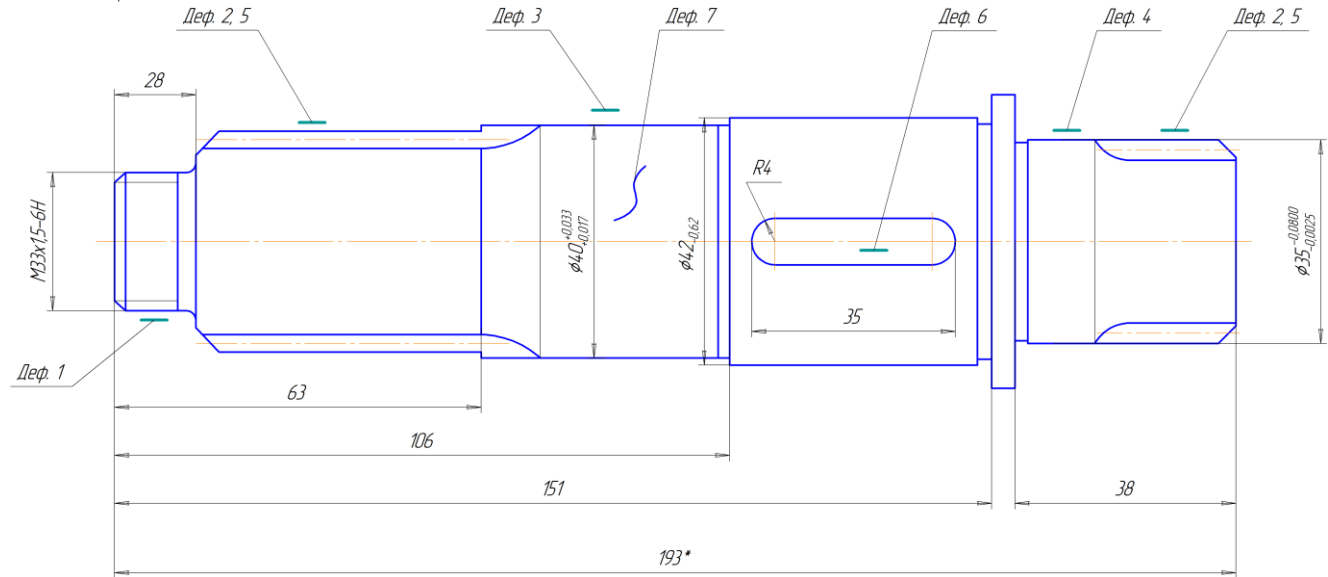


Рисунок 3.3 – Первинний вал розподільної коробки

Таблиця 3.3 – Основні дефекти первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310

Дефект	Розміри, мм			Висновок
	Номінальний	Допустимий без ремонту	Допустимий для ремонту	
1	2	3	4	5
Пошкодження різьби	—	—	—	Ремонтувати
Знос шліців по товщині	$5,37^{+0,015}_{-0,070}$	5,80	5,70	Ремонтувати
Знос поверхні під підшипник	$40 \pm 0,008$	39,97	39,50	Ремонтувати
Знос поверхні під сальники	$40_{-0,050}$	39,80	39,70	Ремонтувати
Знос поверхні під підшипник	$35 \pm 0,008$	34,97	34,50	Ремонтувати
Сколи шліців	-	-	-	Ремонтувати
Злам шпонкового пазу по ширині	-	-	-	Ремонтувати

Принцип формування маршрутів відновлення деталей полягає в угрупуванні подібних дефектів, використання для їх усунення подібного обладнання,

спеціалізації робочих місць і ділянок. При цьому береться до уваги повторюваність дефектів і затрати на їх усунення. Виходячи із цього складаємо можливі технологічні маршрути відновлення первинного валу розподільної коробки (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Маршрути відновлення первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310

Найменування дефекту	Номер маршруту		
	I	II	III
1	2	3	4
1. Пошкодження різьби	–	–	–
2. Знос поверхні під сальники	+	+	–
3. Знос шліців по товщині	–	–	+
4. Знос поверхні під підшипники	+	+	+

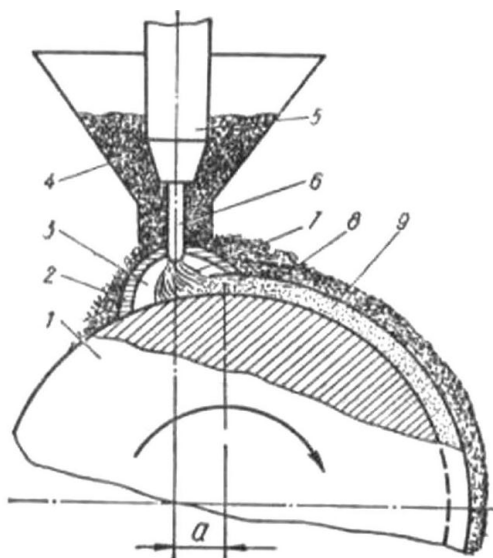
Для розробки технологічного процесу відновлення первинного валу вибираємо маршрут № II, який містить найбільш характерне сполучення дефектів.

Технологічний процес відновлення поверхонь валу за вибраним маршрутом повинен відповідати певним технологічним вимогам для забезпечення надійної та довговічної роботи спряжених з нею деталей. Основна технічна вимога, яку необхідно виконати при відновленні валу – це забезпечення розмірів і шорсткості відновлюваних поверхонь, їх твердості і міцності зчеплення з основним металом, а також співвісності і симетричності щодо загальної осі.

3.5 Аналіз існуючих способів відновлення дефектів первинного валу розподільної коробки

Найбільш розповсюдженими способами відновлення первинного валу розподільної коробки є механізоване електродугове наплавлення під шаром флюсу та електролітичне залізнення (насталювання).

Сутність способу автоматичного наплавлення під шаром флюсу полягає в тому, що у зону горіння дуги (рис. 3.4) подають сипкий флюс, який складається з окремих дрібних крупинок (зерен).



1 – наплавлена деталь; 2 – оболонка з рідкого флюсу; 3 – еластична оболонка; 4 – бункер з флюсом; 5 – мундштук; 6 – електрод; 7 – електрична дуга; 8 – шлакова кірка; 9 – наплавлений метал; а – величина зміщення дуги від зеніту.

Рисунок 3.4 – Схема відновлення деталей типу вал наплавленням під шаром флюсу

Під впливом високої температури частина флюсу плавиться, утворюючи навколо дуги еластичну оболонку 3, яка надійно захищає розплавлений метал від дії кисню та азоту. Після того як дуга перемістилась, рідкий метал твердіє разом з флюсом, утворюючи на наплавленій поверхні 9 ламку шлакову кірку 8. Флюс, що не розплавився може бути знову використаний. Наплавлення під шаром флюсу застосовують для відновлення багатьох деталей тракторів, автомобілів та с/г машин.

Відновлення деталей гальванічними покриттями полягає в електролітичному осадження металу на попередньо підготовлену поверхню, при проходженні струму через електроліт, тобто при електролізі. В авторемонтному виробництві гальванічні процеси застосовують для нанесення металічних та інших покриттів з метою захисту поверхонь деталей від корозії.

При гальванічному осадженні металу катодом являється відновлювана деталь, а анодом – металічна пластина. Аноди застосовують двох типів: розчинні і нерозчинні. Розчинні аноди виготовляють з металу, який осаджується на деталі, а нерозчинні з свинцю.

Найбільш широке застосування в ремонтному виробництві знайшли процеси хромування та сталювання. Вони мають ряд переваг перед наплавленням: дозволяють наносити тонкі покриття рівномірної товщини з різною твердістю і зносостійкістю без порушення структури основного металу, так як він в процесі нарощування залишається практично холодним, й одночасно відновлювати велику кількість деталей, що знижує витрати на ремонт.

Електролітичне настилювання застосовують в основному для відновлення зношених поверхонь і опору механічному зношуванню деталей. Для сталювання застосовують розчини сірчаної, хлорної, бортористоводневої солей. Залізо в звичайній атмосфері швидко ржавіє, тобто покривається бурим шаром гідратованого оксиду заліза. При загартуванні на повітрі Fe окислюється, перетворюючись в Fe_3O_4 або Fe_2O_3 , FeO . У водних розчинах залізо утворює два види іонів різної валентності Fe^{2+} + Fe^{3+} , яким відповідають два види гідратів оксидів $\text{Fe}(\text{OH})_2$ і $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Осад електролітичного Fe по своїм властивостям і будові відрізняється від Fe, який отримують в звичайному металургійному процесі. Зміна властивостей електролітичного Fe зумовлено насамперед особливістю катодного процесу його отримання.

Покриття на деталях, які отримують в процесі осадження Fe при високих температурах, малій густині струму і високою концентрацією електроліту, має гладку оксамитову поверхню гарного срібно-білого кольору, яка темніє після недовгого перебування на повітрі. З підвищенням густини струму оксамитовість осаду зменшується, змінюється слабким блиском, і при достатньо великій густині струму покриття стає блискучим. Разом з тим збільшується твердість, опір розриву і зменшується в'язкість.

В хлористих електролітах різної концентрації солі Fe (200...600 г/л) при зміні температури (25...100°C) і густини струму (2...140 А/дм²) осаджується покриття в широкому діапазоні твердості.

Отримання гарного зчеплення в хлористому електроліті при пониженій температурі досягається за рахунок застосування асиметричного змінного струму.

Характеристикою режиму насталювання при цьому слугує відношення катодної густини струму до анодної – β . Для отримання якісного зчеплення осаду з основним металом встановлюють $\beta=1,3$ при густині струму катодного півперіоду 20 А/дм². Після включення струму витримують цей режим протягом 20...30 с. для отримання суцільного шару заліза. Протягом наступних 8...10 хв. Поступово доводять до $\beta=6...9$ і катодну густину до 30 А/дм², що забезпечує високу швидкість нарощування покриття, його твердість і зносостійкість.

Технологічний процес насталювання складається з трьох стадій:

- підготовка деталей до нанесення покриття;
- нанесення покриття;
- обробка деталей після нанесення покриття.

Підготовка деталей до насталювання

Підготовка деталей до нанесення покриття включає наступні операції:

- промивання у 10%-му розчині каустичної соди у воді при температурі 70°C;
- промивання у гарячій воді;
- електричне знежирення у ванні з складом електроліту, г/л: каустична сода – 65; кальцинована сода – 25; рідке скло – 15; температура електроліту 60...70°C, густина струму 10-15 А/дм². Витримування: якщо деталь катод – 1...2 хв., якщо анод – 2...3 хв.;
- промивання у гарячій воді;
- анодна обробка у 30-ному розчині сірчаної кислоти при кімнатній температурі. Густина струму 20-50 А/дм² з витримуванням 24 хв. Катодами є свинцеві пластини з площею в 3...4 рази більшою за площу деталей (анодів);
- промивання деталей у холодній воді (поверхня деталей повинна бути світло-матового кольору без темних плям);
- навішування деталей на катодний шланг і витримування без струму протягом 0,5...1 хв.;
- промивання в холодній, потім у гарячій воді. Швидкість осадження заліза при густині катодного струму 30 А/дм² досягає 11,7 мкм/хв. з твердістю 6000 МПа.

Анодна обробка виконується у розчинах наступного складу: 365 г/л 30%-го розчину сірчаної кислоти H₂SO₄; 10...25 г/л сірчаноокислого заліза FeSO₄ · 7H₂O. Деталі оброблюються на аноді при густині струму 60...70 А/дм² і температурі 18...25°C тривалістю 2...3 хв. Катодом при цьому слугують пластини із свинцю або нержавіючої сталі.

Насталювання починають при густині струму 1...5 А/дм², а потім збільшують її до заданого значення. В цей період на поверхні деталі формується суцільний шар покриття.

Хлорні електроліти забезпечують отримання густого мілко зернистого осаду товщиною 1...1,5 мм. (тверді) і до 3...5 мм. (м'які) з високими механічними властивостями і зносостійкістю, близькою до зносостійкості загартованої сталі.

Важливими характеристиками електролізу являється: концентрація хлористого заліза; густина; кінематична в'язкість; гранична електропровідність.

На в'язкість електроліту впливають концентрація FeCl₂ · 4H₂O і температура розчину. З підвищенням концентрації FeCl₂ · 4H₂O до 400 г/л величина граничної електропровідності підвищується і набуває максимального значення при даній концентрації. Подальше підвищення концентрації супроводжується зниженням електропровідності.

На практиці отримали розповсюдження чотири типи хлористих електролітів, які відрізняються по концентрації солі заліза:

I – мало концентрований (200...220 г/л);

II – середньо концентрований (400...450 г/л);

III – висококонцентрований (600...680 г/л);

IV – середньо концентрований оптимальної концентрації (300...350 г/л).

Обробка після насталування включає наступні операції:

- промивання деталей гарячою водою;
- нейтралізація в 10%-му розчині каустичної соди при температурі 80...90°C тривалістю 30 хв.;
- промивання гарячою водою;
- демонтаж деталей з підвісних пристосувань;
- контроль якості покриття.

Покриття повинно бути гладким, без великої кількості бугрів, розривів та інших видимих дефектів. Хлорні електроліти володіють підвищеною агресивністю, тому сталювання проводиться в сталених ваннах, внутрішня поверхня яких покривається вуглецево-графітними плитками з антегліта АТМ-1 на кислотостійкій замазці Арзаміт-4.

В порівнянні з хромуванням, процес насталування має наступні переваги:

- застосування простого і дешевого електроліту;
- більш висока розсіваюча здатність електроліту;
- високий вихід металу, який досягає 85...90%;
- більш низька вартість процесу.

3.6 Обґрунтування вибору раціонального способу відновлення основної робочої поверхні первинного валу розподільної коробки

Відновлення зношених деталей забезпечує їх тривалий термін служби, знижує витрати запасних частин, матеріальних витрат і трудових ресурсів. Існує велика кількість сучасних способів відновлення деталей. При цьому згідно загальних вимог стандартів надійність відновлених деталей повинна складати не менше 80% від надійності нових деталей. В теперішній час розроблено і використовується на виробництві велика кількість сучасних високоефективних способів відновлення деталей.

Загальна методика вибору способів відновлення деталей містить чотири частинні методики визначення чисельних значень коефіцієнтів застосування, надійності, продуктивності і відносної економічності ефективності. В методиці, що пропонується використовується, так званий інтегральний коефіцієнт, який визначається за формулою:

$$K_i = K_3 \cdot K_H \cdot K_{\Pi} \cdot K_e, \quad (3.1)$$

де K_3 – коефіцієнт застосування способу;

K_H – коефіцієнт надійності;

K_{Π} – коефіцієнт продуктивності;

K_e – коефіцієнт економічності.

Коефіцієнт застосування може приймати значення $K_z = 0; 0,1; \dots 0,9; 1,0$.

Коефіцієнт надійності залежить від багатьох факторів і може бути виражений наступною функціональною залежністю

$$K_H = f(K_{ZH} \cdot K_{ZCh} \cdot K_{BM}), \quad (3.2)$$

де K_{ZH} – коефіцієнт зносостійкості;

K_{ZCh} – коефіцієнт зчеплення;

K_{BM} – коефіцієнт втомленої міцності.

Продуктивність різних способів відновлення оцінюють виходячи з основного часу, що витрачається на відновлення даним способом однієї відновлюваної деталі, включаючи час на попередню механічну обробку, власне відновлення, попередню термічну обробку і наступну попередню механічну, термічну обробку і фінішну механічну обробку. Остаточну оцінку обраному способу відновлення можливо дати тільки після проведення його економічної оцінки. Таку економічну оцінку в цій методиці будемо здійснювати за допомогою коефіцієнта економічності.

Нехай потрібно відновити поверхню під підшипник, діаметр 45 мм, виготовленого з сталі 38ХГС, твердість поверхні HB 280...310, величина зносу 0,03 мм. Для вибору раціонального способу складаю наступну таблицю 3.5.

Таблиця 3.5 – Визначення оптимального способу відновлення

Спосіб відновлення	Коефіцієнти						Інтегральний коефіцієнт
	Зносостійкості	Зчеплення	Втомленої міцності	Продуктивності	Економічності	Застосування	
1	2	3	4	5	6	7	8
МЕДФ	1,2	0,9	0,7	1,4	1,5	0,8	1,27
ЕЛХ	1,8	0,9	0,9	0,3	1,5	0,9	0,656
ЕЛЗ	1,2	0,9	0,9	0,9	1,5	1,0	1,312
ХН	1,2	0,9	0,95	0,9	1,8	0,6	0,997
КК	0,5	0,65	1,0	1,6	1,8	0,8	0,749
КНД	1,2	0,9	0,85	1,5	1,6	0,4	0,881
КНС	1,2	0,9	0,85	1,7	1,8	0,3	0,843

З табл. 3.5 бачимо, що найбільш раціональним є спосіб відновлення валу електролітичним залізненням – інтегральний коефіцієнт, що відповідає цьому способу становить 1,312.

Способи відновлення дефектів наведені у табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Способи відновлення дефектів первинного валу розподільної коробки за прийнятим маршрутом відновлення

Назва дефекту	Спосіб відновлення	
	Базовий	Запропонований
1	2	3
Знос поверхні	Автоматичне наплавлення	Електролітичне залізнення

під підшипники	під шаром флюсу та обточування з шліфуванням під номінальний розмір	та шліфування під номінальний розмір
----------------	---	---

3.7 Розробка структурної послідовності технологічного процесу відновлення первинного валу розподільної коробки за запропонованою технологією

Структура послідовності здійснення операцій технологічного процесу відновлення первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310 за базовою технологією наведена в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Структура здійснення операцій технологічного процесу відновлення первинного валу розподільної коробки за базовою технологією

Номер операції	Назва операції і номер переходу	Зміст операції
1	2	3
005	Дефектувальна	Перевірка деталі на дефекти
010	Шліфувальна Перехід 1	Шліфувати поверхню під підшипник з Ø39,97 до Ø39,5 мм Шліфувати поверхню під підшипник з Ø34,97 до Ø34,5 мм
015	Мийна	Промивання деталі
020	Наплавлювальна Перехід 1	Наплавлювати поверхню під підшипник з Ø39,5 до Ø41 мм Наплавлювати поверхню під підшипник з Ø34,5 до Ø36 мм
025	Токарна Перехід 1 Перехід 2	Точити поверхню під підшипник з Ø41 до Ø40,5 мм Точити поверхню під підшипник з Ø36 до Ø35,5 мм Точити фаску 1,5X45 ⁰
030	Термічна	Гартування відновлених поверхонь
035	Шліфувальна Перехід 1	Шліфувати поверхню під підшипник з Ø40,5 до Ø40 мм Шліфувати поверхню під підшипник з Ø35,5 до Ø35 мм
040	Контрольна	Контроль якості відновлених дефектів

Структура послідовності здійснення операцій технологічного процесу відновлення первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310 за запропонованою технологією наведена в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Структура послідовності здійснення операцій технологічного процесу відновлення первинного валу розподільної коробки за запропонованою технологією

Номер операції	Назва операції і номер переходу	Зміст операції
1	2	3
005	Дефектувальна	Перевірка деталі на дефекти
010	Шліфувальна Перехід 1	Шліфувати поверхню під підшипник з Ø39,97 до Ø39,57 мм Шліфувати поверхню під підшипник з Ø34,97 до Ø34,57 мм
015	Мийна	Промивання деталі
020	Гальванічна	Вневання настлювання поверхонь під підшипники
025	Шліфувальна Перехід 1	Шліфувати поверхню під підшипник з Ø40,05 до Ø40 мм Шліфувати поверхню під підшипник з Ø35,05 до Ø35 мм
030	Контрольна	Контроль якості відновлених дефектів

3.8 Вибір установчих баз при виконанні технологічних операцій

Правильний вибір установочних баз при розробці технологічних процесів визначає їх точність по координатно-кінематичних розмірах. Вибір баз для обробки ремонтних заготовок представляє відому складність, пов'язану з можливим зносом, викривленням і коробленням базових поверхонь.

Перелік установочних баз по операціях та переходах запропонованого технологічного процесу відновлення дефектів валу наведено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Перелік установочних баз по операціях запропонованого технологічного процесу відновлення дефектів первинного валу

Номер операції	Назва операції	Установча база
1	2	3
005	Дефектувальна	—
010	Шліфувальна	Привальна площина
015	Мийна	—
020	Гальванічна	—
025	Шліфувальна	Привальна площина
030	Контрольна	—

3.9 Обґрунтування вибору технологічного устаткування, ріжучого, вимірювального і контрольного інструментів

Вибір технологічного обладнання для проведення технологічних операцій відновлення дефектів первинного валу розподільної коробки за обраною технологією здійснюється за наступними критеріями:

- відповідністю основних розмірів обладнання розмірам деталі, яка відновлюється;
- відповідністю продуктивності обладнання річній програмі виробництва;
- мінімальній собівартості обробки;
- мінімальній витраті часу на обробку;
- необхідністю використання на виробництві обладнання.

При мало серійному та серійному ремонтному виробництві доцільно використовувати універсальне обладнання. Підбір ріжучого інструменту здійснюється за принципом досягнення оптимальних технологічних вимог (з врахуванням класу точності, чистоти обробки і найбільшої продуктивності).

Для ремонтного виробництва звичайно використовують універсальний вимірювальний інструмент, однак використання жорстких вимірювальних пристроїв (пробок, скоб, шаблонів) спрощує операції контролю та підвищує продуктивність праці.

Перелік устаткування, матеріалів, ріжучого та вимірювального інструментів для відновлення первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310 наведений в таблиці 3.10.

Номер операції	Назва операції	Устаткування, матеріали, ріжучий та вимірювальний інструменти
1	2	3
005	Дефектувальна	Мікрометр МК-50-2 ГОСТ 6507-78, штангенциркуль ШЦ-11 -250-0,05 ГОСТ 166-80, калібр скоба 8111-03997Д
015	Мийна	Ванна для знежирення 2239 Ванна для травлення 418-02 Миючі засоби Лабомід 101, Лабомід 102 та розчин сірчаної кислоти H ₂ SO ₄
020	Гальванічна	Установка для залізнення 0013-039 “Ремдеталь”, хлористе залізо – 200 г/л, йодистий калій – 20-30 г/л, сірчана кислота – 1 г/л, соляна кислота – 1,5 рН; температура електролізу – 18...30°C
010-025	Шліфувальна	Верстат круглошліфувальний 3Б151, круг шліфувальний 64С25СМ16К ГОСТ 2424-83, електрокорунд білий, зернистість 50, середньої твердості на керамічному зчепленні
030	Контрольна	Мікрометр МК-50-2 ГОСТ 6507-78, штангенциркуль ШЦ-11 -250-0,05 ГОСТ 166-80, калібр скоба 8111-03997Д

3.10 Розробка плану операцій за обраним маршрутом та технологією відновлення первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310

Деталь: первинний вал розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310.

Номер за каталогом: 4310-1802025.

Матеріал: сталь 40ХС.

Розробляємо детальний технологічний процес відновлення дефектів первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310 (табл. 3.11) за обраним маршрутом та розробленою загальною технологією.

Таблиця 3.11 – Технологічний процес (запропонований) відновлення первинного валу розподільної коробки за маршрутом № II.

Номер операції	Назва операції. Устаткування, матеріали, ріжучий та вимірювальний інструменти	Номер переходу	Зміст операцій
005	Дефектувальна Мікрометр МК-50-2 ГОСТ 6507-78, штангенциркуль ШЦ-11-250-0,05 ГОСТ 166-80, калібр скоба 8111-03997Д	–	Перевірити деталь на існуючі дефекти
015	Мийна Ванна для знежирення 2239 Ванна для травлення 418-02 Миючі засоби Лабомід-101, Лабомід-102 та розчин сірчаної кислоти H ₂ SO ₄	–	Промити деталь розчином Лабоміт 101 та протравити сірчаною кислотою H ₂ SO ₄
020	Гальванічна Установка для залізнення 0013-039 “Ремдеталь”, хлористе залізо – 200 г/л, йодистий калій – 20-30 г/л, сірчана кислота – 1 г/л, соляна кислота – 1,5 рН; температура електролізу – 18...30°C	–	Начепити деталь на навіску та занурити у ванну з розчином
010-025	Шліфувальна Верстат круглошліфувальний 3Б151, круг шліфувальний 64С25СМ16К ГОСТ 2424-83, електрокорунд білий, зернистість 50, середньої твердості на керамічному зчепленні	Перехід 1 Перехід 2	Пошліфувати поверхню під підшипник Пошліфувати поверхню під підшипник
030	Контрольна Мікрометр МК-50-2 ГОСТ 6507-78, штангенциркуль ШЦ-11-250-0,05 ГОСТ 166-80, калібр скоба 8111-03997Д	–	Перевірити розміри відновлених поверхонь

3.11 Розрахунок і вибір режимів виконання операцій розробленого технологічного процесу відновлення первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ

005 – Дефектувальна

Згідно з базою практики на у ТОВ "АТП 2004" м.Кропивницький норму часу для дефектування первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310 приймаємо $T_H = 10$ хв., а основний час $T_O = 7$ хв.

010–025 – Шліфувальна

Норму часу визначаємо за формулою

$$T_H = T_O + T_{\text{дод}} + T_{\text{доп}} + T_{\text{пз}}, \quad (3.3)$$

де T_O – основний час, хв.;

$T_{\text{дод}}$ – додатковий час, хв.;

$T_{\text{доп}}$ – допоміжний час, хв.;

$T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заключний час, хв.

Основний час шліфування визначається за формулою (3.4)

$$T_O = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{\text{пов}}} \cdot K_3, \quad (3.4)$$

де L – довжина оброблюваної поверхні, мм;

i – кількість переходів;

n – кількість обертів за хвилину (25...150) об/хв.;

$S_{\text{пов}}$ – поздовжня подача, мм/об.;

K_3 – коефіцієнт зачисних ходів (приймають в межах 1,2...1,7);

$$L = l + y, \quad (3.5)$$

де l – довжина оброблюваної поверхні, мм;

y – величина врізання і перебігу, мм;

$$L = 14 + 5 = 19 \text{ мм};$$

$$S_{\text{пов}} = B_k \cdot \beta, \quad (3.6)$$

де B_k – ширина шліфувального круга, мм;

β – поздовжня подача в частках ширини круга;

$$S_{\text{пов}} = 36 \cdot 0,5 = 18 \text{ мм/об.};$$

$$i = \frac{h}{t}, \quad (3.7)$$

де h – припуск, мм;

t – поперечна подача (глибина різання), мм;

$$h = \frac{D - d}{2}, \quad (3.8)$$

де D та d – відповідно діаметр деталі до та після проведення обробки, мм;

$$h = \frac{39,97 - 39,57}{2} = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ мм};$$

$$h = \frac{40,05 - 40}{2} = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ мм};$$

$$i = \frac{0,2}{0,02} = 10; i = \frac{0,25}{0,02} = 13;$$

$$T_O = \frac{19 \cdot 10}{75 \cdot 18} \cdot 1,5 = 0,21 \text{ хв.}$$

$$T_O = \frac{19 \cdot 13}{75 \cdot 18} \cdot 1,5 = 0,27 \text{ хв.}$$

Допоміжний час вибирають з табл.

$$T_{\text{доп}} = 1,5 \text{ хв.}$$

Додатковий час визначається за формулою

$$T_{\text{дод}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot K}{100}, \quad (3.9)$$

де $T_{\text{оп}}$ – операційний час, хв.;

K – відсоткове відношення додаткового часу до операційного, %.

Операційний час визначається за формулою:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{доп}} = 0,21 + 1,5 = 1,71 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{доп}} = 0,27 + 1,5 = 1,77 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{дод}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot K}{100} = \frac{1,71 \cdot 9}{100} = 0,154 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{дод}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot K}{100} = \frac{1,77 \cdot 9}{100} = 0,156 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час вибирають з таблиці:

$$T_{\text{пз}} = 7 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{н}} = 0,21 + 0,154 + 1,5 + 7 = 8,864 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{н}} = 0,27 + 0,156 + 1,5 + 7 = 8,926 \text{ хв.}$$

Перехід 1

$$L = 16 + 5 = 21 \text{ мм};$$

$$S_{\text{пов}} = 36 \cdot 0,5 = 18 \text{ мм/об.};$$

$$h = \frac{34,97 - 34,57}{2} = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ мм};$$

$$h = \frac{35,05 - 34}{2} = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ мм};$$

$$i = \frac{0,2}{0,02} = 10; i = \frac{0,25}{0,02} = 13;$$

$$T_{\text{о}} = \frac{21 \cdot 10}{75 \cdot 18} \cdot 1,5 = 0,23 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{о}} = \frac{21 \cdot 13}{75 \cdot 18} \cdot 1,5 = 0,30 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{доп}} = 1,05 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{доп}} = 0,23 + 1,05 = 1,28 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{доп}} = 0,3 + 1,05 = 1,35 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{дод}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot K}{100} = \frac{1,28 \cdot 9}{100} = 0,115 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{дод}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot K}{100} = \frac{1,35 \cdot 9}{100} = 0,121 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час вибирають з таблиці $T_{\text{пз}} = 7 \text{ хв.};$

$$T_{\text{н}} = 0,23 + 0,115 + 1,05 + 7 = 8,395 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{н}} = 0,30 + 0,121 + 1,05 + 7 = 8,471 \text{ хв.}$$

$$\Sigma T_{\text{о}} = 0,21 + 0,23 + 0,29 + 0,46 = 1,19 \text{ хв.}$$

$$\Sigma T_o = 0,27 + 0,30 + 0,382 + 0,4 = 1,35 \text{ хв.}$$

$$\Sigma T_H = 8,864 + 8,395 + 8,543 + 8,69 = 34,5 \text{ хв.}$$

$$\Sigma T_H = 8,926 + 8,47 + 8,632 + 8,624 = 34,65 \text{ хв.}$$

015 – Мийна

Промивання та знежирення забруднених поверхонь валу у ванні 2239.

Норму часу на операцію визначаємо за формулою використовуючи дані, зібрані на підприємстві ТОВ "АТП 2004" м. Кропивницький.

$$T_H = T_{оп} + T_{дод} + T_{пз},$$

$$T_{оп} = 7,0 \text{ хв.};$$

$$T_{дод} = 0,35 \text{ хв.};$$

$$T_{пз} = 3,0 \text{ хв.};$$

$$T_H = 7 + 0,35 + 3 = 10,35 \text{ хв.}$$

020 – Гальванічна

Норму часу розраховують за формулою

$$T_H = \frac{T_o + T_{доп} + T_{оп} \cdot 1,12}{n \cdot K_i}, \quad (3.10)$$

де T_o – основний час, хв.;

$T_{доп}$ – допоміжний час, хв.;

$T_{оп}$ – операційний час, хв.;

1,12 – коефіцієнт, який враховує підготовчо-заклучний і додатковий час;

n – кількість деталей одночасно занурених у ванну;

K_i – коефіцієнт використання обладнання, 0,80...0,85.

Основний час гальванічного процесу визначається за формулою

$$T_o = \frac{h \cdot \gamma \cdot 1000 \cdot 60}{D_k \cdot C \cdot \eta}, \quad (3.11)$$

де h – товщина шару покриття, мм;

γ – густина осажденного металу, г/см³;

D_k – катодна густина струму, А/дм²;

C – електрохімічний еквівалент, г/А;

η – вихід металу на катоді, %.

Для залізнення основний час визначаємо за формулою:

$$T_o = 28200 \cdot \frac{h}{D_k}, \quad (3.12)$$

$$T_o = 28200 \cdot \frac{0,48}{40} = 33,84 \text{ хв.}$$

Допоміжний та операційний час вибираємо з таблиці.

$$T_{доп} = 0,30 \text{ хв.}$$

$$T_{оп} = 4,33 \text{ хв.}$$

$$T_H = \frac{33,84 + 0,30 + 4,33 \cdot 1,12}{1 \cdot 0,80} = 53,9 \text{ хв.}$$

060 – Контрольна

Згідно з базою практики на ТОВ "АТП 2004" м.Кропивницький норму часу на операцію приймаємо $T_H = 10 \text{ хв.}$, а основний час $T_O = 7 \text{ хв.}$

Результати визначення норм часу по кожній операції відновлення первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310 зводимо в таблицю 3.14.

Таблиця 3.14 – Результати розрахунків норм часу на виконання технологічних операцій відновлення первинного валу розподільної коробки

Номер операції	Найменування операції	Основний час операції T_{O_i} , хв.	Норма часу на кожну операцію T_{H_i} , хв.
005	Дефектувальна	7	10
010	Шліфувальна	1,19	34,5
015	Мийна	7	10,35
020	Гальванічна	33,84	53,9
025	Шліфувальна	1,35	34,65
030	Контрольна	7	10
Всього			153,4

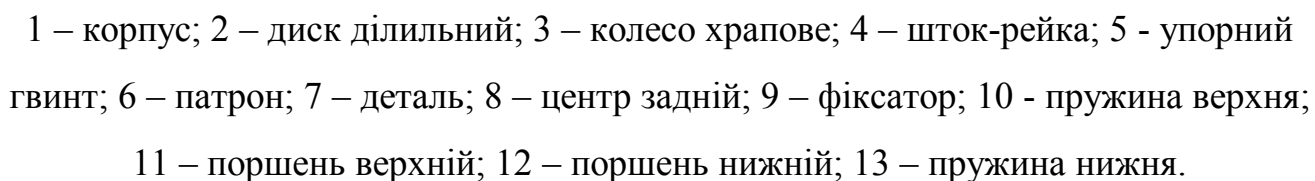
4.1 Обґрунтування і розробка конструкції пристосування для повертання валів при наплавленні шліців

При модернізації пристосування в якості приводної ланки застосовуємо пневматичний привід, як найбільш доступний і економічний, а також храпове зачеплення, що дозволяє проводити поворот заготовки на визначений кут.

Поворотний пристрій складається з корпусу, нижнього і верхнього поршнів, штока-рейки, фіксатора, упорного гвинта, храпового колеса, ділильного диска, верхньої і нижньої пружин повернення, затискних пристроїв: патрона і заднього центра, які утримують деталь. Схема поворотного пристрою пристосування наведена на рисунку 4.1.

До особливостей конструкції пристосування слід віднести також те, що верхній поршень має шарнірне закріплення зі штоком-рейкою, що дозволяє здійснювати відхилення штока-рейки при поверненні поршнів у вихідне положення. Шток-рейка займає робоче положення за рахунок підпружиненого пальця, який також усуває зазори в храповому з'єднанні.

Робота пристосування полягає в тому, що при подачі стиснутого повітря виникає опускання нижнього поршня і вихід фіксатора з паза ділильного диска. Далі проходить підйом верхнього поршня зі штоком-рейкою, зубці якої входять в зачеплення з зубцями храпового колеса. Упорний гвинт обмежує хід верхнього поршня на кут поділки поворотної частини, що сидить на валу кріпильного патрона. Після відсікання і випуску стиснутого повітря поршні під дією зворотних пружин займуть вихідне положення, а фіксатор увійде в новий паз ділильного диска.



Таким чином, виникає автоматичний поворот і фіксація деталі при відновленні шліців.

Конструкція пристосування розроблена на основі габаритних і приєднувальних розмірів шліцьових валів, що відновлюються. Основні розміри механізму повороту прийняті виходячи з конструктивних міркувань, а найбільш навантажені деталі перевірені розрахунками. В якості вихідних даних приймаємо:

- найбільша маса вала з деталей, що відновлюються – 15 кг;
- найбільша довжина вала – 600 мм;

- найбільший діаметр вала – 9 мм;
- ширина шліців – 9 мм;
- кількість шліців – 10 шт;
- діаметр поршня пневмоциліндра – 30 мм;
- діаметр початкового кола храпового колеса – 36 мм;
- номінальний тиск повітря – 0,4 МПа.

Працездатність механізму або можливість повороту валу, що відновлюється, буде можлива тоді, коли активний обертовий момент, прикладений до храпового колеса $M_{кр}$, буде перебільшувати або дорівнювати моменту опору повороту, тобто моменту сил тертя $M_{тр}$.

$$M_{кр} \geq M_{тр} \quad (4.1)$$

Активний обертовий момент можна визначити за формулою:

$$M_{кр} = F_t \frac{d_x}{2}, \quad (4.2)$$

де F_t – сила тиску на штоку-рейці, Н;

d_x – діаметр ділильного кола храпового колеса, мм.

Визначаємо силу тиску на штоку-рейці робочого пневмоциліндра за формулою:

$$F_t = q \frac{\pi \cdot d_{ц}^2}{4} \eta, \quad (4.3)$$

де q – номінальний тиск стиснутого повітря, МПа;

$d_{ц}$ – діаметр циліндра, мм;

η – коефіцієнт корисної дії пневмоциліндра.

$$F_t = 0,4 \frac{3,14 \cdot 30^2}{4} 0,9 = 254 \text{ Н.}$$

Підставивши значення сили тиску на штоку-рейці в формулу (4.2) визначимо активний обертовий момент:

$$M_{кр} = 254 \frac{36}{2} = 4572 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

Момент сил тертя можна представити як суму моментів тертя на опори валу, що відновлюється, який представляє як балку на двох опорах, а в якості зовнішньої сили приймаємо величину маси вала. Реакції опор вала:

$$R_1 = R_2 = \frac{Q}{2} = \frac{150}{2} = 75 \text{ Н}$$

Момент сил тертя має наступний вигляд

$$M_{\text{тр}} = M_1 + M_2 = R_1 \cdot f_1 \cdot \frac{d_1}{2} + R_2 \cdot f_2 \cdot \frac{d_2}{2}, \quad (4.4)$$

де f_1 – коефіцієнт тертя на опорній поверхні заднього центра;

d_1 – діаметр опорної поверхні заднього центра, мм;

f_2 – коефіцієнт тертя на опорах затискного центра;

d_2 – діаметр опорної частини затискного патрона, мм.

Підставивши значення у вираз (4.2) знаходимо значення моменту сил тертя:

$$M_{\text{тр}} = 75 \cdot 0,2 \cdot \frac{25}{2} + 75 \cdot 0,15 \cdot \frac{50}{2} = 468,75 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

В результаті розрахунку отримали те, що $M_{\text{кр}} > M_{\text{тр}}$, що підтверджує повну працездатність механізму повороту.

Розміри храпового зачеплення приймаємо конструктивно по рекомендаціям:

- число зубців храпового колеса, $z = 12$ шт;
- модуль храпового колеса, $m = 3$ мм;
- крок зачеплення, $t = 9,42$ мм;
- висота зуба, $h = 3$ мм;
- ширина зуба храпового колеса, $B = 6$ мм;
- ширина зуба штока-рейки, $B_1 = 10$ мм;
- кут повороту храпового колеса на один зуб, $\alpha = 30^\circ$.

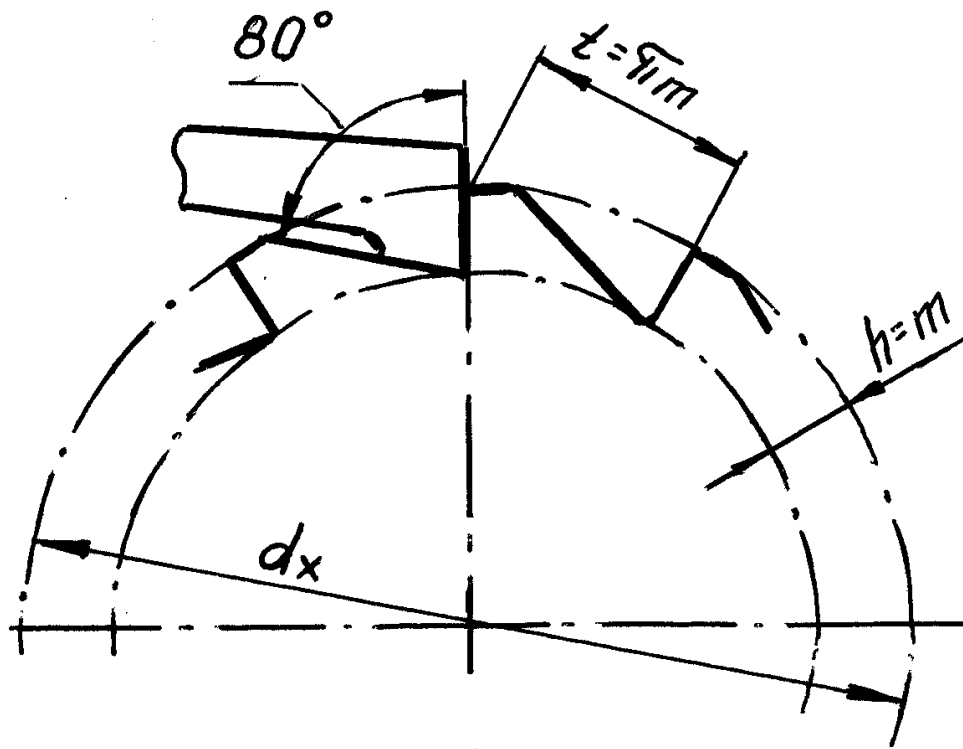


Рисунок 4.2 – Схема храпового зачеплення

Проводимо перевірку міцності зуба храпового колеса по згину:

$$\sigma_{зг} = \frac{5,36 \cdot M_{кр}}{z \cdot \psi \cdot m^3} \text{ Н/мм}^2 \quad (4.5)$$

$$\sigma_{зг} = \frac{5,36 \cdot 4572}{12 \cdot 2 \cdot 3^3} = 37,8 \text{ Н/мм}^2$$

Храпове колесо і шток-рейку виготовляємо з сталі 45 ГОСТ 1050-88 з наступною цементацією і загартуванням зубців. Допустиме напруження згину після термообробки складає $[\sigma] = 120 \text{ Н/мм}^2$.

Таким чином $\sigma_{зг} < [\sigma]_{зг}$ і міцність зубців храпового колеса буде забезпечена.

Проводимо перевірку міцності зуба храпового колеса по питомому лінійному тиску:

$$q = \frac{2M_{кр}}{m \cdot B \cdot z} = \frac{2 \cdot 4572}{3 \cdot 6 \cdot 12} = 42,3 \text{ Н/мм}^2.$$

Допустимий питомий тиск на одиницю довжини зуба складає $[q] = 45 \text{ Н/мм}^2$, отже отримуємо $q < [q]$ і міцність зуба храпового колеса буде забезпечена.

Проводимо перевірку міцності зуба штока-рейки, прийнявши до уваги випадок, коли сила тиску прикладена до вершини зуба. Виконуємо схему навантаження зуба штока-рейки, представлену на рисунку 4.3.

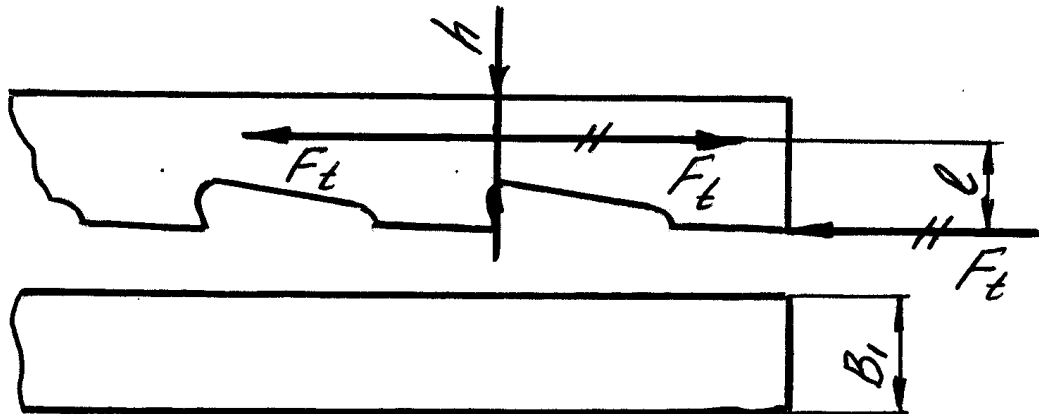


Рисунок 4.3 – Схема навантаження зуба штока-рейки

В середній частині небезпечного перерізу прикладаємо дві рівні, протилежні сили F_t , тоді отримаємо згинаючий момент $M_{зг} = F_t \cdot l$ і стискаючу силу F_t . Сумарні напруження визначаються як алгебраїчна сума:

$$\sigma_{\Sigma} = \sigma_{зг} + \sigma_{ст} = \frac{M_{зг}}{W} + \frac{F_t}{B_1 \cdot h}, \quad (4.6)$$

Визначаємо момент опору згину

$$W = \frac{b_1 \cdot h^2}{6} = \frac{10 \cdot 6^2}{6} = 60 \text{ мм}^3,$$

де b_1 – ширина зуба штока-рейки, мм;

h – висота зуба штока-рейки, мм.

Підставивши значення у вираз (4.6) знаходимо сумарне напруження:

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{254 \cdot 3,5}{60} + \frac{254}{10 \cdot 6} = 19,05 \text{ Н/мм}^2.$$

В якості допустимих напружень приймаємо $[\sigma]_{зг} = 120 \text{ Н/мм}^2$, отже маємо $\sigma_{\Sigma} < [\sigma]_{зг}$ і міцність зуба штока-рейки буде забезпечена.

Пружина нижнього поршня призначена для того, щоб фіксатор входив в паз ділильного диска при відсутності стиснутого повітря в порожнині циліндра і тим самим фіксував деталь у визначеному положенні.

Визначаємо зовнішню силу, яка не буде перешкоджати переміщенню фіксатора в паз ділильного диска

$$P_1 = k \cdot Q_{\text{п}} = 1,5 \cdot 25 = 37,5 \text{ Н},$$

де k – коефіцієнт запасу;

$Q_{\text{п}}$ – маса нижнього поршня, Н.

Знаходимо силу, яка необхідна для виводу фіксатора з пазу ділильного диска в залежності від сили тиску на штоку робочого пневмоциліндра:

$$P_2 = k_1 \cdot F_t = 0,3 \cdot 254 = 76,2 \text{ Н},$$

де k_1 – коефіцієнт, що враховує момент подачі стиснутого повітря, звільнення фіксатора і початок роботи пневмоциліндра;

F_t – сила тиску на штоку робочого циліндра, Н.

Виходячи з конструктивних міркувань приймаємо:

- діаметр дроту пружини, $d = 4 \text{ мм}$;
- зовнішній діаметр пружини, $D = 36 \text{ мм}$;
- крок пружини у вільному стані, $t = 6 \text{ мм}$;
- величина робочого ходу, $h = 5 \text{ мм}$;
- довжина пружини при дії зовнішньої сили, $H_2 = 40 \text{ мм}$.

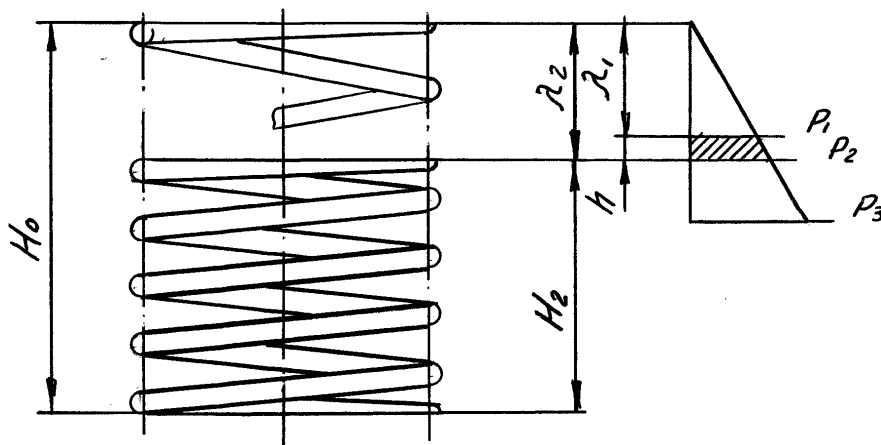


Рисунок 4.4 – Розрахункова схема пружини

Визначаємо навантаження пружини при стисканні її до торкання витків з відношення:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{P_3}{P_2}. \quad (4.7)$$

Перетворивши вираз отримаємо:

$$P_3 = P_2 \frac{P_2}{P_1} \text{ Н.} \quad (4.8)$$

$$P_3 = 76,2 \frac{76,2}{37,5} = 154,8 \text{ Н.}$$

Знаходимо крок пружини при навантаженні P_2 :

$$t_2 = t - \frac{P_2}{P_3} (t - d) = 6 - \frac{76,2}{154,8} (6 - 4) = 5,02 \text{ мм.}$$

Розраховуємо число робочих витків пружини:

$$n = \frac{H_2 - d}{t_2} = \frac{40 - 4}{5,02} = 7,17 \text{ витка.}$$

Довжину пружини у вільному стані визначаємо за формулою:

$$H_0 = n \cdot t + d = 7,17 \cdot 6 + 4 = 47,02 \text{ мм.}$$

Приймаємо $H_0 = 48 \text{ мм.}$

Знаходимо деформацію пружини під дією навантаження P_1 .

$$\lambda_1 = H_0 - (H_2 + h) = 48 - (40 + 5) = 3 \text{ мм.}$$

Розраховуємо деформацію пружини під дією навантаження P_2 .

$$\lambda_2 = \lambda + h = 3 + 5 = 8 \text{ мм.}$$

Перевіряємо міцність витків пружини на кручення по формулі (4.9)

$$\tau = \frac{8 \cdot P_3 \cdot k \cdot D}{\pi \cdot d^3} \leq [\tau], \quad (4.9)$$

де P_3 – граничне навантаження, при якій виникає посадка витків, Н;

k – коефіцієнт, що враховує кривизну витків;

D – зовнішній діаметр пружини, мм;

d – діаметр дроту пружини, мм;

$[\tau]$ – допустиме напруження, Н/мм².

Визначаємо коефіцієнт, що враховує кривизну витків:

$$k = 1,0 + 1,4 \frac{d}{D} = 1,0 + 1,4 \frac{4}{36} = 1,16.$$

Підставивши отримане значення коефіцієнт у вираз (4.9) визначаємо робоче напруження:

$$\tau = \frac{8 \cdot 154,8 \cdot 1,16 \cdot 36}{3,14 \cdot 4^3} = 257,3 \text{ Н/мм}^2.$$

Допустиме напруження приймаємо $[\tau] = 560 \text{ Н/мм}^2$, отже маємо $\tau < [\tau]$ і умова міцності виконується.

5.1 Об'ємно-планувальні рішення будівель і споруд підприємства, що проектується

«Об'ємно-планувальні рішення будівель і споруд повинні відповідати функціональному призначенню підприємства і розроблятися з урахуванням кліматичних умов, будівельних вимог технологічного процесу, охорони навколишнього середовища, а також з урахуванням вимог, пов'язаних з опаленням, енергопостачанням, вентиляцією тощо. Крім того, при розробці об'ємно-планувальних рішень слід враховувати тип рухомого складу, режим роботи підприємства і результати технологічного розрахунку.

При визначенні розмірів виробничого приміщення слід враховувати площі виробничих зон і відділень. По сумарній площі виробничих зон і дільниць підприємства, що проектується, і нормативним розмірам будівель машинобудівної промисловості (144×144, 144×72, 72×72, 120×60, 60×60, 108×54, 54×54, 96×48 48×48 тощо) визначають розміри виробничого приміщення. При виборі розмірів виробничого приміщення необхідно ув'язувати їх з розмірами сітки колон, яка вибирається з урахуванням типу рухомого складу і кількість поверхів будівель. Для одноповерхових будівель рекомендується сітка колон: 6×6, 6×12, 12×12, 12×18, 12×24, 12×36, а для багатоповерхових - 6×6 і 6×9 м.

У виробничих приміщеннях приймають розміри дверей: висота – 2,4м, ширина однопольних – 1,0м, двопольних – 1,5 і 2,0м. Двопольні двері передбачають в приміщеннях, в яких проводиться транспортування великогабаритних вузлів і агрегатів або де встановлюється великогабаритне обладнання (агрегатне, слюсарно-механічне, ковальсько-ресорне тощо).

Кількість в'їзних (виїзних) воріт у виробничому приміщенні приймають в залежності від кількості автомобілів, що обслуговують дане приміщення: до 25 - одні, від 25 до 100 - двоє воріт.

Освітлення дільниць в денний час в основному природне через вікна (бокове освітлення) і світловими ліхтарями (верхнє освітлення). Розміри вікон дільниць повинні бути кратними: висота - 600 мм і ширина - 1000 мм. Відповідно цьому розміри вікон приймають по висоті 1,2; 2,4; 3,6 м, а по ширині - 1,5; 2,0; 3,0; 4,0 м, що забезпечує рівні відстані між ними. Інколи застосовують стрічкове освітлення.

Для забезпечення доступу до агрегатів, вузлів, систем і механізмів, розташованим знизу рухомого складу, в процесі виконання робіт по ремонту слід використовувати переважно підлогові пости, які обладнанні механізованими пристроями (гідравлічні і електричні підйомники, пересувні стійки, опрокидувачі тощо). В окремих випадках у відповідності з вимогами технологічного процесу допускається використовувати оглядові канали. Розміри оглядових каналів залежать від типу рухомого складу. Ширина каналу - 0,9...1,2 м, довжина каналу повинна бути на 1,0...1,5м більше габаритної довжини автомобіля, глибина - 1,2...1,4 м.

При розробці об'ємно-планувальних рішень необхідно передбачити заходи по вентиляції, протипожежній безпеці виробничих приміщень і охорони навколишнього середовища» [37].

5.2 Організація виконання робіт на дільниці відновлення первинного валу

«Після розбирання і миття деталей потрапляє на дільницю. Тут вона проходить

дефекацію, де її ретельно оглядають та піддають контролю геометричним розмірам. Контроль здійснюється візуально, а також з допомогою спеціальних приладів та інструменту.

Робітники на гальванічному устаткуванні забезпечуються спеціальним обладнанням та спецодягом. Основне і допоміжне обладнання розташоване в певній послідовності, так, що переміщення деталей відбувається по найкоротшій відстані. На дільниці розроблені умови для безпечної роботи з їдкими розчинами та кислотами.

Після насталування деталі перевіряють на твердість. Якщо твердість деталі менша ніж у нової, то її піддають гартуванню. Обладнання між собою розташоване на найкоротших відстанях і переміщення деталей відбувається згідно з технологічним маршрутом. Гальванічне і шліфувальне устаткування розташоване одне біля одного.

Наступним кроком є механічна обробка, де деталь піддають чорновому та чистовому шліфуванню. Після обробки деталь контролюється та віддається на комплектацію та інші операції » [37].

5.3 Розрахунок трудомісткості ремонтних робіт на дільниці по відновленню первинних валів розподільних коробок

Використовуючи норми часу на виконання технологічних операцій відновлення деталі та перевірши їх в години, отримуємо трудомісткість робіт на дільниці. Отримані дані заносимо до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Назва операцій і трудомісткість робіт, які виконуються на дільниці відновлення первинних валів

Назва операцій, які виконуються на дільниці	Норма часу на виконання операції, год.
005 Дефектувальна	0,167
010 Шліфувальна	0,575
015 Мийна	0,173
020 Гальванічна	0,9
025 Шліфувальна	0,578
030 Контрольна	0,167
Всього	2,56

Знаючи програму ремонту на підприємстві, можемо визначити річну трудомісткість робіт за формулою:

$$T = t \cdot N = 2,56 \cdot 2000 = 5120 \text{ люд-год.}, \quad (5.1)$$

де t – норма часу на ремонт однієї деталі, год.

N – програма ремонту, шт.

Роботи виконанні на дільниці і трудомісткість перемножуємо на програму ремонту і отримані дані заносимо до таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Розподіл трудомісткості ремонту за видами робіт

Види робіт, які виконуються на дільниці	Трудомісткість робіт, люд-год.
Дефектувальні	334

Шліфувальні	2306
Мийні	346
Гальванічні	1800
Контрольні	334
Всього	5120

5.4 Розрахунок фондів часу

«Знаходимо номінальний річний фонд часу працівників при п'яти робочих днях у тижні:

$$\Phi_n = D_p \cdot n - D_n \cdot (n - n_1), \quad (5.2)$$

де D_p – кількість робочих днів у році, $D_p=249$ день (згідно листа Міністерства праці та соціальної політики України "Про розрахунок норми тривалості робочого часу на 2022 рік");

n – тривалість зміни, $n=8$ год;

D_n – кількість передсвяткових днів, $D_n=4$ дні;

n_1 – тривалість зміни у передсвяткові дні, $n_1=7$ год.

$$\Phi_n = 251 \cdot 8 - 4 \cdot (8 - 7) = 2004 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу працівників розраховуємо за формулою:

$$\Phi_d = [\Phi_n - (d_v + d_y + d_d + d_n) \cdot t_z], \quad (5.3)$$

де d_v – кількість днів відпустки, $d_v=28$ дні;

d_y – кількість відпускних днів робітникам, які навчаються в вечірніх і заочних навчальних закладах, (10...15% від робочих днів у році), $d_y=15$ днів;

d_d – кількість днів декретної відпустки (1,3...1,6% від робочих днів у році), $d_d=2$ дні;

d_z – кількість днів невиходу на роботу, яка складає приблизно 0,15-0,3% від кількості робочих днів року, $d_z=1$ день;

d_n – кількість інших невиходів на роботу (складає $\approx 0,5\%$ від кількості робочих днів року), $d_n=1$ день;

t_z – тривалість зміни, $t_z=8$ год.

$$\Phi_d = [2004 - (28 + 15 + 2 + 1 + 1) \cdot 8] = 1628 \text{ год.}$$

Розраховуємо річний фонд часу робочого місця.

$$\Phi_{pm} = \Phi_n \cdot n_p \cdot z, \quad (5.4)$$

де n_p – кількість робочих одночасно працюючих на одному робочому місці.

Приймаємо $n_p=1$.

z – число робочих змін, $z=1$.

$$\Phi_{pm} = 2004 \cdot 1 \cdot 1 = 2004 \text{ год.}$$

Річні фонди часу обладнання розподіляють на номінальний та дійсний.

Номінальний фонд розраховуємо за формулою:

$$\Phi_{on} = \Phi_n \cdot c = 2004 \cdot 1 = 2004 \text{ год.}$$

Дійсний фонд роботи обладнання

$$\Phi_{od} = \Phi_n \cdot c \cdot \eta = 2004 \cdot 1 \cdot 0,97 = 1944 \text{ год.}$$

де η – коефіцієнт, який характеризує використання обладнання за часом. При однозмінній роботі приймаємо $\eta=0,97$ » [37].

5.5 Розрахунок кількості робітників, обладнання та площі ділянки

Явочну кількість робітників на дільниці:

$$P_{\text{я}} = \frac{T}{\Phi_{\text{н}} \cdot K}, \quad P_{\text{с}} = \frac{T}{\Phi_{\text{д}} \cdot K}, \quad (5.5)$$

де T – трудомісткість робіт, люд-год.;

$\Phi_{\text{н}}$, $\Phi_{\text{д}}$ – номінальний та дійсний фонд часу, год.;

K – коефіцієнт перевиконання норм виробітку ($K=1,05 \dots 1,15$);

$$P_{\text{я}} = \frac{5120}{1753 \cdot 1,1} = 2,66 \text{ чол.}; \text{ Приймаємо } P_{\text{я}} = 3 \text{ чол.}$$

$$P_{\text{с}} = \frac{5120}{1515 \cdot 1,1} = 3,07 \text{ чол.}; \text{ Приймаємо } P_{\text{с}} = 3 \text{ чол.}$$

Кількість допоміжних робітників складає 10...15% від кількості виробничих робітників.

$$P_{\text{доп}} = 0,1 \cdot P_{\text{с}} = 0,1 \cdot 3 = 0,3; \quad (5.6)$$

Приймаємо $P_{\text{доп}} = 1 \text{ люд.}$

Кількість керівників, службовців і спеціалістів приймають у відсотках від суми виробничих і допоміжних робітників відповідно 2...10%.

$$P_{\text{кер}} = 0,09 \cdot (P_{\text{осн}} + P_{\text{доп}}) = 0,09 \cdot (3 + 1) = 0,36; \quad (5.7)$$

Приймаємо $P_{\text{кер}} = 1 \text{ люд.}$

$$P_{\text{служ}} = 0,03 \cdot (P_{\text{осн}} + P_{\text{доп}}) = 0,03 \cdot (3 + 1) = 0,12; \quad (5.8)$$

Приймаємо $P_{\text{служ}} = 1 \text{ люд.}$

$$P_{\text{спец}} = 0,03 \cdot (P_{\text{осн}} + P_{\text{доп}}) = 0,03 \cdot (3 + 1) = 0,12; \quad (5.9)$$

Приймаємо $P_{\text{спец}} = 1 \text{ люд.}$

Визначаємо явочну і спискову кількість основних робітників за спеціальностями і заносимо до таблиці 5.3. Результати розрахунків зводимо в штатну відомість робітників дільниці ремонту первинних валів розподільної коробки табл. 5.4.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунку спискової і явочної кількості робітників по спеціальностях

Назва спеціальності робітників	Трудомісткість операцій, люд-год.	Дійсний річний фонд часу	Кількість робітників			
			Явочна $P_{\text{я}}$		За списком $P_{\text{с}}$	
			розрах.	прийн.	розрах.	прийн.
1	2	3	4	5	6	7
Шліфувальник	2306	1628	1,2	1	1,38	1
Гальванік	1800	1628	0,93	1	1,11	1
Слюсар	1014	1628	0,53	1	0,61	1
Всього				3	—	3

Таблиця 5.4 – Штатна відомість робітників і службовців дільниці відновлення первинних валів розподільної коробки

Назва професії	Кількість	Кількість робітників по розрядам			
		III	IV	V	VI
Шліфувальник	1	—	—	1	—
Гальванік	1	—	1	—	—
Слюсар	1	1	—	—	—
Всього робітників	3				
Допоміжні робітники	1				
Керівник	1				
Службовець	1				
Спеціаліст	1				
Всього	7				

Кількість робочих місць визначаємо за трудомісткістю ремонту первинних валів розподільної коробки на ТОВ "АТП 2004" м. Кропивницький.

$$N_{p.m} = \frac{T}{\Phi_{p.m}} = \frac{5120}{1753} = 2,92, \quad (5.10)$$

де T – річна трудомісткість робіт, люд-год.;

$\Phi_{p.m}$ – річний фонд часу робочого місця

Приймаємо $N_{p.m} = 3$ місця.

«Визначаємо основну кількість обладнання для дільниці по відновленню валів заднього валу відбору потужності.

Кількість одиниць основного обладнання визначаємо за формулою

$$P_{об} = \frac{T}{\Phi_{од} \cdot \eta_3}, \quad (5.11)$$

де T – трудомісткість робіт, виконаних даним обладнанням, год.;

$\Phi_{од}$ – дійсний річний фонд часу обладнання, год.;

η_3 – коефіцієнт завантаження обладнання ($\eta_3 = 0,85 \dots 0,95$).

Визначаємо необхідну кількість ванн для гальванічної операції за формулою (5.11)

$$P_{об.гал.} = \frac{T}{\Phi_{од} \cdot \eta_3} = \frac{1800}{1753 \cdot 0,9} = 1,14; \text{ Приймаємо } P_{об.гал.} = 1 \text{ ванна.}$$

Інше необхідне обладнання дільниці розраховуємо аналогічно за вищеведеною формулою (5.11). Підібране обладнання заносимо у відомість технологічного обладнання дільниці по відновленню первинних валів розподільної коробки потужності таблиця 5.5. » [37].

Таблиця 5.5 – Відомість технологічного обладнання дільниці відновлення первинних валів розподільної коробки

Найменування обладнання	Модель	Кількість, шт	Габаритні розміри, мм	Площа, м ²	Потужність, кВт	Балансова вартість, грн.
1	2	3	4	5	6	7
Генератор	АНД 1000/500	4	1477×685	1,012	6	5000
Стіл лабораторний	C3702-12	1	1250×800	1	—	1000
Стелаж секційний	2247	7	1400×450	0,7	—	800
Ванна для знежирювання	2239	1	1210×520	0,63	—	2000
Ванна для травлення	418-02	2	1300×1465	2,145	—	6200
Ванна для залізнення	0013-039 “Ремдеталь”	1	2500×800	2	8	20000
Ванна для хромування	0013-035 “Ремдеталь”	1	2800×900	6,72	12	30000
Ванна-влотлювач	2327	1	680×580	0,394	—	5000
Ванна для гарячої води	989	1	1250×980	1,225	—	3000
Ванна для холодної води	1-ШС-00-00	1	1350×414	0,559	—	2000
Верстат шліфувальний	ЗБ151	2	3100×2100	6,51	7	30000
Всього	—	—	—	38,786	58	161000

«До площ дільниці відносять площі, які займає основне обладнання з урахуванням переходів між ними, відстаней від стін, колон, проїздів з встановленими нормами, робочою зоною робітників. Площу дільниці відновлення первинних валів розподільної коробки визначаємо за формулою:

$$F_{об} = f_o \cdot K_z = 38,786 \cdot (3,0 \dots 4,0) = 116 \dots 155 \text{ м}^2, \quad (5.12)$$

де f_o – площа, яку займає все обладнання, об’єкти ремонту, м²;

K_z – коефіцієнт робочої зони ($K_z = 3,0 \dots 4,0$);

Приймаємо $F_{об} = 144 \text{ м}^2$.

Компонування дільниці виконується з метою забезпечення найкращих технологічних взаємозв’язків між операціями і дільницями цеху в цілому. Основним правилом при компонуванні дільниці є відповідність між транспортуванням деталей і виробничим процесом. » [37].

5.6 Енергетичні розрахунки на ділянці

5.6.1 Розрахунок силової електроенергії.

Розрахунок річної потреби в електроенергії здійснюється методом визначення навантажень за коефіцієнтом попиту.

Для кожної групи електроприймачів визначається активна потужність за формулою:

$$P_a = K_c \cdot \sum P_{уст}, \quad (5.13)$$

де K_c – коефіцієнт попиту;

$\sum P_{уст}$ – сумарна устаткована потужність групи електроприладів, кВт.

Електродвигуни металорізальних верстатів: $P_a = 0,2 \cdot 14 = 2,8$ кВт.

Нагрівальні пристрої: $P_a = 0,2 \cdot (12 + 8) = 4$ кВт.

Генератори: $P_a = 0,2 \cdot (4 \cdot 6) = 4,8$ кВт.

Річна потреба в електроенергії визначається за формулою:

$$W = \sum P_a \cdot \Phi_{од} \cdot \eta_3, \quad (5.14)$$

де $\Phi_{од}$ – дійсний річний фонд часу обладнання, год.;

η_3 – коефіцієнт завантаження обладнання за часом ($\eta_3 = 0,75 \dots 0,8$).

Річна потреба в електроенергії, яку споживає ділянка

$$W = (2,8 + 4 + 4,8) \cdot 1753 \cdot 0,8 = 16267,84 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

За середні витрати освітлюваної енергії приймають 15 Вт на один метр площі підлоги.

5.6.2 Розрахунок пари і палива на ділянці.

«Витрати пари і палива на опалення і вентиляцію визначаємо із розрахунку компенсування теплових витрат будівлі. Ці витрати приймаються в межах 15...20 ккал/год на 1 м³ будівлі.

Річна потреба пари і палива на опалення і вентиляцію ділянки в тонах відповідно складає

$$Q_{\text{пари}} = \frac{q_T \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000}, \quad (5.15)$$

де q_T – витрати палива на 1 м³ будівлі в ккал/год.;

H – кількість годин в опалювальному періоді ($H = 4320$ год.);

V – об'єм приміщень ділянки, м³;

$$V = F \cdot h = 144 \cdot 4 = 576 \text{ м}^3;$$

i – теплота випаровування в ккал/год. (540 ккал/год.);

$$Q_{\text{пари}} = \frac{q_T \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000} = \frac{20 \cdot 4320 \cdot 576}{540 \cdot 1000} = 92,16 \text{ м}^3.$$

$$Q_{\text{пал}} = \frac{q_T \cdot H \cdot V}{\kappa \cdot 1000 \cdot \eta_{\kappa}}, \quad (5.16)$$

де κ – теплова здатність палива ($\kappa = 7000$ ккал/кг);

η_k – коефіцієнт корисної дії котельної установки ($\eta_k=0,75$).

$$Q_{\text{пал}} = \frac{q_T \cdot H \cdot V}{k \cdot 1000 \cdot \eta_k} = \frac{20 \cdot 4320 \cdot 576}{7000 \cdot 1000 \cdot 0,75} = 9,48 \text{ т.}$$

5.6.3 Розрахунок природного та штучного освітлення дільниці

При розрахунку природного освітлення дільниці підбираються відповідні віконні прорізи. Розрахунок площі оскління, яка забезпечує нормальну освітленість визначається за умови комбінованого освітлення через світлові ліхтарі на даху і через вікна за формулою:

$$S = \frac{F \cdot e_{\text{ср}} \cdot \eta_o}{100 \cdot \tau_o \cdot r_B \cdot k}, \quad (5.17)$$

де F – площа дільниці, ($F=144 \text{ м}^2$);

$e_{\text{ср}}$ – нормована середня освітленість, ($e_{\text{ср}}=5$);

η_o – світлова характеристика вікна ($\eta_o=9$);

τ_o – загальний коефіцієнт світло пропускання ($\tau_o=0,35$);

r_B – коефіцієнт враховуючий вплив відбитого світла ($r_B=2,4$);

k – коефіцієнт враховуючий затінення вікон, ($k=1,7$).

$$S = \frac{F \cdot e_{\text{ср}} \cdot \eta_o}{100 \cdot \tau_o \cdot r_B \cdot k} = \frac{144 \cdot 5 \cdot 9}{100 \cdot 0,35 \cdot 2,4 \cdot 1,7} = 45,4 \text{ м}^2.$$

Площа скління дільниці складає $S=45,4 \text{ м}^2$.

Кількість ламп необхідних для штучного освітлення дільниці визначаємо за формулою:

$$n = \frac{E_{\phi} \cdot F \cdot k}{F_o \cdot \eta}, \quad (5.18)$$

де E_{ϕ} – середня освітленість на агрегатній дільниці ($E_{\phi}=60$ люмен);

F – площа дільниці, ($F=144 \text{ м}^2$);

k – коефіцієнт запасу освітленості ($k=1,5 \dots 1,8$);

F_o – світловий потік кожної лампи ($F_o=1500$ люмен, потужність 80 Вт).

η – коефіцієнт використання світлового потоку ($\eta=0,2 \dots 0,54$).

$$n = \frac{60 \cdot 144 \cdot 1,6}{1500 \cdot 0,4} = 23,04 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n=23$ люмінесцентні лампи денного освітлення типу ЛБ;.

Щоб уникнути стробоскопічного ефекту, який може мати місце при використанні люмінесцентних ламп, поєднуємо в один світильник по дві лампи. Загальне число світильників на ділянці $n=12$ світильників. » [37].

6.1 Вибір варіанту технологічної собівартості відновлення деталей

«Вибір технологічної собівартості відновлення деталей, грн.

$$C_{техн} = a \cdot N + в, \quad (6.1)$$

де a – змінні витрати;

$в$ – умовно постійні витрати;

N – річна програма відновлення деталей.

6.1.1 Визначення змінних витрат, грн.

$$a = B_m + B_{те} + B_{с.е} + З_{од} + B_{соц} + B_{ро} + B_{дм} + B_{пр} + C_n, \quad (6.2)$$

де B_m – вартість основних і допоміжних матеріалів;

$B_{те}$ – витрати на енергію технологічну;

$B_{с.е}$ – витрати на енергію силову;

$З_{од}$ – основна і додаткова заробітна плата;

$B_{соц}$ – відрахування на соціальні заходи;

$B_{ро}$ – витрати на ремонт обладнання;

$B_{дм}$ – витрати на допоміжні матеріали;

$B_{пр}$ – витрати на експлуатацію універсальних пристосувань;

C_n – витрати на експлуатацію приміщення.

Визначення вартості основних і допоміжних матеріалів, які використовуються під час відновлення деталі дорівнює:

$$B_m = M \cdot Ц_m \cdot \alpha_m, \quad (6.3)$$

де $Ц_m$ – ціна матеріалу;

α_m – коефіцієнт, який враховує транспортно-заготівельні витрати;

M – маса матеріалу на відновлення деталі, кг.

Визначення витрат матеріалів на настальовальні операції, кг

$$M = A_m \cdot H_{нит}, \quad (6.4)$$

де A_m – маса металу, який витрачається;

$H_{нит}$ – питома вага порошку для настальовання на 1 кг осадженого матеріалу.

$$A_m = \frac{S \cdot h \cdot \gamma}{1000}, \quad (6.5)$$

де S – площа настальовання, дм^2 ;

h – товщина осадженого металу, мм ;

γ – питома вага осадженого металу, г/см^3 ;

$$A_m = \frac{162 \cdot 0,48 \cdot 7,8}{1000} = 0,61 \text{ кг.}$$

$$M = 0,61 \cdot 7,8 = 4,76 \text{ кг.}$$

$$B_m = 4,76 \cdot 17 \cdot 0,05 = 4,05 \text{ грн.} \text{ » [11-12].}$$

Витрати на технологічну енергію:

$$B_{me} = N_{уст} \cdot K_N \cdot K_v \cdot \frac{t_{um}}{60} \cdot C_e, \quad (6.6)$$

де $N_{уст}$ – потужність електроустановки, кВт;

K_N, K_v – коефіцієнти завантаження відповідно за потужністю і часом;

t_{um} – час нагріву деталі, хв.;

C_e – ціна витрачаємої електроенергії за 1 кВт-год, грн.

$$B_{me} = 4 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot \frac{15}{60} \cdot 1,44 = 0,81 \text{ грн.}$$

Витрати на силову енергію:

$$B_{se} = \frac{N_y \cdot K_o \cdot K_N \cdot K_z}{\eta_m \cdot \eta_c} \cdot \frac{t_{um}}{60} \cdot C_e, \quad (6.7)$$

де N_y – потужність обраного електродвигуна установки, кВт;

K_o – коефіцієнт одночасної роботи наявних моторів (0,65...0,8);

K_N – коефіцієнт завантаження установки за потужністю (0,4...0,6);

K_z – коефіцієнт, що враховує завантаження електродвигунів за часом;

t_{um} – штучний час, хв.;

η_m – ККД моторів (0,86...0,9);

η_c – коефіцієнт, який враховує затрати електроенергії (0,92...0,96).

$$B_{se}^B = \frac{8 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,4}{0,9 \cdot 0,95} \cdot \frac{45}{60} \cdot 1,45 = 2,56 \text{ грн.}$$

$$B_{se}^{3an} = \frac{2,8 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,4}{0,9 \cdot 0,95} \cdot \frac{13}{60} \cdot 1,45 = 0,145 \text{ грн.}$$

Заробітна плата:

$$Z_{od} = \sum_{i=1}^m l_{zod} \cdot \frac{t_{umi}}{60} \cdot (1 + 0,01 \cdot \alpha) \cdot (1 + 0,01 \cdot \beta), \quad (6.8)$$

де m – число операцій згідно технологічного процесу відновлених деталей;

l_{zod} – погодинна тарифна ставка, грн/год.;

t_{umi} – штучний час на виконання i -ї операції, хв.;

α, β – відсотки додаткової заробітної плати за відпрацьований і невідпрацьований час відповідно, % (α : 20...25%, β : 12...20%).

$$Z_{od}^B = 11,98 \cdot \frac{20,9}{60} + 13,27 \cdot \frac{23}{60} + 11,98 \cdot \frac{18,75}{60} + 13,27 \cdot \frac{11,56}{60} + 11,98 \cdot \frac{0,15}{60} + 11,98 \cdot \frac{45}{60} + 13,27 \cdot \frac{26,19}{60} \times (1 + 0,01 \cdot 20)(1 + 0,01 \cdot 15) = 44,45 \text{ грн.}$$

$$Z_{od}^{3an} = 13,27 \cdot \frac{76,875}{60} \cdot (1 + 0,01 \cdot 20)(1 + 0,01 \cdot 15) = 39,97 \text{ грн.}$$

Відрахування до єдиного соціального внеску:

$$B_{соц} = \frac{K_{соц} \cdot 3_{од}}{100}, \quad (6.9)$$

де $K_{соц}$ – процент відрахувань на соціальний захист.

$$B_{соц}^B = \frac{37 \cdot 44,45}{100} = 16,45 \text{ грн.}, \quad B_{соц}^{Зан} = \frac{37 \cdot 39,97}{100} = 14,79 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт обраного обладнання:

$$B_{ро} = \frac{W \cdot R \cdot K_e \cdot t_{ум}}{T_{рц} \cdot 60}, \quad (6.10)$$

де W – загальні витрати на ремонт і обслуговування за ремонтний цикл;

R – група ремонтної складності механічної частини наявного обладнання;

K_e – коефіцієнт витрати на ремонт електричного обладнання;

$T_{рц}$ – тривалість міжремонтного циклу обладнання, год.

$$B_{ро}^B = \frac{360 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 148,55}{10000 \cdot 60} = 1,16 \text{ грн.}, \quad B_{ро}^{Зан} = \frac{360 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 76,875}{10000 \cdot 60} = 0,6 \text{ грн.}$$

Витрати на допоміжні матеріали:

$$B_{дм} = \frac{M_{зд} \cdot R \cdot t_{ум}}{60} \cdot K_{тв}, \quad (6.11)$$

де $M_{зд}$ – погодинні витрати на інші матеріали;

R – категорії складності ремонту механічної частини наявного устаткування;

$K_{тв}$ – коефіцієнт, який залежить від типу виробництва.

$$B_{дм}^B = \frac{0,4 \cdot 7 \cdot 148,55}{60} \cdot 0,1 = 0,69 \text{ грн.}, \quad B_{дм}^{Зан} = \frac{0,4 \cdot 7 \cdot 76,875}{60} \cdot 0,1 = 0,36 \text{ грн.}$$

Витрати на експлуатацію універсальних пристосувань:

$$B_{пр} = \frac{(0,6 \dots 0,7) \cdot Ц_{пр} \cdot t_{ум}}{60 \cdot F_{дрм} \cdot \eta_{нз}}, \quad (6.12)$$

де $Ц_{пр}$ – первісна вартість пристосування, грн.;

0,6...0,7 – коефіцієнт, який враховує норму амортизації і витрат на протязі експлуатації.

$$B_{пр}^B = \frac{0,6 \cdot 5000 \cdot 23}{60 \cdot 1944 \cdot 0,93} = 0,71 \text{ грн.}, \quad B_{пр}^{Зан} = \frac{0,6 \cdot 5000 \cdot 13}{60 \cdot 1944 \cdot 0,93} = 0,4 \text{ грн.}$$

Величина амортизаційних відрахувань на відновлення універсального обладнання:

$$B_{пр} = \frac{\Phi_{бал} \cdot H_a \cdot t_{ум}}{60 \cdot F_{дрм} \cdot \eta_{нз} \cdot 100}, \quad (6.13)$$

де $\Phi_{бал}$ – балансова вартість устаткування;

H_a – норма річних амортизаційних відрахувань на заміну обладнання, %.

$$B_{np}^B = \frac{50000 \cdot 35 \cdot 35}{60 \cdot 1944 \cdot 0,93 \cdot 100} = 6,26 \text{ грн.}, \quad B_{np}^{3an} = \frac{50000 \cdot 35 \cdot 28}{60 \cdot 1944 \cdot 0,93 \cdot 100} = 5 \text{ грн.}$$

6.1.2 Визначення витрат на експлуатацію приміщення

$$C_n = \frac{S_{nit} \cdot K_f \cdot C_{nl} \cdot t_{шт}}{F_{дрм} \cdot 60 \cdot \eta_{нз}}, \quad (6.14)$$

де S_{nit} – виробнича площа в плані, що зайнята одним обладнанням, м²;

K_f – коефіцієнт, що враховує додаткову виробничу площу;

C_{nl} – річні витрати, використання 1 м² виробничого приміщення, грн.

$$C_n^B = \frac{7,14 \cdot 2,5 \cdot 20 \cdot 148,55}{1944 \cdot 60 \cdot 0,9} = 0,56 \text{ грн.}, \quad C_n^{3an} = \frac{6 \cdot 2,5 \cdot 20 \cdot 76,875}{1944 \cdot 60 \cdot 0,9} = 0,24 \text{ грн.}$$

$$a^B = 2,56 + 44,45 + 16,45 + 1,16 + 0,69 + 0,71 + 6,26 + 0,56 = 72,8 \text{ грн.}$$

$$a^{3an} = 4,05 + 0,81 + 0,145 + 39,97 + 14,79 + 0,6 + 0,36 + 0,4 + 5,0 + 0,24 = 66,4 \text{ грн.}$$

6.1.3 Визначення умовно-постійних витрат

$$v = B_{нал}, \quad (6.15)$$

де $B_{нал}$ – витрати на налагоджування устаткування на одній операції, грн.

$$B_{нал} = \frac{t_{нз}}{60} \cdot l_{год} \cdot k, \quad (6.16)$$

де $t_{нз}$ – підготовчо-заклучний час на даній операції, хв.;

$l_{год}$ – годинна тарифна ставка налагоджувальника певного розряду, грн.;

k – кількість переналагоджувань за рік.

$$B_{нал}^B = \frac{23}{60} \cdot 13,27 \cdot 24 = 122 \text{ грн.}, \quad B_{нал}^{3an} = \frac{16}{60} \cdot 13,27 \cdot 24 = 85 \text{ грн.}$$

$$C_{техн}^B = 72,8 \cdot 2000 + 122 = 145722 \text{ грн.}$$

$$C_{техн}^{3an} = 66,4 \cdot 2000 + 85 = 132885 \text{ грн.}$$

$$E = C_{техн}^B - C_{техн}^{3an} = 145722 - 132885 = 12837 \text{ грн.}$$

6.2 Ефект від модернізації пристосування для повертання валів

6.2.1 Визначення собівартості модернізації пристосування дорівнює:

$$C_y = B_n + B_m + B_{мв} + B_{пв} + \Sigma B_{те} + \Sigma B_{с.е} + \Sigma Z_{од} + \Sigma B_{соц} + \Sigma P_{уст} + Ц_v, \quad (6.17)$$

де B_n – витрати на проектування конструкції;

B_m – витрати на розробку технології виготовлення;

$B_{мв}$ – вартість основних і допоміжних матеріалів;

$B_{пв}$ – вартість покупних виробів;

ΣB_{me} – сумарні витрати на енергію технологічну;
 $\Sigma B_{c.e}$ – сумарні витрати на енергію силову;
 ΣZ_{od} – сумарна основна і додаткова заробітна плата;
 $\Sigma B_{соц}$ – сумарні відрахування на соціальні заходи;
 $\Sigma P_{уст}$ – сумарні витрати на утримання і експлуатацію устаткування;
 Π_6 – загальногосподарські витрати.

6.2.2 Визначення витрат на модернізацію конструкції

$$B_n = T_{кон} \cdot Z_{сг} \cdot (1 + 0,01 \cdot K_{соц}) \cdot (1 + 0,01 \cdot \Pi_{св}), \quad (6.18)$$

де $T_{кон}$ – сумарна трудомісткість проектно-конструкторських робіт, год.;

$Z_{сг}$ – середньогодинна заробітна плата конструкторів, грн.;

$\Pi_{св}$ – процент загальногосподарських витрат.

$$B_n = 22 \cdot 15 \cdot (1 + 0,37) \cdot (1 + 1,5) = 1130 \text{ грн.}$$

6.2.3 Визначення витрат на розробку технології виготовлення

$$B_m = T_m \cdot Z_{сг} \cdot \left(1 + 0,01 \cdot K_{соц}\right) \cdot \left(1 + 0,01 \cdot \Pi_{св}\right), \quad (6.19)$$

де T_m – сумарна трудомісткість розробки технології виготовлення, год.;

$$B_m = 18 \cdot 13 \cdot (1 + 0,37) \cdot (1 + 1,5) = 801 \text{ грн.}$$

6.2.4 Визначення вартості основних і допоміжних матеріалів, які використовуються під час модернізації установки наведено в табл. 6.1

Таблиця 6.1 – Вартість основних і допоміжних матеріалів, які використовуються під час модернізації установки

Назва деталей	Маса, кг	Матеріал	Ціна, грн.	α_T	Вартість, грн.
Корпус	11	Ст3	7	1,2	154,4
Колесо храпове	8,5	Ст3	7	1,2	119,3
Шток-рейка	5,5	Ст3	7	1,2	77,2
Втулка	0,35	Ст3	7	1,2	4,9
Вісь	1,5	Ст3	7	1,2	21,1
Всього					377

$$B_M = \Sigma M \cdot \Pi_M \cdot \alpha_m, \quad (6.20)$$

де Π_M – ціна матеріалу;

α_m – коефіцієнт, який враховує транспортно-заготівельні витрати;

M – маса матеріалу, кг.

6.2.5 Визначення вартості покупних виробів, які використовуються під час модернізації установки

$$B_{nv} = \Sigma n \cdot \Pi_M \cdot \alpha_m, \quad (6.21)$$

де C_m – ціна покупних виробів;

n – кількість покупних виробів певного найменування.

Таблиця 6.2 – Вартість покупних виробів, які використовуються під час модернізації установки

Найменування	Кількість	Ціна, грн.	α_T	Вартість, грн.
Гвинт	2	2,2	1,2	5,3
Гайка	2	1,7	1,2	4,0
Пружина	1	9	1,2	10,8
Болт	4	2,5	1,2	12
Всього				32,1

$$C_y = 1130 + 801 + 377 + 32,1 = 2340,1 \text{ грн.}$$

6.2.6 Визначення балансової вартості модернізації установки:

$$B_v = K_n \cdot C_y, \quad (6.22)$$

де K_n – коефіцієнт переводу у балансову вартість (1,1...1,3).

$$B_v = 1,2 \cdot 2340,1 = 2808,1 \text{ грн.}$$

6.2.7 Визначення річного економічного ефекту від модернізації установки:

$$E_p = (C_y^B - C_y^3) \cdot N, \quad (6.23)$$

де C_y^B, C_y^3 – собівартість операції провертання валу на базовому і

модернізованому пристосуванні;

N – кількість деталей, що виконуються за допомогою установки за рік.

Собівартість провертання дорівнює:

$$C_{v_{pr}} = 3o + 3\partial + B_{\partial p} + 3_{\partial v} \quad (6.24)$$

де $3o$ – заробітна плата основна;

3∂ – заробітна плата додаткова;

$B_{\partial p}$ – відрахування до єдиного соціального внеску;

$3_{\partial v}$ – загальновиробничі витрати;

Собівартість провертання на базовій установці.

Заробітна плата:

Основна:

$$3o = 3_{\text{тар}} \cdot \frac{t_{\text{шт}}}{60} = 13,27 \cdot \frac{5,6}{60} = 1,24 \text{ грн.}$$

Додаткова:

$$3\partial = (0,2 + 0,15) \cdot 3o = 0,35 \cdot 1,24 = 0,43 \text{ грн.}$$

Відрахування до єдиного соціального внеску:

$$B_{\partial p} = 0,37 \cdot (3o + 3\partial) = 0,37 \cdot (1,24 + 0,43) = 0,62 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати:

$$3_{\partial v} = \frac{150}{100} \cdot (1,24 + 0,43) = 2,51 \text{ грн.}$$

Визначення собівартості операції на модернізованій установці.

Заробітна плата:

Основна:

$$Z_o = Z_{\text{мар}} \cdot \frac{t_{\text{шт}}}{60} = 13,27 \cdot \frac{3,1}{60} = 0,69 \text{ грн.}$$

Додаткова:

$$Z_d = (0,2 + 0,15) \cdot Z_o = 0,35 \cdot 0,69 = 0,24 \text{ грн.}$$

Відрахування до єдиного соціального внеску:

$$Відр = 0,37 \cdot (Z_o + Z_d) = 0,37 \cdot (0,69 + 0,24) = 0,34 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати:

$$Z_{\text{зв}} = \frac{150}{100} \cdot (0,69 + 0,24) = 1,4 \text{ грн.}$$

Тоді собівартість провертання валу до модернізації дорівнює:

$$C_{\text{в}}^{\text{д}} = 1,24 + 0,43 + 0,62 + 2,51 = 4,8 \text{ грн.}$$

Після модернізації:

$$C_{\text{в}}^{\text{м}} = 0,69 + 0,24 + 0,34 + 1,4 = 2,57 \text{ грн.}$$

Річна економія:

$$E_p = (4,8 - 2,57) \cdot 2000 = 4260 \text{ грн.}$$

Термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{2808,1}{4260} = 0,66 \text{ року.}$$

7.1 Система управління охороною праці на ТОВ «АТП-2004» м. Кропивницький

Основою організації та функціонування "Системи управління охороною праці в організації" є положення про СУОП, що розробляється в організації та затверджується наказом роботодавця з урахуванням думки працівників (представницького органу). Створення та забезпечення функціонування СУОП в організації здійснюється роботодавцем головним чином за допомогою створення умов та відповідних процедур для забезпечення дотримання існуючих державних нормативних вимог охорони праці. Із цього треба виходити!

Завдання роботодавця у зв'язку з цим – розробляти та здійснювати відповідні організаційні та інші заходи (процедури), спрямовані на забезпечення виконання чинних нормативних вимог щодо охорони праці з урахуванням специфіки своєї діяльності, за принципом: "що, хто, коли, як". Наприклад: як організувати проведення медичних оглядів працівників, хто і за що відповідатиме, які терміни, яка потрібна документація, з ким укласти договори тощо. Або, скажімо: як організувати розробку інструкцій з охорони праці, хто їх писатиме, як видавати, контролювати виконання, переробляти тощо. Безумовно, цю систему, як і будь-які інші управлінські дії, слід, як вимагає СУОП, постійно вдосконалювати та контролювати.

Крім того, СУОП повинна включати визначення обов'язків з охорони праці для всіх учасників виробничого процесу конкретного підприємства: для керівника підприємства, його заступників, головних фахівців за напрямками діяльності, для керівників всіх структурних підрозділів, начальників цехів, відділів, майстрів, бригадирів; а також для спеціалістів з охорони праці, начальника служби охорони праці (якщо він є) та, звичайно, для працівників.

Третій, дуже важливий напрямок СОУТ – організація роботи з професійними ризиками, що виникають у процесі виробничої діяльності підприємства. Йдеться про розробку певних процедур виявлення та своєчасного усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що виникають у робочих зонах, які можуть призвести до травми або професійного захворювання, а також про виявлення та усунення ризиків організаційного плану, що сприяють виникненню нещасних випадків (відсутність інструкцій з охорони праці). непроведення інструктажів, медичних оглядів тощо).

Нам здається, що ці три напрямки – головне у СУОП. Саме вони вигідно відрізняють аналізовану СУОП від усіх спроб, що раніше робилися, народити хоч якусь працюючу систему управління охороною праці. Але й у цьому випадку не обійшлося без порожніх накруток, які знижують якість СУОП, що викликають роздратування у фахівців своєю політизованістю, нікчемністю. Нижче наведено розділи, які рекомендує включати Типове положення про СУОП: політика роботодавця у галузі охорони праці; цілі роботодавця у галузі охорони праці; контроль функціонування СУОП та моніторинг реалізації процедур; планування покращень функціонування

СУОП; управління документами СУОП; забезпечення функціонування СУОП (розподіл обов'язків у сфері охорони праці між посадовими особами роботодавця); процедури, створені задля досягнення цілей роботодавця у сфері охорони праці (далі – процедури); планування заходів щодо реалізації процедур; реагування на аварії, нещасні випадки та професійні захворювання та ін.

З урахуванням структури управління, прийнятої у конкретній організації, роботодавцем мають бути встановлені обов'язки у сфері охорони праці для всіх працівників підприємства. Державними нормативними вимогами ці обов'язки не встановлюються, це прерогатива роботодавця. Розмежування обов'язків та повноважень у сфері охорони праці між керівництвом підприємства, керівниками структурних підрозділів, працівниками служб охорони праці, рядовими працівниками дозволяє краще організувати цю роботу. Завжди знаєш, з кого і що можна запитати і в разі чого – до кого слід звернутись. Та й наглядовим органам легше орієнтуватися під час контрольних перевірок та встановлення винних у якихось порушеннях.

Обов'язки роботодавця, що виконуються особисто та через своїх заступників та керівників структурних підрозділів: гарантує права працівників на охорону праці, включаючи забезпечення умов праці, що відповідають вимогам охорони праці; організує ресурсне забезпечення заходів щодо охорони праці; організує безпечну експлуатацію виробничих будівель, споруд, обладнання, безпеку технологічних процесів та використовуваних у виробництві сировини та матеріалів; вживає заходів щодо запобігання аваріям, збереженню життя та здоров'я працівників та інших осіб при виникненні таких ситуацій, у тому числі заходів щодо надання постраждалим першої допомоги; забезпечує дотримання режиму праці та відпочинку працівників; забезпечує своєчасне страхування працівників від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань, професійних ризиків; забезпечує створення та функціонування СУОП; визначає відповідальність своїх заступників, керівників структурних підрозділів та служби (фахівця) охорони праці за діяльність у галузі охорони праці; забезпечує комплектування служби охорони праці кваліфікованими спеціалістами; керує розробкою організаційно-розпорядчих документів та розподіляє обов'язки у сфері охорони праці між своїми заступниками, керівниками структурних підрозділів та службою (фахівцем) охорони праці; організує проведення за рахунок власних коштів обов'язкових попередніх (при надходженні на роботу) та періодичних

(протягом трудової діяльності) медичних оглядів, психіатричних оглядів, хіміко-токсикологічних досліджень працівників (за потреби); забезпечує дотримання встановленого порядку навчання та професійної підготовки працівників, включаючи підготовку з охорони праці, з урахуванням підтримки необхідного рівня компетентності для виконання службових обов'язків щодо забезпечення охорони праці; допускає до самостійної роботи осіб, які задовольняють відповідним кваліфікаційним вимогам та не мають медичних протипоказань до зазначеної роботи; забезпечує придбання та видачу за рахунок власних засобів спеціального одягу, спеціального взуття та інших ЗІЗ, що змивають та знешкоджують коштів відповідно до умов праці та відповідно до типових норм їх видачі; забезпечує придбання та функціонування засобів колективного захисту тощо.

7.2 Вимоги безпеки під час відновлення деталей гальванічним методом

Процеси гальванічних покриттів є складними комплексами операцій з використанням різноманітного складного обладнання: автоматів, напівавтоматів, барабанів, дзвонів, джерел струму, ванн з паровим, електричним та іншими підігрівачами об'ємом 1-50 м³ і більше.

Живлення гальванічних ванн на сучасних підприємствах вимагає великої витрати електричної енергії (постійного електричного струму), крім того, потрібна значна кількість електроенергії для допоміжних операцій (змінний струм).

Гальванічні цехи на заводах з охорони праці є найбільш несприятливими, тому що технологічні процеси в них протікають з виділенням великої кількості пари, газів, аерозолів та пилу, що шкідливо діють на організм людини. В даний час використовується до 350 різних хімічних сполук та металів, серед них отруйні ціаністі сполуки, фосфорні солі, свинець, ртуть, хром, нікель, миш'як, мідь, їдкі хімічні речовини.

Більшість розчинів, що застосовуються в операціях хімічної та електрохімічної обробки, сильні кислоти (сірчана, фосфорна, хромово, соляна, азотна та ін.) та суміші їх, що обумовлює необхідність дотримання спеціальних заходів безпеки при поводженні з ними.

Робота в гальванічних цехах протікає, як правило, при підвищених вологості та температурі, при постійному шумі від електродвигунів, шліфувально-полірувальних верстатів, галтувальних барабанів та іншого обладнання.

Враховуючи шкідливість та небезпеку багатьох технологічних операцій, необхідно встановити характер та джерело можливих небезпек та при влаштуванні та утриманні цехів гальванічних покриттів передбачати відповідні заходи, які дозволяти б усувати причини травматизму та професійних захворювань.

До найважливіших заходів, що сприяють запобіганню можливого шкідливого впливу хімічних речовин і забезпечують безпеку роботи обслуговуючого персоналу при електрохімічній обробці, відносяться: механізація та автоматизація процесів; зміна складу середовища зниження її агресивності; будову раціональної вентиляції; застосування надійних огорожувальних пристроїв; використання індивідуальних захисних пристроїв, засобів захисту.

Відповідно до вимог процесу виробництва металевих покриттів, що наносяться електрохімічним і хімічним способами, а також анодним окисленням встановлюються загальні вимоги безпеки для всіх стадій виробництва покриттів. Відповідно до вимог при виробництві покриттів необхідно забезпечити: автоматизацію та герметизацію процесів, що є джерелом небезпечних та шкідливих виробничих факторів; механізацію та автоматизацію ручної праці; заміну токсичних та горючих речовин менш токсичними, нетоксичними та негорючими речовинами.

Слід пред'являти вимоги безпеки до таких технологічних процесів (операцій), як підготовка поверхні перед нанесенням покриттів, нанесення покриттів, обробка покриттів.

Обладнання, що застосовується при нанесенні покриттів, повинно відповідати вимогам ДСТУ; якість приладів, інструментів, пристроїв – відповідати ергономічним показникам. При застосуванні абразивного інструменту необхідно керуватися правилами та нормами безпеки роботи.

На повітря робочої зони виробничих приміщень повинні встановлюватися загальні санітарно-гігієнічні вимоги: за температурою, вологістю, швидкістю руху повітря та вмістом шкідливих речовин.

У вимоги до виробничих приміщень включено обов'язкове очищення від пилу при необхідності приміщень і повітроводів, щоб кількість зваженого в повітрі та осілого пилу не могла утворити вибухонебезпечну пилоповітряну суміш більше 1 % від обсягу приміщень.

Розташування обладнання у цехах (дільницях) нанесення покриттів має відповідати нормам технологічного проектування. Так, висота стаціонарних ванн від рівня майданчика обслуговування становить 0,85-1,00 м. Ультразвукові установки, що генерують шум, що перевищує встановлені гранично допустимі рівні, треба ізолювати. Рівні звукового тиску на робочих місцях враховуються вимогами з охорони праці. Класифікація, вимоги безпеки до санітарного обмеження вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони, контролю за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони – загальні вимоги безпеки при виробництві, застосуванні та зберіганні шкідливих речовин – встановлюються відповідно до вимог.

Засоби індивідуального захисту працюючих, що застосовуються у процесі нанесення покриттів, повинні відповідати загальним вимогам щодо охорони праці.

7.3 Розрахунок штучної вентиляції для приміщення

Вентиляція виробничих приміщень є одним із головних показників здорових умов праці, підвищення продуктивності робітників й запобігання небезпеки їх професійних захворювань .

Розрахунок вентиляції здійснюємо за такою послідовністю. Вибираємо вид вентиляції і відмічаємо кратність обміну повітря на дільниці. Кратність обміну повітря приймаємо $\kappa = 5$, при проектуванні вентиляції дільниці зварювання, загальнообмінну вентиляцію з годинною.

Продуктивність вентилятора, виходячи із об'єму приміщення та кратності обміну повітря визначаємо за виразом:

$$W_g = V_o \cdot \kappa, \quad (7.1)$$

де V_o – об'єм дільниці по відновленню валу, $V_o = F \cdot h = 144 \cdot 6,3 = 907 \text{ м}^3$

F – площа дільниці по відновленню валу, $F = 144 \text{ м}^2$;

h – висота приміщення дільниці, $h = 6,3 \text{ м}$;

κ – годинна кратність обміну повітря в дільниці, $\kappa = 5$.

$$W_g = 907 \cdot 5 = 4536 \text{ м}^3/\text{Г}$$

За розрахованою величиною сумарного обміну повітря обираємо з довідника тип вентилятора.

Для розрахованих даних вибираємо центробіжний вентилятор №5 серії ЕВР із такими технічними характеристиками.

- продуктивність вентилятора, $W_{\epsilon} = 11000$ м³/г;
- тиск вентилятора, $H_{\epsilon} = 78$ кгс/м² ;
- коефіцієнт корисної дії, $\eta_{\epsilon} = 0,51$;
- частота обертів вентилятора, $n = 1000$ об/хв.

Потужність електродвигуна привода вентилятора визначається за виразом:

$$N_{\epsilon} = (1,2 \dots 1,5) \frac{W_{\epsilon} \cdot H_{\epsilon}}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_{\epsilon} \cdot \eta_n}, \quad (7.2)$$

де W_{ϵ} – продуктивність вентилятора, $W_{\epsilon} = 11000$ м³/г;

H_{ϵ} – тиск, який створює вентилятор, $H_{\epsilon} = 78$ кгс/м²;

1,2-1,5 – коефіцієнт, що враховує невраховані додаткові витрати тиску

повітряного потоку;

η_{ϵ} – ККД вентилятора, $\eta_{\epsilon} = 0,51$;

η_n - ККД передачі ($\eta_n = 0,75$).

$$N_{\epsilon} = 1,5 \frac{11000 \cdot 78}{3600 \cdot 102 \cdot 0,51 \cdot 0,75} = 9,16 \text{ кВт}$$

Для приводу обраного вентилятора вибираємо електродвигун типу

4А13254УЗ з потужністю 10 кВт і частотою обертання, $n = 1000$ об/хв.

8.1 Оцінка збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру

Природні явища впливають по різному на людину, суспільство й об'єкти матеріальної культури, аварій у виробничій діяльності демонструють, що вони можуть супроводжуватися людськими жертвами. Вони також завдають шкоди здоров'ю людей, довкіллю, великі матеріальні втрати і знижують умови життя мешканців, тобто утворювати загальний соціально-економічний збиток. Економічний збиток поділяється на прямий збиток; витрати на ліквідацію наслідків небезпечних ситуацій та посередній збиток від втраченої вигоди. Прямий збиток складається з демографічного та господарського. До елементів прямого господарського збитку відносять: руйнування адміністративних господарських будинків і споруд, руйнування будинків культурно-побутового призначення; втрата запасів сировини і матеріалів, готової продукції різноманітних угідь; вихід з ладу транспортних засобів, верстатів, устаткування; зниження обсягу виробництва.

До елементів прямого демографічного збитку відносять: зменшення трудових ресурсів за рахунок зменшення кількості населення, міграційних відтоків з зони надзвичайної ситуації, скорочення робочої сили за рахунок тимчасової втрати працездатності.

Елементами непрямого збитку є: економічні втрати суб'єктів господарської діяльності, компенсації, матеріальна допомога й інші одноразові виплати потерпілим, списання, як безнадійної, кредиторської заборгованості потерпілих від надзвичайних ситуацій підприємств, витрати, що пов'язані зі зміною маршрутів транзитних транспортних потоків. Збитки від втрачених прибутків відбиваються у недоодержанні доходу чи очікуваних результатів у зв'язку з порушенням виконання виробничих програм, програм розвитку виробництва та сфери послуг.

Екологічні ризики, які загрожують здоров'ю та життю людей, з одного боку, є небезпекою стану життєвого середовища, а з іншого – характеризуються як однаковими, так і різними ознаками. Вони можуть походити від джерел безупинної або разової дії.

Джерелами безупинної дії є шкідливі викиди від стаціонарних установок та транспортних систем, результати використання добрив, інсектицидів і гербіцидів у сільському господарстві, місця зосередження виробничих та побутових відходів.

Разовими джерелами можуть бути аварійні викиди шкідливих речовин у наслідок вибухів чи інших аварійних ситуацій на промислових об'єктах, а також дорожньо-транспортні аварії під час перевезення небезпечних хімічних речовин. Причинами разових викидів можуть бути і природні катастрофи (землетруси і зсуви, бури й урагани, повені та вулканічні виверження). Залежно від характеру дії джерела небезпеки, результатом прояву останньої виступає збиток, що завдається і людям, і довкіллю. Це вимагає одночасного розгляду обох видів екологічного ризику. Разом з тим, у багатьох випадках екологічні ризики, що пов'язані з загрозою здоров'ю і життю людей необхідно розглядати окремо від ризиків, обумовлених загрозою стану життєвого середовища.

Негативним наслідком НС у природно-техногенній сфері є збиток, що завдається життю і здоров'ю людей, майну і довкіллю. Прийнято вважати, що цей збиток може бути прямим, або непрямим. До прямого економічного збитку від якоїсь дії відносяться відображені у фінансовій формі витрати, збитки або втрати, обумовлені дією тут і зараз

в даному конкретному місці. До непрямого економічного збитку від дії відносяться змушені витрати, збитки та утрати, обумовлені вторинними ефектами (діями чи без діями, породженими первинною дією) техногенного, природного чи соціального характеру. Розмір прямих економічних втрат для конкретних об'єктів можна визначити шляхом розрахунку різних складових утрат, виражених у вартісній формі, на основі об'єктивних методів їхнього виявлення. Значні труднощі виникають при визначенні непрямого економічного збитку.

Прямі та непрямі збитки враховуються величиною соціально-економічного збитку (СЕЗ) людині, і суспільству і довкіллю. В якості базової величини оцінки збитку життя і здоров'ю людини можна використовувати розмір одноразової страхової виплати. Оцінка вартості людського життя є вкрай складним і можливі найрізноманітніші підходи. Основні з них базуються на:

- теорії корисності, тобто завданні певним чином функції корисності людини для суспільства. Економічний збиток у цьому випадку дорівнює втрати корисності, вираженої в економічних показниках. Зокрема, часто використовується (явно чи неявно) припущення про те, що суспільна корисність людини можна вимірити за допомогою середньорічних доходів населення;

- значенні показника валового внутрішнього продукту на душу населення і передчасна смерть приносить збиток, що дорівнює значенню ВВП на душу населення;

- використанні компенсаційних виплат, які держава виплачує спадкоємцям у випадку настання смерті в результаті виникнення різних НС.

Кожний з перерахованих вище підходів має свої недоліки і використовується в силу недостатньої розробленості інших методів.

У загальному випадку величину СЕЗ від загибелі і травмування людей Y , у.о., можна прийняти пропорційною узагальненому збитку здоров'ю $\langle G \rangle$, що відбивається в роках скорочення тривалості життя (СТЖ)

$$Y = \alpha \langle G \rangle, \quad (8.1)$$

де α – ціна збитку здоров'ю людини, у.о./ (чол./рік);

$$\alpha = \alpha_{об} + \alpha_{суб}, \quad (8.2)$$

де $\alpha_{об}$ – об'єктивна (господарська) складова ціни збитку, яка характеризує прямий економічний збиток для суспільства в результаті смерті чи хвороби людини як виробника національного продукту, а також витрати на компенсацію збитку, лікування тощо.

Величина $\alpha_{об}$ залежить від віку, статі, професійної підготовки людини тощо, для непрацюючих пенсіонерів, інвалідів і дітей $\alpha_{об} < 0$.

Суб'єктивна (соціальна) складова ціни збитку $\alpha_{суб}$ відбиває суб'єктивне відношення людини до ризику, ступінь неприйняття визначених видів ризику. Величина соціальної компоненти ціни збитку може бути визначена як розмір додаткової заробітної платні за додатковий ризик. Для орієнтації розрахунків можна використовувати наступні значення складових ціни збитку, у.о./ (люд./рік):

$$\alpha_{об} = \alpha_{об}^{\min} = 100$$
$$\Delta \alpha_{суб} = \Delta \alpha_{суб}^{\min} = 10000.$$

Значення узагальненого збитку здоров'ю $\langle G \rangle$ у випадку летального виходу дорівнює 1 року. В інших випадках при тому чи іншому ступені враження людини величину СТЖ можна визначити співвідношенням:

$$\langle G \rangle = P (1 - R_{ос}), \quad (8.3)$$

де P – час протягом року, що відповідає тому чи іншому фізичному чи психоемоційному стану людини, визначається за статистичним медичними даним для летального результату $P = 1$; R_{os} — коефіцієнт за шкалою Россера, відбиває ступінь погіршення стану здоров'я людини у випадку захворювання чи втрати працездатності з урахуванням фізичного стану і рівня дистресу, у якому перебуває людина у випадку настання негативного впливу.

Таким чином, формула для визначення величини сумарного СЕЗ, враховуючого, $Y_{\text{чол}}$, у.о., при техногенній аварії будь-якого роду буде мати вигляд

$$Y_{\text{люд}} = \alpha \sum_i \sum_j P_j (1 - R_{osj}) N_j, \quad (8.4)$$

де i – вид негативного впливу (токсичний, термічний тощо.);

j – ступінь впливу (граничне ураження, ураження середньої вагомості, летальний вихід);

N_j – кількість третіх персон, які попали під j -ий ступінь впливу негативного фактора при аварії k -го типу, чол.

Величину ризику нанесення шкоди життю і здоров'ю людини, у.о./ (люд./рік), в наслідок техногенної аварії можна подати у вигляді:

$$R_{\text{люд}} = \sum_j W_{\text{люд } j} Y_{\text{люд } j}, \quad (8.5)$$

де j – ступінь негативного впливу (летальне, ураження середньої важкості).

Величина $W_{\text{люд } j}$, рік⁻¹ по суті є індивідуальним ризиком ураження людини j -го ступеня, розрахованим за формулою:

$$W_{\text{люд } j} = R_{\text{інд } j} = \sum_k w_k P_{\text{пор } jk}, \quad (8.6)$$

де k – індекс, що визначає тип аварії (вибух, пожежа, викид токсичних речовин і тощо);

W_k – частота виникнення аварії k -го типу, рік⁻¹;

$P_{\text{пор } jk}$ – уражаючий фактор, що визначає ймовірність ураження j -го ступеня при аварії k -го типу.

8.2 Порядок розрахунку збитків за типами надзвичайних ситуацій

«Розрахунок збитків за типами НС здійснюється за “Методикою оцінки збитків від наслідків НС техногенного і природного характеру”. Збитки, отримані внаслідок НС, поділяють на види залежно від завданої фактичної шкоди, зокрема від:

- втрати життя та здоров'я населення H_p ;
- руйнування та пошкодження головних фондів, знищення майна та продукції M_p ;
- невироблення продукції внаслідок припинення виробництва M_n ;
- вилучення або порушення сільськогосподарських угідь $P_{c/2}$;
- втрат тваринництва $M_{тв}$;
- втрати деревини та інших лісових ресурсів $P_{л/2}$;
- втрат рибного господарства $P_{p/2}$;
- знищення або погіршення якості рекреаційних зон $P_{рек}$;
- забруднення атмосферного повітря A_ϕ ;
- забруднення поверхневих і підземних вод та джерел, внутрішніх морських вод і територіального моря B_ϕ ;
- забруднення земель несільськогосподарського призначення Z_ϕ ;
- збитків, заподіяних природно-заповідному фонду $P_{нзф}$.» [7,8].

Розрахунок збитків (3) від наслідків надзвичайних ситуацій визначають як суму окремих збитків:

$$З = H_p + M_p + M_n + P_{c/2} + M_{тв} + P_{p/2} + P_{рек} + A_{\phi} + B_{\phi} + Z_{\phi}, \quad (8.7)$$

Розраховують головні види збитків для кожного типу та виду надзвичайних ситуацій залежно від їхнього рівня, перелік яких наведено у табл. 8.1.

Таблиця 8.1– Основні види збитків, характерних для різних типів НС

Типи надзвичайних ситуацій	Рівень надзвичайної ситуації			
	об'єктовий	місцевий	регіональний	державний
Транспортні аварії	H_p, M_p, M_n ($A_{\phi}, B_{\phi}, Z_{\phi}$)	H_p, M_p, M_n ($P_{p/2}, A_{\phi}, B_{\phi}, Z_{\phi}$)		
Аварії з викидом (загрозою викиду) ХНР, РР, БНР	$H_p, M_n, M_p,$ A_{ϕ}, B_{ϕ} ($P_{p/2}, P_{рек}, P_{c/2}, P_{л/2}$)	$H_p, M_p, P_{p/2},$ $P_{рек}, M_n, A_{\phi}, B_{\phi}$ ($P_{c/2}, P_{л/2}, P_{нзф}, Z_{\phi}$)	$H_p, M_p, P_{p/2},$ $P_{рек}, P_{c/2}, P_{л/2},$ $P_{нзф}, M_n, A_{\phi},$ B_{ϕ}, Z_{ϕ}	$H_p, M_p, P_{p/2},$ $P_{рек}, P_{c/2}, P_{л/2},$ $P_{нзф}, A_{\phi}, B_{\phi},$ Z_{ϕ}
Інфекційні захворювання людей	H_p, M_n	H_p, M_n	H_p, M_p, M_n	H_p, M_p, M_n

Розрахуємо збитки від втрати життя та здоров'я населення.

Вони дорівнюють сумі втрат та витрат:

$$H_p = \Sigma B_{тpp} + \Sigma B_{\partial n} + \Sigma B_{втг}, \quad (8.8)$$

де $\Sigma B_{тpp}$ – від вибуття трудових ресурсів з виробництва;

$\Sigma B_{\partial n}$ - на виплату допомоги на поховання;

$\Sigma B_{втг}$ – виплату пенсій у разі втрати годувальника;

а) втрати від вибуття трудових ресурсів з виробництва розраховуємо на підставі даних, наведених у табл. 8.2 за такою формулою:

$$\Sigma B_{тpp} = M_{л} \cdot N_{л} + M_{т} \cdot N_{т} + M_{i} \cdot N_{i} + M_{з} \cdot N_{з}, \quad (8.9)$$

де $M_{л}$ – втрати від легкого нещасного випадку;

$M_{т}$ – втрати від тяжкого нещасного випадку;

M_{i} - втрати від отримання людиною інвалідності;

$M_{з}$ – втрати від загибелі людини;

N – кількість постраждалих від конкретного виду нещасного випадку (НВ).

б) витрати на виплату допомоги на поховання обчислюють за такою формулою:

$$\Sigma B_{\partial n} = M_{\partial n} \cdot N_{з}, \quad (8.10)$$

де $M_{\partial n}$ – 1,4 тис. грн/людину – допомога на поховання (за даними органів соціального забезпечення);

$N_{з}$ – кількість загиблих.

в) витрати на виплату пенсій у разі втрати годувальника розраховуються на кожну дитину за такою формулою:

$$\Sigma B_{втг} = 12 \cdot M_{втг} \cdot (18 - B_{\partial}), \quad (8.11)$$

де 12 – кількість місяців у році;

M_{mz} – розмір щомісячної пенсії на дитину до досягнення нею повноліття – 18 років (за даними органів соціального забезпечення);

B_0 – вік дитини.

Висновки

В даній магістерській роботі розглянуто проблему узгодження умов експлуатації та вдосконалення характеристик деталей типу вал трансмісії автотранспортних засобів.

1. Дано аналіз виробничої діяльності підприємства. Обґрунтовано тему магістерської роботи.

2. На основі питомої витрати палива і характеристик транспортних засобів та виконаної роботи транспортним засобом введено коефіцієнт узгодження. Побудована математична модель узгодження характеристик транспортних засобів з умовами його функціонування. Встановлено характер зміни коефіцієнта питомої витрати палива від швидкісного режиму автомобіля КамАЗ-4308.

3. Зроблено аналіз технологій відновлення та зміцнення деталей розподільної коробки вантажних автомобілів, зокрема, первинного валу. Ґрунтуючись на проведеному аналізі, запропоновано заходи щодо удосконалення технології відновлення первинного валу розподільної коробки автомобіля КамАЗ 4310.

4. Запропоновано пристосування для повертання валів, яка не вимагає затрат на нове обладнання і пристосування.

5. Розроблені заходи по ремонту розподільної коробки, які дозволяють підвищити ефективність ремонту, зменшити простої автомобілів. Спроектована дільниця відновлення первинного валу дає змогу більш раціонально розташувати основне технологічне устаткування.

6. Розраховано фонд заробітної плати робітників дільниці. Визначено собівартість розробки пристосування для повертання валів.

7. Проаналізована система управління охороною праці на ТОВ "АТП 2004" м. Кропивницький". Враховані вимоги безпеки під час відновлення деталей гальванічним методом. Створені оптимальні умови праці на робочому місці. Розрахована штучна вентиляція для приміщення. Зроблена оцінка збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру.

Список використаних джерел

1. Хаскин А.М. Креслення. К.: Вища школа, 1985. 447 с.
2. Експлуатація автомобілів. Планування: Навчальний посібник / Упор. В.Я. Чабанний. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2009. 400 с.
3. Чабанний В.Я., Осіпов І.М. Технічна експлуатація автомобілів: Навчальний посібник. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2009. 553 с.
4. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн. 2. Організація, планування й управління: Підручник / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець. К.: Вища шк., 1994 383 с.
5. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Навчальний посібник. Вид. 4-те, доповнене. Львів: Афіша, 2000. 350 с.
6. Охорона праці: Навч. посібник / За ред. В. Кучерявого. Львів Оріана-Нова, 2007. 368 с.
7. Стеблюк М.І. Цивільна оборона: Підручник. К.: Знання, 2006. 487 с.
8. Миценко І. М., Мезенцева О. М. Цивільна оборона: Навчальний посібник. Чернівці: Книги. ХХІ, 2004. 404 с.
9. Яким Р.С. Безпеки життєдіяльності людини: Навч. посібник. Львів: Видавництво “Бескид Біт”, 2005. 304 с.
10. Булей І.А. Проектирование ремонтных предприятий сельского хозяйства. /И.А. Булей, Н.И. Иващенко/ – Киев: Вища школа, 1981 г.
11. Методичні вказівки до виконання практичних і контрольних робіт. Проектування ремонтних підприємств, проектування підприємств технічного сервісу, проектування цехів і ділянок для відновлення та зміцнення деталей машин. Кіровоград, 2006.
12. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів. Проектування підприємств і їхніх підрозділів з ремонту та технічного обслуговування тракторів, автомобілів і іншої техніки. Кіровоград, 2000.
13. Молодик М.В., Лангерт Б.А., Бредун. А.К. Відновлення деталей машин. /М.В. Молодик, Б.А. Лангерт, А.К. Бредун/ К.: Урожай, 1989. – 255с.

14. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин. /В.Т. Павлице/ К.: Вища школа, 1993. – 556с.
15. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу «Проектування ремонтних підприємств». – Кіровоград, КНТУ, 2006 р
16. Миценко І.М., Мезенцева О.М. Цивільна оборона: навчальний посібник. – Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2003.
17. Ремонт машин/ О.І.Сідашенко, О.А.Науменко, А.Я.Польський та інш. За ред. О.І.Сідашенка, А.Я.Польського. – К.: Урожай, 1994 – 400 с.
18. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. – Кн. 1 : Теоретичні основи. Технологія: Підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигринець. – К. : Вища школа, 1994. –с. – 384 с
19. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І. ; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
20. Кукурудзяк, Ю. Ю.Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР : навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
21. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів : технологія : підручник / О. А. Лудченко. – К. : Вища шк., 2007. – 527 с. : іл.
22. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : організація і управління : підручник / О. А. Лудченко. – К. : Знання, 2004. – 478 с.
23. Технологія відновлення деталей та ремонту автомобілів: навчальний посібник / О. С. Полянський, Б. В. Савченков, Є. О. Дубінін та ін. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 320с.
24. ГОСТ 25478-91. Автотранспортні засоби. Вимоги до технічного стану за умовами безпеки руху. Методи перевірки.
25. Руководство по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей КамАЗ -5320,-53211,-53212,-53213,-5410,-54112,-55111,-55102. М.:Третий Рим, 2000. - 240 с.
26. Титунин Б.А.. Ремонт автомобилей КамАЗ. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1991. - 320 с., ил.
27. Ремонт дизельных двигунів: Довідник / За ред. Л. С. Єрмолова – К.: Урожай, 1991. – 248 с.

28. Електролітичні покриття сплавами заліза для зміцнення і захисту поверхні: монографія / Г.В. Каракуркчі, М.В. Ведь, І.Ю. Єрмоленко, М.Д. Сахненко. – Харків : ФОП Панов А.Н., 2017. – 200 с.

29. Пиявский Р.С. Гальванические покрытия в ремонтном производстве / Р.С.Пиявский. – Киев: Техника, 1975. – 176 с.

30. Гадалов В.Н. Электроосаждение бинарных сплавов на основе железа / В.Н. Гадалов, С.Г. Емельянов, Н.А. Корневский и др. // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2008. – No 5 – С. 30 – 34.

31. Артемчук В.В. Електролітичне залізнення – ефективна ресурсозберігаюча технологія відновлення зношених деталей рухомого складу / В.В. Артемчук, М.О. Костін // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ. – 2004. – Випуск 8 (78). – С. 11 – 16.

32. Артемчук В.В. Властивості шаруватих електролітичних сплавів Fe-P, отриманих програмним електролізом / В.В. Артемчук // Проблеми трибології. – 2013. – No 3. – С. 80 – 88.

33. Ведь М.В. Каталітичні та захисні покриття сплавами і складними оксидами: електрохімічний синтез, прогнозування властивостей: монографія / М.В. Ведь. М.Д. Сахненко. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2010. – 272 с.

34. Каракуркчі Г.В. Ресурсозаощаджувальна технологія відновлення зношених деталей / Г.В. Каракуркчі, М.В. Ведь, М.Д. Сахненко, І.Ю. Єрмоленко, С.І. Зюбанова // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків: НТУ “ХПІ”. – 2013. – No 2. – С. 9 – 13. Каракуркчі Г.В. Ресурсозаощаджувальна технологія відновлення зношених деталей / Г.В. Каракуркчі, М.В. Ведь, М.Д. Сахненко, І.Ю. Єрмоленко, С.І. Зюбанова // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків: НТУ “ХПІ”. – 2013. – No 2. – С. 9 – 13.

35. Каракуркчі Г.В. Інтенсифікація відновлення зношених деталей озброєння та військової техніки електролітичними сплавами феруму / Г.В. Каракуркчі, В.М. Щокін, І.Ю. Єрмоленко, М.В. Ведь, М.Д. Сахненко // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУПС. – 2014. – No 2 (38). – С. 2–5.

36. ТОВ "АТП-2004", знаходиться за посиланням:
https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/32967654/

37. «Експлуатація автомобілів» методичні вказівки до виконання курсового проекту для магістрантів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» /Укл.: О.В. Бевз, С.О. Магопець, М.В. Красота, Р.А. Осін. Під загальною редакцією Бевза О.В. – Кропивницький: ЦНТУ, 2020 – 53 с.