

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технологічного процесу відновлення ведучої вал-  
шестерні редуктора заднього моста автомобіля Renault Premium 2000.

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МА-41

спеціальності 274

Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

Роман

НЕЧИПОРЕНКО

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Андрій ГУПКА

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Михайло ЛЕВКОВИЧ

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Олег ЦЬОНЬ

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Ігор ОКІПНИЙ

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2024

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)

Кафедра Автомобілів  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
Олег ЦЬОНЬ  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
« 29 » січня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 Автомобільний транспорт  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Нечипоренко Роману Володимировичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технологічного процесу відновлення ведучої вал-шестерні редуктора заднього моста автомобіля Renault Premium 2000.

Керівник роботи Гупка Андрій Богданович к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «29» січня 2024 року № 4/7-73

2. Термін подання студентом завершеної роботи 24 червня 2024

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес відновлення вал-шестерні заднього моста автомобіля Renault Premium 2000. Робоче креслення деталі ведучої вал-шестерні.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ

2 Технологічний розділ

3 Конструкторський розділ

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

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

Гідравлічний двохплунжерний підйомник – А1;

Стенд для збирання заднього моста з ресорами – А1;

Стенд для розбирання редуктора заднього моста автомобіля – А1;;

Деталювання – 2А1;

Стенд для ремонту заднього моста – А1;



## РЕФЕРАТ

Згідно поставленої мети на дипломне проектування розглянуто комплекс заходів конструкторського, технологічного, експлуатаційного характеру, щодо підвищення експлуатаційної надійності автомобіля RENAULT PREMIUM 2000. Одними із найбільш відповідальними вузлами та агрегатами даного автомобіля являються трансмісія, підвіска, ведучі мости. Аналіз їх технічного стану за певний період експлуатації свідчить, що одними із найбільш впливовими факторами, які впливають на загальний стан вузла в цілому та складових деталей, являються процеси тертя та зношення.

Об'єктом дослідження вибрано ведучу вал-шестерню заднього моста автомобіля RENAULT PREMIUM 2000. Для досягнення цілей, які були сформульовані в меті на дослідження розроблено шляхи по підвищенню зносостійкості робочих поверхонь даної деталі із вибором оптимального методу відновлення зношених поверхонь.

В кваліфікаційній роботі на першому етапі проаналізовано конструктивні особливості даних вузлів та агрегатів автомобіля, умови їх експлуатації, фактори, які впливають на параметри надійності та довговічності. Розглянуто робоче креслення деталі ведучої вал-шестерні, проаналізовано параметри точності та якості основних робочих поверхонь, систематизовано види їх пошкоджень. Проведено огляд технічної та патентної літератури по питаннях розробки сучасних методів відновлення зношених поверхонь, приведено їх технологічні можливості, переваги та недоліки.

Враховуючи технологічні можливості базового підприємства (станції технічного обслуговування та ремонту), обсяги виконуваних робіт, наявність кваліфікованого матеріалу, запропоновано один із найефективніших способів відновлення даних деталей, враховуючи їх габаритні розміри, матеріал деталі, технічні вимоги по параметрах точності та якості.

Для реалізації запропонованого (вдосконаленого) технологічного процесу ремонту та відновлення ведучої вал-шестерні заднього моста автомобіля RENAULT PREMIUM 2000 підібрано необхідне обладнання,

оснащення, робочий інструмент, вимірювальний пристрій. Проведено відповідні розрахунки, а також підібрано із довідникової літератури по вибору матеріалу для відновлення зношених поверхонь, режими обробки. Розроблена схема послідовності виконуваних операцій з використанням відповідного обладнання та оснащення із визначеними режимами обробки.

Крім цього, у кваліфікаційній роботі розглянуто питання безпеки життєдіяльності та охорони праці, а саме:

В цілому представлені матеріали являють собою завершений комплекс конструкторських, технологічних та експлуатаційних міроприємств, щодо вдосконалення технологічного процесу відновлення зношених робочих поверхонь деталі ведуча вал-шестерня заднього моста автомобіля RENAULT PREMIUM 2000, відповідають поставленій меті та основним завданням для її реалізації.

## ЗМІСТ

<b>РЕФЕРАТ</b>	1
<b>ВСТУП</b>	5
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	6
1.1 Технічна характеристика автомобіля RENAULT PREMIUM 2000. Аналіз технічного стану підвіски автомобіля, деталі якої підлягають ремонту	6
1.2 Характеристика трансмісії автомобіля, деталі якої підлягають ремонту	8
1.3 Аналіз основних пошкоджень та дефектів деталей ведучих мостів автомобіля RENAULT PREMIUM 2000. Характеристики основних методів ремонту та відновлення пошкоджених деталей.	10
1.4 Загальна характеристика технологічності конструкції відновлювальної деталі	12
1.5 Розробка технологічного процесу виготовлення ведучої вал- шестерні вантажного автомобіля RENAULT PREMIUM 2000	14
1.6 Основні причини зношення робочих поверхонь деталі та їх аналіз	18
1.7 Основні етапи технологічного процесу збирання заднього моста автомобіля	20
1.8 Припрацювання і випробування ведучих мостів	22
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	25
2.1 Розробка технологічного процесу ремонту ведучої вал-шестерні головної передачі автомобіля RENAULT PREMIUM 2000	25
2.1.1 Функціональне призначення та умови експлуатації ведучої вал- шестерні	26
2.1.2 Основні дефекти робочих поверхонь ведучої вал-шестерні головної передачі автомобіля	27
2.1.3 Аналіз основних методів для усунення впливу ведучих факторів на процеси утворення дефектів на робочих поверхнях деталей	30
2.2 Характеристики основних способів відновлення зношених	

поверхонь деталі вал-шестерня	36
2.2.1 Відновлення деталей вібродуговим наплавленням.	36
2.3 Основні етапи розробки технологічного процесу ремонту ведучої вал-шестерні головної передачі автомобіля	46
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b>	<b>48</b>
3.1 Робоче креслення та принцип роботи пристрою для розбирання картера підшипників валу ведучої шестерні	48
3.2 Аналіз основних способів електродугової зварки та наплавлення	52
3.2.1 Автоматичне наплавлення деталей під шаром флюсу	52
3.2.2 Процес автоматичного наплавлення поверхонь деталей в середовищі захисних газів.	55
3.2.3 Електровібраційне наплавлення на деталь металу в рідині автоматизованим методом	56
<b>4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	<b>58</b>
4.1 Охорона праці і техніки безпеки на дільниці	58
4.2 Протипожежна стійкість промислового підприємства авторемонтного профілю.	63
<b>ВИСНОВКИ</b>	<b>65</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	<b>66</b>

## ВСТУП

На сучасному етапі розвитку автомобілебудування актуальним є питання щодо підвищення надійності та експлуатаційної ефективності роботи транспортних засобів. Це пов'язано із підвищеними силовими та енергетичними навантаженнями на втомобіль, більш жорсткими умовами експлуатації важконавантажених пар тертя, збільшенням вимог до якості обслуговування та експлуатаційної довговічності транспортних засобів. Інтенсивне зношення робочих поверхонь деталей важконавантажених трибосряжень вузлів та агрегатів, веде до суттєвого зниження їх функціональних характеристик і збільшення витрат на ремонт та виготовлення запасних частин.

Серед найбільш навантажених вузлів трибосряжень автомобілів є трансмісії, ведучі мости, циліндро-поршнева група та інші. Об'єктом дослідження у кваліфікаційній роботі вибрано ведучу вал-шестерню заднього моста автомобіля RENAULT PREMIUM 2000. Мета кваліфікаційної роботи – детальний аналіз пошкоджуваності робочих поверхонь даної деталі із розробкою вдосконаленого технологічного процесу її відновлення.

Вибір цієї теми обумовлений необхідністю підвищення ефективності ремонтних процесів, зменшення витрат на обслуговування та збільшення ресурсу експлуатації автомобілів. В роботі проаналізовані основні дефекти та пошкодження ведучої вал-шестерні, розроблені методи їх усунення, а також запропоновані заходи для оптимізації технологічного процесу відновлення.

Щодо впровадження запропонованих технологічних рішень по відновленню (ремонті) ведучої вал-шестерні заднього моста автомобіля RENAULT PREMIUM 2000 на конкретному автопідприємстві по ремонту та технічному обслуговуванні необхідно враховувати технологічні можливості даного автопідприємства відносно оснащення сучасним обладнанням та інструментом, засобами контролю та діагностики.



## 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Технічна характеристика автомобіля RENAULT PREMIUM 2000.

**Аналіз технічного стану підвіски автомобіля, деталі якої підлягають ремонту**

В таблиці 1.1 приведені основні технічні характеристики автомобіля RENAULT PREMIUM 2000.

Таблиця 1.1 Основні технічні параметри автомобіля RENAULT PREMIUM 2000

Показники	Одиниці виміру	Значення
Марка, модель, призначення		RENAULT PREMIUM 2000
Колісна формула		4×2
Вантажопідйомність (пасажиромісткість)	т (чол.)	5
Габаритні розміри		
довжина	мм	6675
ширина	мм	2500
висота	мм	2400
Дорожній просвіт	мм	270
Власна вага	кг	4300
Повна вага	кг	9525
Тип двигуна		RENAULT PREMIUM 2000, V- подібний, карбюрат., 8-ми циліндр.
Об'єм двигуна	л	6 л.
Максимальна потужність	кВт (к.с.)	150 к.с.

Порядок роботи циліндрів		1-5-4-2-6-3-7-8
Витрата палива	л/100км	36
Розмір шин		260-508
Тиск повітря в шинах: передніх коліс задніх коліс		4,5 6,0
Радіус повороту	м	8
Максимальна швидкість	км/год	90
Гальмівний шлях (при швидкості 50км/год.)	м	27
Коробка перемини швидкостей		5-ти ступінчата
Дорожній проміжок	мм	265
Заправка паливом	л	150
Заправка системи охолодження	л	29
Заправка системи змащування двигуна	л	8,5
Заправка ведучого моста	л	4,5

На рисунку 1.1 показано робоче креслення (загальний вигляд) автомобіля RENAULT PREMIUM 2000 із основними габаритними розмірами.

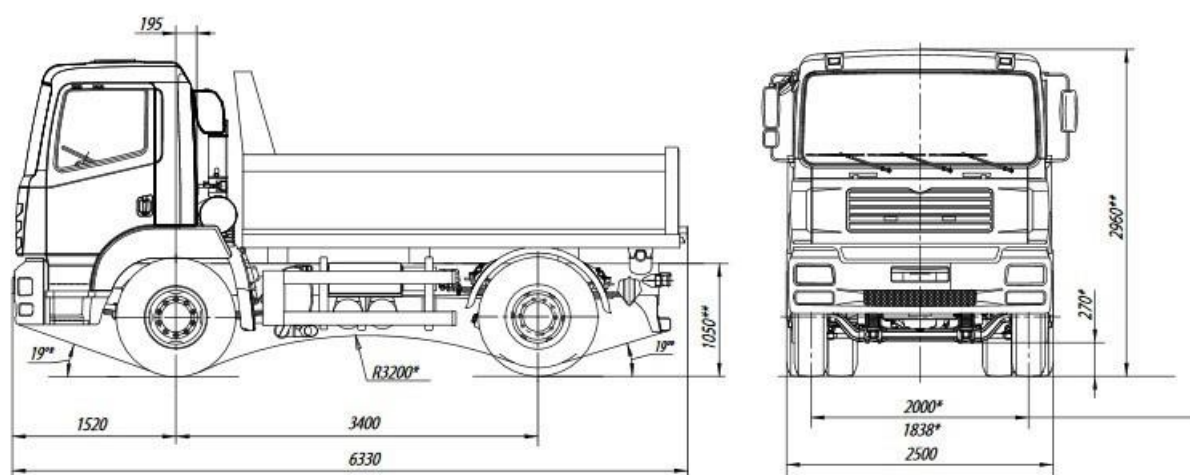


Рисунок 1.1 Основні габаритні розміри автомобіля RENAULT PREMIUM 2000.

Автомобіль RENAULT PREMIUM 2000 (рис. 1.1) з базою 6300 мм призначений для перевезення вантажів по будь-яких автомобільних дорогах у складі автопоїзда (загальна маса причепа не повинна перевищувати 8000 кг). Маса вантажу, яка перевозиться автомобілем, на автомобільних дорогах 6000 кг.

## 1.2 Характеристика трансмісії автомобіля, деталі якої підлягають ремонту

Основна трансмісія автомобіля (рис. 1.2) має дві ступені. трансмісія складається з пари конічних зубчастих коліс зі спіральними зубами і пари циліндричних зубчастих коліс з косими зубами (на деяких автомобілях основна передача одинарна, з передатковим числом 6,33). Перший набір має 13 і 25 зубів, другий - 14 і 46. Загальне передаткове число основної передачі - 6,32. Конічне колесо встановлене в корпусі 7 на двох конічних роликових підшипниках. На заводі виробника підшипники конічного колеса налаштовуються з попереднім натягом. Між внутрішніми кільцями встановлені розпірна гільза 33 і дві регулюючі шайби S, товщину яких вибирають так, щоб забезпечити необхідний попередній натяг підшипників. При правильно налаштованих підшипниках, без урахування тертя сальника 2, необхідний момент для повороту провідного колеса становить  $1 \dots 3,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$  ( $0,1 \dots 0,35 \text{ кгс}\cdot\text{м}$ )

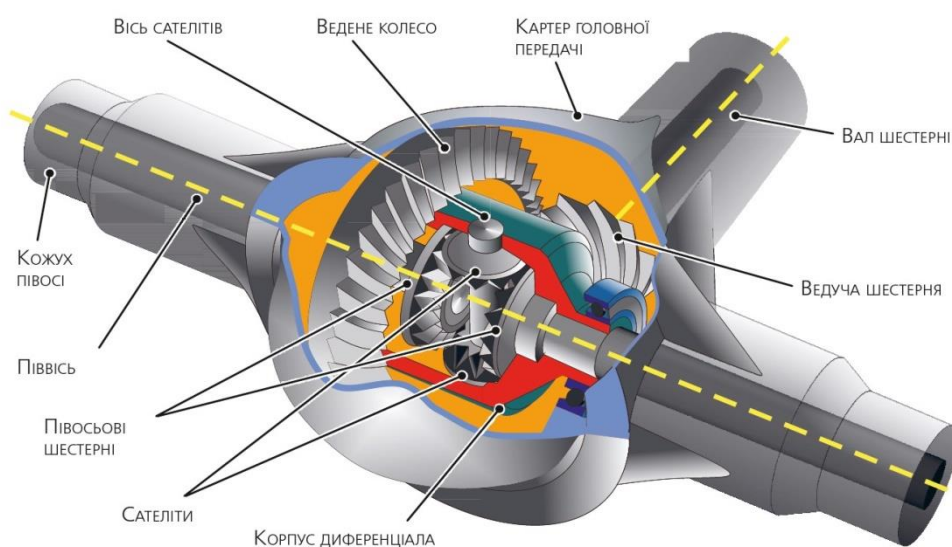


Рисунок.1.2 Головна передача автомобіля RENAULT PREMIUM 2000

Головна передача автомобіля RENAULT PREMIUM 2000 є важливим компонентом трансмісійної системи, яка забезпечує передачу крутного моменту від карданного валу до ведучих коліс автомобіля. Трансмісія складається з ряду ключових елементів, таких як диференціал, головна передача (включаючи головну пару - ведуче та ведене зубчасті колеса), підшипники та корпус.

Основна функція головної передачі полягає у зміні напрямку та збільшенні крутного моменту, який передається від карданного валу до ведучих коліс, а також у розподілі цього моменту між колесами через диференціал. Головна пара складається з ведучої шестірні, яка з'єднується з карданним валом, і веденого зубчастого колеса, яке кріпиться до корпусу диференціала. При роботі ведуча шестірня передає обертання веденому колесу, забезпечуючи передачу крутного моменту.

Диференціал, який є частиною головної передачі, виконує важливу функцію розподілу крутного моменту між ведучими колесами, що дозволяє автомобілю ефективно проходити повороти. Диференціал складається з корпусу диференціала, сателітів, півосевих шестерень та підшипників. Коли автомобіль рухається прямою, диференціал передає однаковий момент на обидва колеса. При поворотах диференціал дозволяє зовнішньому колесу обертатися швидше, ніж внутрішньому, забезпечуючи плавний та стабільний рух.

Підшипники, які використовуються в головній передачі, забезпечують підтримку та плавний обертальний рух компонентів. Підшипники знижують тертя і знос деталей, забезпечуючи тривалу експлуатацію головної передачі. Зазвичай використовуються конічні роликові підшипники, які здатні витримувати високі навантаження та забезпечують точну установку зубчастих коліс.

Корпус головної передачі виконує захисну функцію, утримуючи всі компоненти передачі на місці та забезпечуючи їх захист від забруднень і механічних пошкоджень. Корпус також заповнюється мастилом для змащення рухомих частин і зниження тертя.

Загалом, головна передача автомобіля RENAULT PREMIUM 2000 є складною системою, яка забезпечує ефективну передачу та розподіл крутного моменту, сприяючи стабільній та надійній роботі автомобіля. Головна передача потребує регулярного обслуговування та перевірки для забезпечення її тривалої і безвідмовної експлуатації.

### **1.3 Аналіз основних пошкоджень та дефектів деталей ведучих мостів автомобіля RENAULT PREMIUM 2000. Характеристики основних методів ремонту та відновлення пошкоджених деталей.**

Основні дефекти ведучих мостів автомобіля RENAULT PREMIUM 2000 включають різні типи зносу та пошкоджень, які можуть впливати на роботу автомобіля. До них належать проблеми з диференціалом, підшипниками, сальниками, а також корпусом мосту. Кожен із цих дефектів вимагає своєчасної діагностики та відповідних заходів для їх усунення.

Знос підшипників є одним з найбільш поширених дефектів ведучих мостів. Процес зношення зазвичай супроводжується шумом під час руху та вібрацією. Для усунення цієї проблеми необхідно замінити зношені підшипники новими. Перед встановленням нових підшипників важливо ретельно очистити посадкові місця та перевірити їх на наявність пошкоджень.

Проблеми з диференціалом можуть виникати через зношення зубчастих коліс або погане їх регулювання. Це може проявлятися у вигляді шумів, нерівномірного зносу шин або проблем з керованістю. Для усунення цієї проблеми потрібно замінити зношені деталі диференціалу та виконати його регулювання. В деяких випадках може знадобитися повна заміна диференціалу.

Знос сальників ведучого мосту може призвести до витоків мастила, що знижує ефективність змащування та призводить до зносу інших компонентів. Витоки мастила можна виявити візуально або за зниженням рівня мастила в мосту. Для усунення цієї проблеми необхідно замінити пошкоджені сальники та перевірити рівень мастила.

Пошкодження корпусу ведучого мосту можуть бути наслідком механічних впливів або корозії. Це може призвести до деформації корпусу, витоків мастила та інших проблем. Для усунення пошкоджень корпусу використовують процес зварювання або заміна пошкоджених ділянок корпусу.

Зношення зубчастих коліс може призводити до підвищеного шуму та зниження ефективності передачі крутного моменту. Для усунення цієї проблеми необхідно замінити зношені зубчасті колеса. Важливо перевірити правильність встановлення та взаємодію зубчастих коліс для забезпечення плавної роботи.

Ще одним дефектом є корозія та знос кріпильних елементів. Це може призвести до розхитування або неправильного кріплення компонентів ведучого мосту. Для усунення цієї проблеми необхідно замінити пошкоджені кріпильні елементи та перевірити надійність кріплення всіх компонентів.

Загалом, для ефективного усунення дефектів ведучих мостів автомобіля RENAULT PREMIUM 2000 важливо своєчасно виявляти зношені та пошкоджені деталі, використовувати якісні запасні частини та дотримуватись рекомендацій виробника щодо технічного обслуговування та ремонту.

Основні дефекти ведучих мостів автомобіля RENAULT PREMIUM 2000 включають різні типи зносу та пошкоджень, які можуть впливати на роботу автомобіля. До них належать проблеми з диференціалом, підшипниками, сальниками, а також корпусом мосту. Кожен із цих дефектів вимагає своєчасної діагностики та відповідних заходів для їх усунення.

Знос підшипників є одним з найбільш поширених дефектів ведучих мостів. Інтенсивний знос зазвичай супроводжується шумом під час руху та вібрацією. Для усунення цієї проблеми необхідно замінити зношені підшипники новими. Перед встановленням нових підшипників важливо ретельно очистити посадкові місця та перевірити їх на наявність пошкоджень.

## 1.4 Загальна характеристика технологічності конструкції відновлювальної деталі

Технологічний процес виготовлення ведучої вал-шестерні для вантажних автомобілів є доволі складним процесом, який включає кілька основних етапів. На першому етапі розробляється ескізний проект та робоче креслення деталі, на якому вказуються всі технічні вимоги та стандарти щодо вибору матеріалу заготовки, послідовності виконання технологічних операцій із вибором необхідного обладнання, оснащення, різального та вимірювального інструментів. Після цього вибирається матеріал заготовки, зазвичай високоякісна легована сталь, яка забезпечує необхідну міцність та зносостійкість деталі.

Матеріал заготовки підлягає термічній обробці для покращення його технологічних та фізико-механічних властивостей. Зазвичай використовують процес гартування та відпуску, який підвищує твердість та міцність сталі, зберігаючи при цьому певний рівень пластичності.

Наступним етапом є механічна обробка заготовки. Спершу виконується токарна обробка, де заготовці надають необхідну форму (зовнішні циліндричні поверхні). Потім проводиться фрезерування та шліфування, щоб досягти потрібної точності та гладкості поверхонь (зубчасті, шліцові та шпоночні). Особлива увага приділяється обробці зубчастої частини вал-шестерні, оскільки від точності її виготовлення залежить ефективність передачі крутного моменту.

Для формування зубчастої поверхні використовується метод нарізання зубців. Це може бути виконано різними способами, такими як фрезерування, довбання або обкатка. Після нарізання зубців проводиться додаткова термічна обробка, наприклад, цементация або азотування, щоб збільшити твердість поверхні зубців та підвищити їх зносостійкість.

Завершальним етапом є фінішна обробка, яка включає шліфування та полірування поверхонь, які забезпечують точність геометрії параметрів та високу якість поверхні вал-шестерні, що важливо для її тривалої та

безвідмовної експлуатації. Після фінішної обробки вал-шестерня проходить контроль якості, де перевіряються всі розміри та параметри відповідно до технічних вимог.

Готова вал-шестерня проходить остаточну зборку, де можуть додатково перевірятися її параметри в складі механізму. Після цього деталь пакується та готується до транспортування на склад або безпосередньо до замовника.

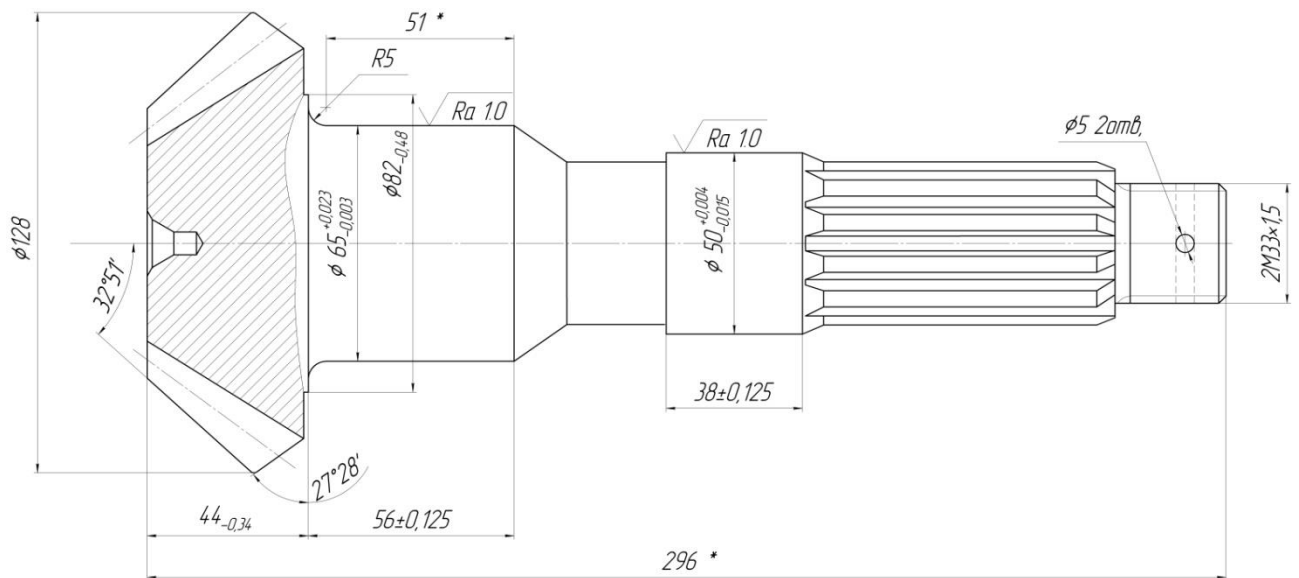


Рисунок 1.3 Робоче креслення ведучої вал-шестерні головної передачі заднього моста автомобіля RENAULT PREMIUM 2000.

Виготовлення ведучої вал-шестерні для вантажного автомобіля включає декілька важливих технологічних операцій. Кожна операція має своє призначення і виконується в певній послідовності для досягнення необхідної точності, якості та довговічності деталі. Нижче приведено основні етапи із детальним описом основних технологічних операцій виготовлення ведучої вал-шестерні:

Розробка робочого креслення даної деталі: визначення технічних вимог та розробка креслень деталі з урахуванням усіх параметрів і допусків. Вибір методу проектування – комп'ютерне проектування (CAD). Вибір матеріалу заготовки – високоякісна легована сталь (40X, 45XH) для забезпечення



необхідної міцності та зносостійкості робочих поверхонь. Вибір методу термічної обробки – гартування та відпуск. Основні методи механічної обробки поверхонь деталі: токарна обробка для формування зовнішніх циліндричних поверхонь з використанням токарного верстат; фрезерування для обробки плоских поверхонь, шліцевих та шпоночних пазів на фрезерному верстаті; шліфування для фінішної обробки поверхонь деталі на шліфувальному верстаті; формування зубчастої поверхні із нарізанням профілю зубів на зубофрезерному верстаті; довбання зубчастого профілю для одержання високих параметрів точності на довбальному верстаті; обкатування робочих поверхонь зубців для підвищення параметрів якості на спеціальному верстаті для обкатки зубців; допоміжні методи термічної та хіміко-термічної обробок - цементация та азотування; фінішні методи обробки робочих поверхонь вал-шестерні: шліфування зубчастої поверхні на шліфувальному верстаті, полірування для одержання кінцевих параметрів точності та якості даних поверхонь; операція технічного контролю – комплексна перевірка геометричних розмірів деталі, точності поверхонь та їх взаємного розміщення, фізико-механічних властивостей поверхонь.

### **1.5 Розробка технологічного процесу виготовлення ведучої вал-шестерні вантажного автомобіля RENAULT PREMIUM 2000**

До основних етапів розробки технологічного процесу виготовлення деталі відносяться: послідовність виконання операцій механічної обробки відповідних поверхонь деталі із вибором необхідного обладнання, оснащення, різального та вимірювального інструментів. Після кожної операції механічної обробки вказуються розміри одержаних поверхонь з відповідними параметрами точності та якості.

#### **005. Операція фрезерування**

Фрезерування торцевих поверхонь деталі для одержання розміру 296-0,96 мм. Двохстороннє центрування для одержання фаски на торцевих поверхнях деталі. Обладнання – фрезерно-центрувальний верстат.

#### 010. Операція точіння

Обробка зовнішніх циліндричних поверхонь для досягнення розмірів 65,9-0,2 мм, 50,95-0,15 мм і 45,52-0,15 мм з забезпеченням необхідного радіуса ( $R=4$  мм) на діаметрі  $\varnothing 32,95-0,2$  мм для створення різьбової поверхні  $2M33 \times 1,5$ . Формування фаски  $1,5 \times 45^\circ$  на діаметрі  $\varnothing 32,5$  мм. Обробка торцевої поверхні на діаметрі  $\varnothing 82$  мм до розміру 44,2-0,15 мм з створенням радіуса  $R=3$  мм. Обробка торцевої поверхні деталі на діаметрі  $\varnothing 45,52$  мм з утворенням радіуса  $R=2$  мм. Обладнання – гідрокопіювальний верстат. Оснащення – трикулачковий самозатискний або пневматичний патрон.

#### 015 Операція точіння

Обробка переднього кінця деталі під кутом  $32^\circ 51'$  з припуском 1,0 мм на фінішну обробку. Обробка циліндричної поверхні до діаметра  $\varnothing 132$  мм. Обробка торцевої поверхні деталі до діаметра  $\varnothing 82$  мм. Точіння заднього конуса деталі під кутом  $27^\circ 28'$  з припуском 1,0 мм на фінішну обробку. Використовуване обладнання – токарний багаторізцевий напівавтомат моделі 116

#### 020 Операція точіння

Фінішне точіння циліндричної поверхні переднього кінця деталі під кутом  $32^\circ 51'$ , фінішне проточування циліндричної головки з  $\varnothing 132$  мм до  $\varnothing 128$  мм із створенням необхідного радіуса  $R=5$  мм. Фінішне точіння задньої конічної поверхні деталі під кутом  $27^\circ 28'$  з утворенням радіуса  $R=5$  мм на передній торцевій поверхні. Використовуване обладнання – токарний багаторізцевий напівавтомат моделі 116.

#### 025 Операція фрезерування

Фрезерування шліцевої поверхні деталі з формуванням 10 шліців та захисних фасок розміром  $0,65 \times 45^\circ$  на робочих поверхнях шліців. Використовуване обладнання – вертикальний двошпindelний зубофрезерний

верстат із механізмом гідравлічного підведення центрів. Різальний інструмент – черв'ячна фреза.

Попереднє (чорнове) шліфування циліндричної поверхні шийки деталі діаметром  $\varnothing 65-0,03$  мм та її торцевої поверхні. Вимога – радіальне биття циліндричної поверхні не повинно перевищувати  $0,015$  мм. Використовуване обладнання – круглошліфувальний верстат моделі 3152. Різальний інструмент – шліфувальний круг ПВ  $500 \times 75 \times 305$  Э4ОСТ1К

#### 035 Операція шліфування

Попереднє (чорнове) шліфування циліндричної поверхні шийки деталі діаметром  $\varnothing 50,4-0,03$  мм. Обладнання та різальний інструмент такі ж, як у операції 030.

Чорнове (попереднє) шліфування циліндричної поверхні шийки деталі  $\varnothing 50,4-0,03$  мм. Обладнання та різальний інструмент аналогічні як у операції 030.

#### 040 Операція свердління

Свердління двох отворів до діаметра  $\varnothing 5$  мм з подальшим зенкуванням з обох боків до діаметра  $8$  мм під кутом  $90^\circ$ . Використовуване обладнання – вертикально-свердлильний верстат. Оснащення – спеціальний кондуктор та швидкозмінний патрон.

Свердління двох отворів до діаметра  $\varnothing 5$  мм із подальшим двохстороннім їх зенкуванням до діаметра  $8$  мм під кутом  $90^\circ$ . Обладнання – вертикально-свердлильний верстат. Оснащення – спеціальний кондуктор та швидкозмінний патрон.

#### 045 Операція різьбо нарізання

Нарізання різьби 2М  $33 \times 1,5$ . Використовуване обладнання – різьбонарізний верстат. Різальний інструмент – спеціальна різьбонарізна головка. Виконання контрольних операцій для перевірки точності основних розмірів деталі:  $\varnothing 65,4-0,03$  мм,  $\varnothing 50,4-0,03$  мм, кут переднього конуса  $32^\circ 51'$ , кут заднього конуса  $27^\circ 28'$ . Радіальне биття для  $\varnothing 65,4-0,03$  мм не повинно перевищувати  $0,02$  мм, для  $\varnothing 50,4-0,03$  мм – не більше  $0,03$  мм, для торця  $\varnothing 82$

мм – не більше 0,02 мм. Перевірка інших розмірів: 10,35 мм, ширина шліца, точність розташування шліца,  $\varnothing 39,0-0,25$  мм і різьба  $2M33 \times 1,5$ .

#### 050 Операція зубонарізна

Попереднє нарізання 13 спіральних зубів. Припуск на робочій поверхні зуба для фінішної обробки становить 0,5 мм. Використовуване обладнання – зубофрезерний верстат моделі 528. Різальний інструмент – різцева головка.

#### 055 Операція зубонарізання

Фінішна обробка зубчастих поверхонь з опуклої сторони, забезпечуючи бічний зазор при зачепленні з еталонною шестернею в діапазоні 0,25...0,35 мм.

#### 060 Операція зубонарізання

Фінішна обробка зубчастої поверхні з увігнутої сторони, забезпечуючи бічний зазор при зачепленні з еталонною шестернею в діапазоні 0,25...0,35 мм.

#### 065 Операція фрезерування

Формування фасок  $1,5 \times 45^\circ$  на кромках зубчастих поверхонь зі сторін великого та малого вінця. Використовуване обладнання – фрезерний верстат моделі С-479.

#### 070 Операція зачистки задирок на зубчастих поверхнях

Ручна зачистка задирок напильником.

#### 075 Операція контрольна

Після промивання деталей у 2%-му содовому розчині при температурі 70...80°C проводяться такі операції технічного контролю:

100% проміжний контроль деталей із зовнішнім оглядом;

Перевірка якості робочих поверхонь зубів у 3% деталей;

Перевірка бічного зазору при зачепленні з еталонною шестернею (діапазон зазору 0,25...0,35 мм) при значенні монтажних розмірів 119,2 і 72 мм у 10% деталей.

#### 080 Операція термічної обробки

Проведення цементації та гартування деталі на глибину 1,1...1,5 мм до твердості робочої поверхні HRC 56...62, збереження твердості матеріалу серцевини деталі в межах HRC 35...45, при твердості різьбової поверхні HRC

35. Далі зачищають центруючий отвір шліфувальним конічним кругом на вертикально-свердлильному верстаті. Перевірка биття поверхонь Д і Д1 на правильному пресі – значення не повинні перевищувати 0,02 мм і 0,05 мм відповідно.

#### 085 Операція шліфування

Фінішне шліфування поверхні шийки деталі Ø65 мм і торцевої поверхні Ø82 мм. Обладнання – круглошліфувальний верстат моделі 3152. Різальний інструмент – шліфувальний круг ПВД 500×86×305 340 Е4ОСТ1К.

#### 090 Операція шліфування

Фінішне шліфування поверхні шийки деталі Ø50 мм. Обладнання та різальний інструмент аналогічні як у операції 085.

#### 095 Операція шліфування

Фінішне шліфування шліцевої поверхні деталі Ø45-0,017 мм. Обладнання круглошліфувальний верстат моделі 3152. Різальний інструмент – шліфувальний круг Є25СТ2К.

В подальшому здійснюється, при необхідності, прогін різьбової поверхні 2М33×1,5 з використанням плашки а також промивання деталі.

#### 0100 Операція контрольна

Контрольна операція включає в себе 100% зовнішній огляд деталей а також контроль точності наступних розмірів деталей - Ø65 мм, Ø50 мм і Ø45-0,017 мм, різьба 2М33×1,5, биття поверхонь Д, Д1, Д2 і Т, овальність та конусність Ø50 мм.

### **1.6 Основні причини зношення робочих поверхонь деталі та їх аналіз**

Аналіз причин зношення деталі ведучої вал-шестерні включає декілька ключових аспектів, які можуть спричинити зниження її експлуатаційних характеристик. Однією з основних причин є неправильний вибір матеріалу або його низька якість. Якщо матеріал не відповідає вимогам щодо міцності та

зносостійкості, деталь швидко втрачає свої властивості під впливом навантажень.

Недостатня або неправильна термічна обробка також може спричинити зношування. Якщо деталь не була належним чином загартована або відпущена, вона може мати недостатню твердість або надмірну крихкість, що призводить до прискореного зносу або поломки під навантаженням.

Неправильна геометрія зубців або їх погана якість обробки може спричинити нерівномірний розподіл навантаження на поверхні зубців, що призводить до локального зносу. Наявність задирок, нерівностей або дефектів поверхні також підвищує ризик зносу.

Неякісне змащення або його відсутність є ще однією важливою причиною зношування. Якщо деталь не отримує достатньої кількості мастила або мастило не відповідає вимогам, зростає тертя між поверхнями, що призводить до їх швидкого зносу та перегріву.

Погане регулювання або неправильне встановлення деталей в трансмісійній системі можуть викликати додаткові навантаження і вібрації, що сприяє зношуванню. Наприклад, якщо ведуча шестерня неправильно встановлена відносно веденої, це може спричинити нерівномірне навантаження на зубці та їх прискорений знос.

Високі механічні навантаження, які перевищують допустимі для даної деталі, також призводять до зношування. Це може бути результатом неправильної експлуатації автомобіля, перевантаження або агресивних умов експлуатації.

Корозія є ще однією причиною зношування, особливо якщо деталь експлуатується в умовах підвищеної волоДСТУі або контактує з агресивними хімічними речовинами. Корозія послаблює матеріал деталі, сприяючи її швидкому зносу та руйнуванню.

Нарешті, виробничі дефекти, такі як тріщини, пори або внутрішні напруження, можуть спричинити зниження експлуатаційних характеристик

ведучої вал-шестерні. Такі дефекти можуть бути наслідком недостатнього контролю якості на етапах виготовлення та обробки.

### **1.7 Основні етапи технологічного процесу збирання заднього моста автомобіля**

Технологічний процес збирання заднього моста складається з ряду послідовних операцій, кожна з яких виконується з використанням спеціалізованого устаткування та інструментів. Спочатку проводиться підготовка компонентів, що включає очищення, перевірку на відповідність розмірів і контроль якості. Далі здійснюється безпосереднє збирання заднього моста.

Першою операцією є монтаж корпусу диференціала. Корпус встановлюється на монтажному стенді, де його позиціюють і фіксують для подальшого складання. Використовується гідравлічний прес для встановлення підшипників диференціала, забезпечуючи точне позиціонування і надійне кріплення.

Наступним етапом є встановлення ведучої шестерні та підшипників. Шестерня монтується в корпус диференціала за допомогою спеціального інструменту для монтажу шестерень. Підшипники встановлюються з використанням гідравлічного преса, забезпечуючи правильне розташування і належну фіксацію.

Після цього виконується установка півосей у корпус заднього моста. Півосі вставляються в корпус і фіксуються за допомогою фіксаторів, що забезпечують надійне кріплення. Для цієї операції використовуються спеціальні фіксатори і монтажні пристосування.

Далі проводиться установка гальмівних механізмів на півосі. Гальмівні барабани або диски монтуються на кінці півосей, а гальмівні колодки або накладки встановлюються в барабани або на диски. Використовується набір інструментів для гальмівних систем, що включає знімачі, ключі та фіксатори.

Наступним кроком є встановлення веденої шестерні в корпус заднього моста. Шестерня монтується за допомогою спеціального інструменту, що забезпечує точне позиціонування і надійне кріплення. Після встановлення шестерні проводиться регулювання зазорів між зубцями ведучої і веденої шестерень з використанням індикаторів годинникового типу.

Після цього здійснюється встановлення кришок підшипників. Кришки встановлюються на підшипники диференціала і фіксуються болтами з використанням динамометричного ключа, що забезпечує належний момент затягування.

Далі проводиться установка ущільнювачів і сальників. Ущільнювачі встановлюються на місця посадки з використанням монтажних пристосувань, а сальники встановлюються за допомогою спеціальних інструментів для ущільнювальних елементів.

Після завершення основного складання проводиться заливка мастила в задній міст. Мастило заливається через заливні отвори з використанням насосного обладнання, забезпечуючи рівномірне заповнення всіх порожнин.

На завершення здійснюється контроль якості зібраного заднього моста. Проводяться випробування на герметичність, перевірка зазорів, контроль правильності складання та функціональних параметрів. Використовується обладнання для випробувань і діагностики, таке як стенди для перевірки герметичності та індикатори для вимірювання зазорів.

Після успішного проходження всіх випробувань зібраний задній міст пакується і готується до транспортування або установки на автомобіль. Упаковка здійснюється з використанням захисних матеріалів, що забезпечують безпеку компонентів під час транспортування.



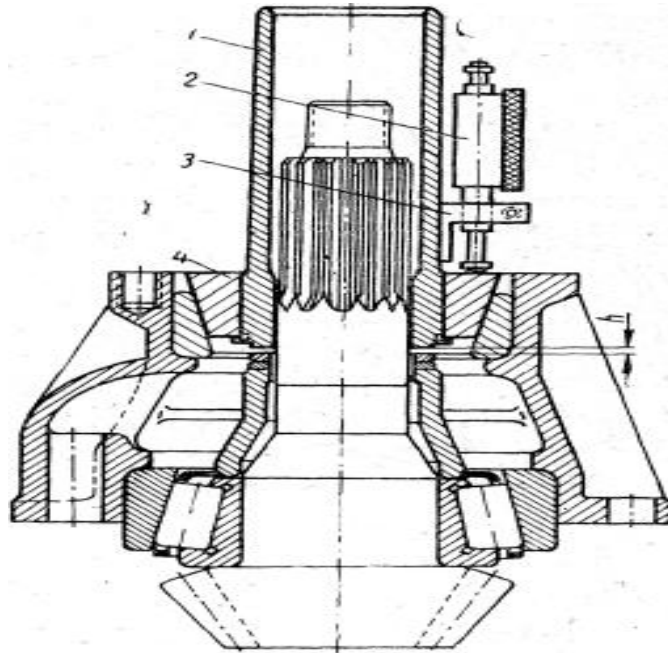


Рисунок.1.4 Приспособлення для підбору комплекта регулювальних шайб підшипників вала ведучої конічної шестерні.

Необхідно пам'ятати, що при складанні диференціала в корпус сателітів слід встановлювати комплект напівосьових шестерень і сателітів лише одного типу обробки (з проструганими або протягнутими зубами), оскільки при різних способах нарізування зубів ці шестерні не взаємозамінні.

Двоступеневий редуктор після складання піддають обкатці та контролю.

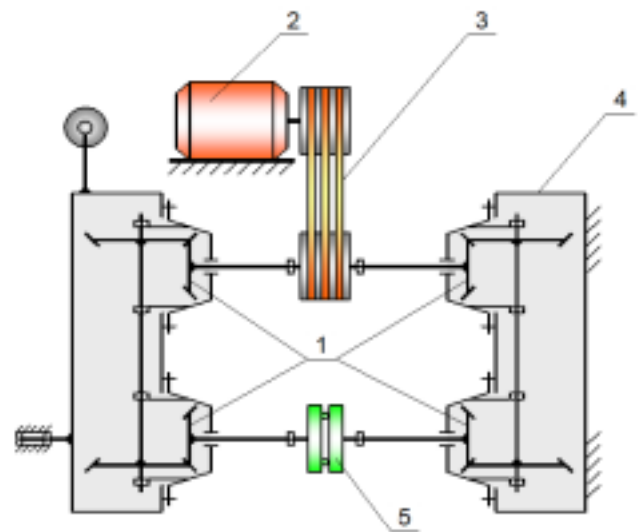
Після складання задні мости проходять обкатку та випробування на стенді під навантаженням.

## 1.8 Припрацювання і випробування ведучих мостів

Стенди дозволяють проводити випробування в умовах, максимально наближених до реальних (рисунок 1.5), що забезпечує високу точність і достовірність результатів. Завдяки відсутності або мінімізації додаткових механізмів, зменшується ймовірність виникнення похибок, пов'язаних з їх зносом або несправностями. Це, в свою чергу, сприяє більш точному оцінюванню характеристик та надійності випробовуваних компонентів.



а



б

Рисунок.1.5 Загальний вигляд стану (а) та його кінематична схема (б) для випробувань головних передач:

1 - головні передачі, які підлягають випробуванню; 2 - електродвигун; 3 - пасова передача; 4 – корпус стану; 5 – механізм навантаження.

#### Метод статичного навантаження

Цей метод передбачає поступове прикладання статичного навантаження до компонентів системи для оцінки їх міцності та стійкості до деформацій. Перевага цього методу полягає у можливості точно контролювати величину навантаження та спостерігати за реакцією системи в умовах, що наближені до реальних експлуатаційних.

#### Метод динамічного навантаження

В цьому випадку використовується змінне або імпульсне навантаження для імітації робочих умов, які зазнають компоненти під час експлуатації. Такий метод допомагає виявити можливі проблеми з вібрацією, зносом та динамічною міцністю.

#### Метод термообробки

Застосування високих або низьких температур для оцінки поведінки матеріалів і компонентів під екстремальними умовами. Це важливо для

розуміння, як система буде функціонувати при різних температурних режимах, що можуть виникати в реальних умовах експлуатації.

#### Метод ультразвукового тестування

Використання ультразвукових хвиль для виявлення внутрішніх дефектів в матеріалах і компонентах без їх пошкодження. Цей метод дозволяє виявити тріщини, пустоти або інші дефекти, які можуть негативно впливати на надійність системи.

#### Метод магнітного контролю

Використання магнітних полів для виявлення поверхневих і підповерхневих дефектів в феромагнітних матеріалах. Це ефективний метод для виявлення тріщин і інших дефектів у металевих компонентах.

#### Метод вібраційного тестування

Застосування вібраційних навантажень для оцінки стійкості і міцності компонентів до вібраційних впливів. Цей метод допомагає зрозуміти, як компоненти поведуться під впливом постійних або періодичних вібрацій, що часто зустрічаються в роботі машин і механізмів.

#### Метод корозійного тестування

Застосування агресивних середовищ для оцінки стійкості матеріалів і компонентів до корозії. Це особливо важливо для оцінки довговічності та надійності систем, які експлуатуються в умовах високої володСТУі, агресивних хімічних середовищ або соляного туману.

## **2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ**

### **2.1 Розробка технологічного процесу ремонту ведучої вал-шестерні головної передачі автомобіля RENAULT PREMIUM 2000**

Для задоволення потреб народного господарства в перевезенні пасажирів та вантажів автомобільний транспорт займає ведуче місце. Одним з можливих напрямків збільшення ресурсу автотранспорту країни є його ремонт, тому йому приділяється особлива увага.

В процесі експлуатації автомобіля, його надійність зменшується в наслідок спрацювання деталей, а також в наслідок корозії і втоми матеріалу з якого вони виготовлені.

Ремонт машини, як область людської діяльності, виник одночасно з появою автомобіля. Ремонти автомобілів завжди потрібні з економічної точки зору, тому в процесі експлуатації автомобіль проходить в автотранспортному підприємстві (АТП) періодичний технічний огляд (ТО) і при необхідності плановий ремонт (ПР), які здійснюються шляхом заміни окремих деталей, які зносилися в процесі роботи.

Завдання ремонту полягає в тому, щоб з найменшим втратами відновити втрачену автомобілем працездатність.

Організації ремонту автомобілів в нашій країні постійно приділяється велика увага. На великих спеціалізованих авторемонтних підприємствах створюються умови для широкого застосування найбільш вдосконалених технологічних процесів, сучасного обладнання, автоматизації роботи. Цей напрямок автомобілеремонтного виробництва приведе до різкого підвищення якості ремонту.

### 2.1.1 Функціональне призначення та умови експлуатації ведучої вал-шестерні

Ведуча вал-шестерня є ключовим елементом у трансмісії вантажного автомобіля, яка відповідає за передачу обертального моменту від двигуна до ведучих коліс. Основні функції ведучої вал-шестерні включають:

1. Передача обертального моменту: Вал-шестерня забезпечує передачу потужності від двигуна до коліс, дозволяючи автомобілю рухатися.

2. Перетворення обертального руху: Вона перетворює обертальний рух двигуна в обертальний рух ведучих коліс з відповідною швидкістю та моментом.

3. Забезпечення необхідного передавального числа: Завдяки правильному співвідношенню зубців на шестерні, забезпечується потрібне передавальне число, що впливає на тягові властивості та швидкість автомобіля.

4. Синхронізація обертів: Вал-шестерня синхронізує оберти двигуна з обертами коліс, забезпечуючи плавну та ефективну роботу трансмісії.

Робоче креслення ведучої вал-шестерні головної передачі автомобіля показано на рисунку 2.1



Рисунок. 2.1 Робоче креслення ведучої вал-шестерні головної передачі автомобіля

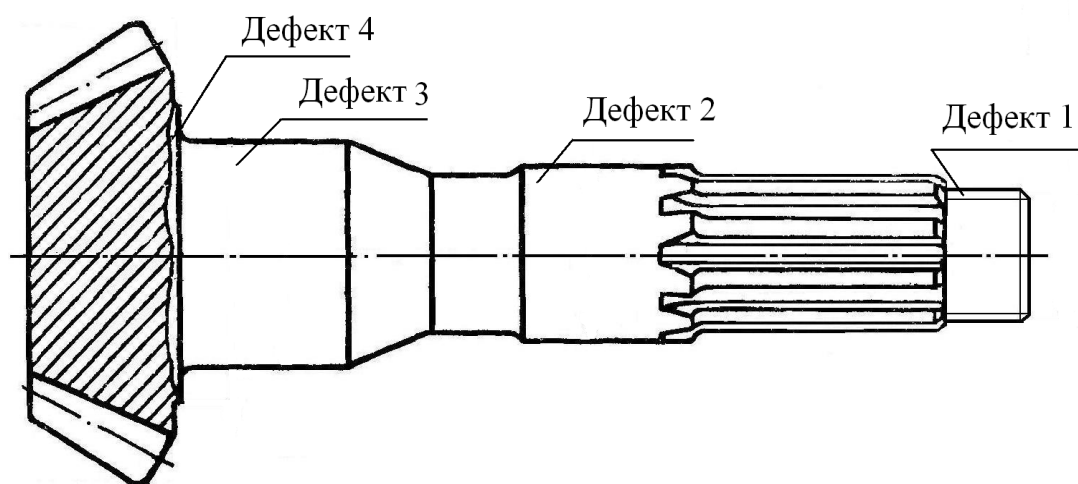
Ведуча шестерня головної передачі автомобіля є складним компонентом неправильної форми (вал-шестерня). Різьба М60 призначена для закріплення гайки на хвостовику. У центральній частині знаходяться дві шийки діаметром 70 мм і 75 мм для монтажу підшипників.

Поверхня діаметром 57,5 мм призначена для центрування під час установки і також є опорною. За умовами експлуатації різьба піддається зрізу і зминанню, а також зношуються шийки діаметром 70 мм і 75 мм під підшипники (зменшення діаметра). Поверхні для підшипників і різьби працюють при мастилi.

Вал-шестерня виготовляється зі сталі 45. Механічні властивості сталі 45 :  $\sigma_B = 61 \text{ кгс/мм}^2$ ,  $\sigma_T = 36 \text{ кгс/мм}^2$ ,  $\delta = 16\%$ ,  $\psi = 40\%$ , НВ = 228-286.

### 2.1.2 Основні дефекти робочих поверхонь ведучої вал-шестерні головної передачі автомобіля

Під час експлуатації вал-шестерні під дією різноманітних факторів виникають наступні дефекти на її робочих поверхнях:



Рисунк. 2.2 Схема розміщення дефектів на робочих поверхнях ведучої вал-шестерні головної передачі автомобіля

Систематизовано види пошкоджень на робочих поверхнях ведучої вал-шестерні головної передачі автомобіля внаслідок дії силових параметрів навантаження, динамічного характеру зміни навантажень, реверсивного характеру руху, впливу абразиву, недосконалого мащення робочих поверхонь, похибок при складанні окремих вузлів та агрегатів. До основних пошкоджень робочих поверхонь відносяться:

1. Інтенсивне зношення різьбових поверхонь М33 - двох та більше витків.
2. Нерівномірне зношення зовнішньої циліндричної поверхні діаметром 50 під підшипник до 49,9 мм - на величину 0,2 мм.
3. Нерівномірне зношення зовнішньої циліндричної поверхні діаметром 65 під підшипник до 64,9 мм - на величину 0,2 мм.
4. Нерівномірне зношення циліндричної поверхні діаметр 82 мм - на величину 0,6 мм. Поява такої пошкоджуваності виникає не часто.

В таблиці 2.1 приведено основні характеристики видів пошкоджуваностей робочих поверхонь вал-шестерні та варіанти їх усунення.

Таблиця 2.1 Основні дефекти робочих поверхонь ведучої вал-шестерні головної передачі автомобіля

Вид дефекту	Методи виявлення дефектів поверхні. Контрольний інструмент	Розміри поверхонь, мм		Спосіб усунення дефектів поверхонь деталі
		Робоче креслення деталі	Спосіб відновлення розмірів поверхонь деталі	
Поверхневі тріщини	Візуальний контроль. Дефектоскоп магнітного типу М-217		Заміна	Відбраковка

	Зношення робочих поверхонь різьби	Візуальний контроль та вимірювання параметрів різьбової поверхні з використанням різьбового калібру	M3x1,5 мм	Відновлення. Використання методу вібродугового наплавлення. Обробка поверхні до одержання заданих розмірів	Відновлення зношеної поверхні методом вібродугового наплавлення. Обробка поверхні до одержання заданого розміру.
	Зношення зовнішньої циліндричної поверхні Ø50 мм	Вимірювання параметрів точності та якості. Мікрометр 25...50 мм	Ø50-0,017 мм	При розмірі меншим 49.97 мм, робочу поверхню відновити методом вібродугового наплавлення. Обробка поверхні до одержання заданих розмірів	Зношену поверхню відновити методом вібродугового наплавлення. Обробка поверхні до заданого розміру.
	Зношення зовнішньої циліндричної поверхні Ø65 мм	Контроль діаметра поверхні деталі. Мікрометр 50...75 мм	Ø65-0,020 мм	При зменшенні розміру нижче 64.97 мм, поверхню відновити використовуючи метод вібродугового наплавлення. Подальша механічна обробка до одержання заданих розмірів	Відновлення поверхні методом вібродугового наплавлення.



	Зношення зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 82$ мм	Контроль діаметра поверхні деталі. Нутромір індикаторний 50...100 мм	$\varnothing 82, -0,2$ мм	При збільшенні розміру вище 81.8 мм, поверхню відновити використовуючи метод вібродугового наплавлення, при подальшій механічній обробці	Відновлення поверхні методом вібродугового наплавлення.
	Спрацювання робочої поверхні шліцевого паза шириною 7 мм	Контроль розмірів за допомогою шаблона	$7+0,058$ мм	Відновлення заданої поверхні методом автоматичного наплавлення під шаром флюсу, з подальшою механічною обробкою	Відновлення методом автоматичного наплавлення під шаром флюсу.

### 2.1.3 Аналіз основних методів для усунення впливу ведучих факторів на процеси утворення дефектів на робочих поверхнях деталей

Приведена інформація щодо характеру основних видів зношення різьбових поверхонь вал-шестерні та факторів, які впливають на їх появу. Проаналізовано технологічні можливості методів, які використовуються для підвищення зносостійкості даних поверхонь (рисунки 2.3, 2.4).

*Метод металізації.* При використанні даного методу на робочих поверхнях відновлювальних деталей формується шар металу необхідної товщини з доволі високими параметрами пористості та крихкості. Для одержання заданих параметрів точності та якості поверхні із даним шаром металу необхідна подальша механічна обробка, в даному випадку – нарізання різьбової поверхні. При однократній металізації товщина нанесеного шару металу, як правило, не перевищує 0,5 мм, що не достатньо для усунення даного

дефекту (зношення поверхні). Для одержання необхідної товщини нанесеного металу, якаб перекривала товщину зношеного шару необхідно 3...5- кратне повторення даного процесу, що можна віднести до його недоліку. Неefективність примінення даного методу для відновлення зношених поверхонь деталей зумовлено також високою собівартістю процесу.

*Метод ручного та механізованого процесу зварювання поверхонь деталей під шаром флюсу.* Серед основних методів для відновлення зношених поверхонь, з використанням даної технології, доволі широко приміняється метод ручного електродугового наплавлення, метод ручного газового наплавлення, метод ручного аргонодугового наплавлення. Вибір того чи іншого методу залежить від матеріалу відновлювальної деталі, її геометричних розмірів, заданих параметрів точності та якості поверхонь, величини зносу поверхні деталі, типу виробництва, техніко-економічними показниками, примінення того чи іншого методу.

*Метод вібродугового наплавлення.* До основних способів вібродугового наплавлення під шаром флюсу відносяться: метод вібродугового наплавлення в рідкому середовищі, метод вібродугового наплавлення в середовищі вуглекислого газу, методи вібродугового наплавлення у повітряному середовищі, ультразвуковому полі, з використанням порошкового дроту. Критерії вибору того чи іншого методу аналогічні як і для попереднього методу.

Крім перелічених вище способів відновлення зношених поверхонь деталей, використовуються також методи мікронаплавлення, припікання порошків, наплавлення в середовищі вуглекислого газу, як з процесами охолодження, так і без охолодження, процеси хромування та залізнення поверхонь деталей.

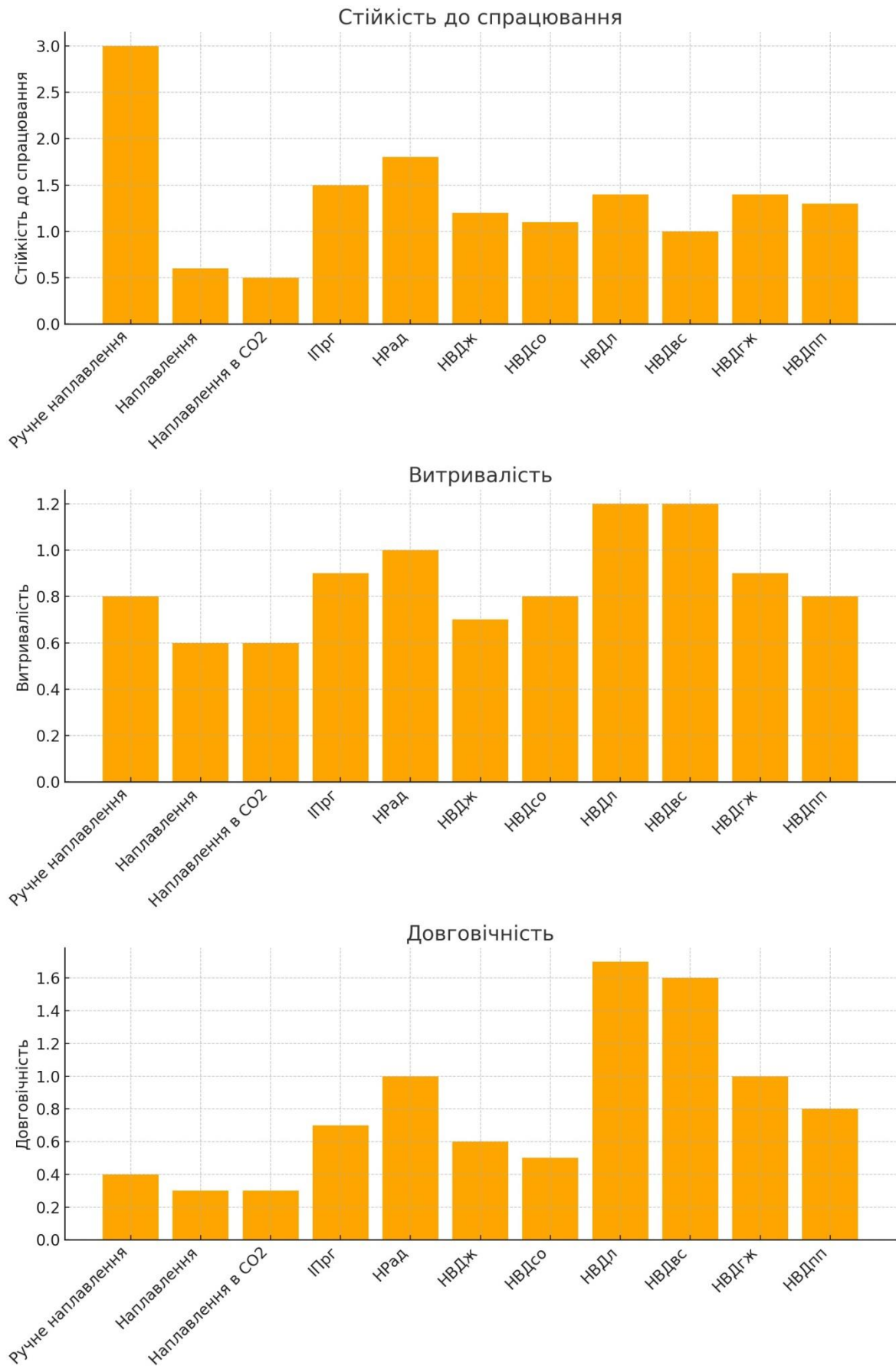


Рисунок 2.3 Вплив методів зовнішньої напавки деталей на параметри стійкості до працювання, витривалості та довговічності

### Стійкість до спрацювання

- Ручне наплавлення: Висока стійкість до спрацювання, в діапазоні 1..3.
- Вібродугове наплавлення: Стійкість до спрацювання становить 0.7, що є нижчою порівняно з ручним наплавленням.
- Наплавлення в CO<sub>2</sub>: Має стійкість до спрацювання 0.85, що трохи вище за вібродугове наплавлення.
- Інші методи (НРГ, НРад, НВДж, НВДсо, НВДп, НВДвс, НВДгж, НВДпп, НВДуз, НУГ, НУГох) показують значення стійкості до спрацювання від 0.85 до 1.46, що вказує на варіативність залежно від конкретного методу.

### Витривалість

- Ручне наплавлення: Витривалість в діапазоні 0.7...0.8.
- Вібродугове наплавлення: Витривалість становить 0.7.
- Наплавлення в CO<sub>2</sub>: Має витривалість 0.62, що є нижчою порівняно з попередніми двома методами.
- Інші методи (НРГ, НРад, НВДж, НВДсо, НВДп, НВДвс, НВДгж, НВДпп, НВДуз, НУГ, НУГох) мають витривалість від 0.62 до 1.17, з найбільшими значеннями у НВДвс та НВДгж.

### Довговічність

- Ручне наплавлення: Довговічність становить 0.49.
- Вібродугове наплавлення: Має довговічність 0.48.
- Наплавлення в CO<sub>2</sub>: Показник довговічності становить 0.4.
- Інші методи (НРГ, НРад, НВДж, НВДсо, НВДп, НВДвс, НВДгж, НВДпп, НВДуз, НУГ, НУГох) демонструють діапазон довговічності від 0.42 до 1.68, де НВДгж показує найбільшу довговічність.

### Загальні спостереження

- Ручне наплавлення демонструє найвищу стійкість до спрацювання, проте його витривалість та довговічність нижчі порівняно з іншими методами.
- Вібродугове наплавлення та наплавлення в CO<sub>2</sub> мають середні показники стійкості, витривалості та довговічності.

• Деякі методи (наприклад, НВДвс та НВДгж) мають високі показники витривалості та довговічності, що робить їх привабливими для використання у випадках, де важлива тривалість служби матеріалу.

Ці графіки допомагають візуально оцінити переваги та недоліки кожного з методів наплавлення, що може бути корисним при виборі оптимального методу для конкретних умов експлуатації.

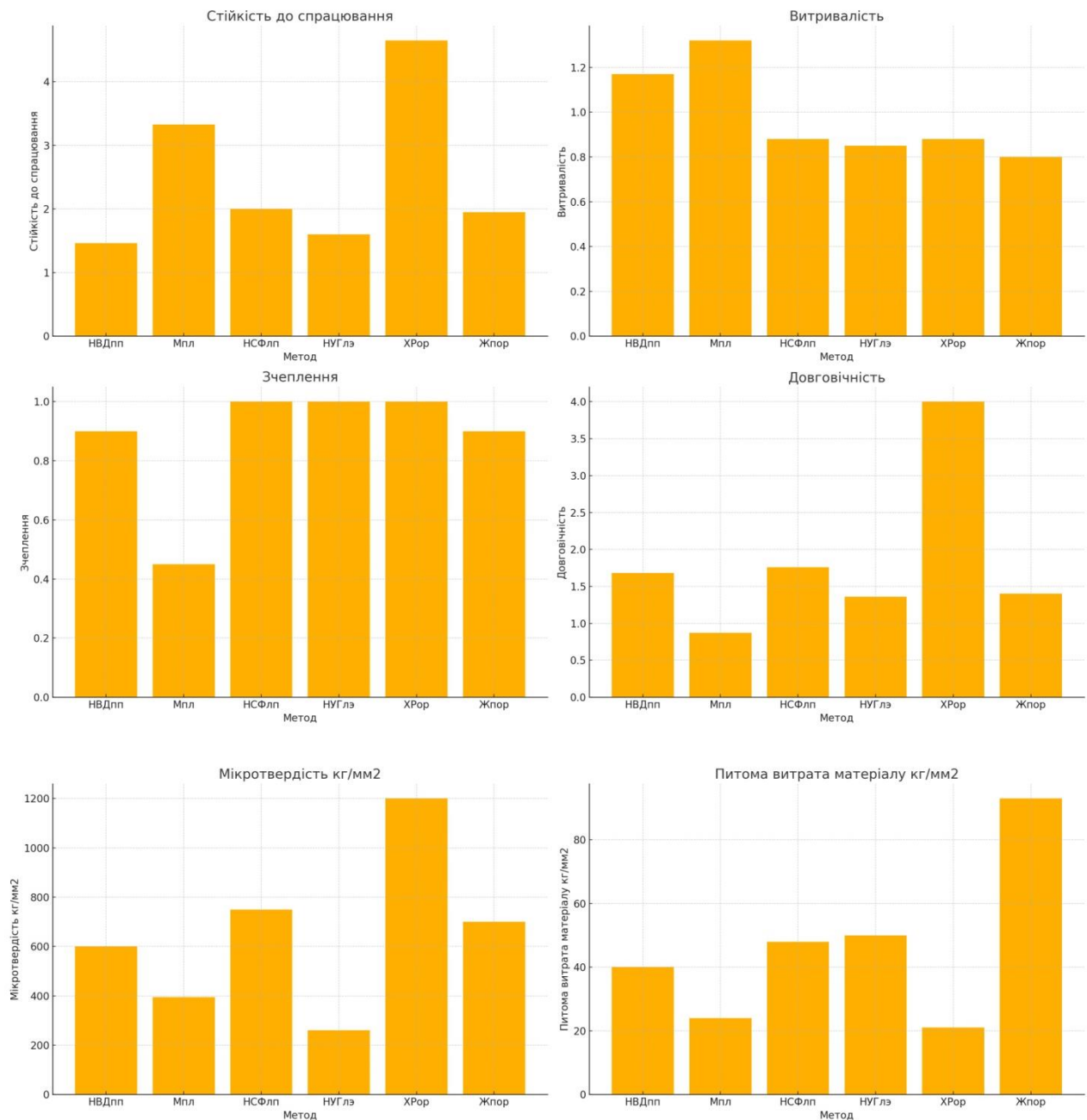


Рисунок 2.4 Вплив методів зовнішньої наплавки деталей на параметри експлуатаційної надійності

## 1. Стійкість до спрацювання

Графік показує стійкість до спрацювання для різних методів наплавлення:

- НВДпп: 1.46 Мпл: діапазон 1.05-3.33, що є найбільшим діапазоном серед всіх методів. НСФлп: діапазон 1.5-2.0. НУГлэ: діапазон 1.3-1.6. ХРор: діапазон 1.8-4.65, найвищий максимум серед всіх методів. Жпор: 1.95, що є стабільним показником.

## 2. Витривалість

Графік демонструє витривалість для кожного методу:

- НВДпп: діапазон 1.12-1.17. Мпл: діапазон 0.66-1.32, що є найбільшим діапазоном. НСФлп: діапазон 0.85-0.88. НУГлэ: 0.85. ХРор: 0.88.
- Жпор: 0.8.

## 3. Зчеплення

Графік показує рівень зчеплення для кожного методу:

- НВДпп: 0.9. Мпл: діапазон 0.35-0.45, найнижчий показник серед всіх методів. НСФлп: 1.0. НУГлэ: 1.0. ХРор: 1.0. Жпор: 0.9.

## 4. Довговічність

Графік ілюструє довговічність для кожного методу:

- НВДпп: діапазон 1.4-1.68. Мпл: 0.87. НСФлп: діапазон 1.27-1.76.
- НУГлэ: діапазон 1.1-1.36. ХРор: діапазон 1.58-4.0, найбільший діапазон.
- Жпор: 1.4. 5. Мікротвердість (кг/мм<sup>2</sup>)

Графік демонструє мікротвердість матеріалів після наплавлення:

- НВДпп: діапазон 450-600 кг/мм<sup>2</sup>. Мпл: діапазон 318-395 кг/мм<sup>2</sup>. НСФлп: діапазон 600-750 кг/мм<sup>2</sup>. НУГлэ: діапазон 240-260 кг/мм<sup>2</sup>. ХРор: діапазон 880-1200 кг/мм<sup>2</sup>, найвищий показник. Жпор: діапазон 500-700 кг/мм<sup>2</sup>.

## 6. Питома витрата матеріалу (кг/мм<sup>2</sup>)

Графік показує витрату матеріалу для кожного з методів:

- НВДпп: діапазон 35-40 кг/мм<sup>2</sup>. Мпл: діапазон 16-24 кг/мм<sup>2</sup>, найнижчий показник. НСФлп: діапазон 38-48 кг/мм<sup>2</sup>. НУГлэ: діапазон 35-50 кг/мм<sup>2</sup>. ХРор: 21 кг/мм<sup>2</sup>. Жпор: діапазон 47-93 кг/мм<sup>2</sup>.

### Загальні спостереження

- НВДпп має стабільні показники у більшості параметрів, за винятком зчеплення, де показник середній. Мпл демонструє широкий діапазон витривалості та найнижчу витрату матеріалу, але має низьке зчеплення. НСФлп має високі показники стійкості, довговічності та мікротвердості. НУГлэ показує середні результати у більшості параметрів. ХРор відзначається високими показниками у всіх параметрах, особливо мікротвердості. Жпор має стабільні середні показники у більшості параметрів.

Ці графіки допомагають візуально оцінити ефективність різних методів наплавлення, що може бути корисним при виборі оптимального методу для конкретних умов експлуатації.

На основі аналізу зведеної таблиці обираємо метод відновлення - ХРор (хромування в саморегулюючому електроліті), враховуючи вимоги до фізико-механічних властивостей відновленої поверхні. Як альтернативний варіант нарощування вибираємо вібродугове наплавлення порошковим дротом. Враховуючи, що хромування при значному зношенні та великій товщині нарощування потребуватиме значних витрат, остаточне рішення про метод відновлення буде прийняте після розробки технологічного процесу та оцінки витрат з урахуванням величини зношення конкретної деталі.

## **2.2 Характеристики основних способів відновлення зношених поверхонь деталі вал-шестерня**

### **2.2.1 Відновлення деталей вібродуговим наплавленням.**

Метод відновлення деталей за допомогою вібруючого електроду та автоматичної головки з використанням охолоджуючої рідини має кілька переваг у порівнянні з іншими методами наплавлення: мінімальне нагрівання відновлюваної деталі, незначна зона термічного впливу, що дозволяє зберегти хімічний склад і фізико-механічні властивості деталі майже без змін.

Додатково, використання електродного дроту з відповідним вмістом вуглецю дозволяє отримати різні види гартівних структур наплавленого металу, які характеризуються високою твердістю та зносостійкістю. Однак, структура і твердість наплавленого металу можуть бути неоднорідними, з можливими появами пор і мікротріщин на межах окремих валиків. Великі внутрішні напруження та дефекти структури у вигляді пор і мікротріщин суттєво знижують втомну міцність деталей, що працюють при знакозмінних навантаженнях, тому для таких деталей вібродугове наплавлення не рекомендується.

Вібродугове наплавлення може виконуватися не тільки в середовищі охолоджуючої рідини, але й у захисних газах, під флюсом тощо. В останньому випадку наплавлений метал має більш однорідну структуру з меншими внутрішніми напруженнями, що робить цей метод підходящим для відновлення деталей, що працюють при знакозмінних навантаженнях, особливо з наступним зміцненням.

На рисунку 2.5 показана електрокінематична схема установки для наплавлення. Деталь 1, яку необхідно наплавити, закріплюється в патроні токарного верстата і приводиться в обертальний рух під час кругового наплавлення. На супорті верстата встановлений корпус автоматичної головки, що включає механізм 5 подачі дроту з касетою 6, електромагнітний вібратор 7 з мундштуком 9. Кінець електродного дроту 10 здійснює коливальний рух за допомогою вібратора 7, що спричиняє замикання і розмикання зварювального ланцюга між електродним дротом 10 і деталлю 1.

Для підведення струму від джерела 3 до деталі використовується ковзний контакт. Частота вібрації дроту, а відповідно замикання та розмикання зварювального ланцюга, становить 50-100 Гц. Завдяки тепловій енергії, що виділяється під час замикання і особливо розмикання зварювальної дуги, відбувається нагрівання електродів, плавлення кінців електродного дроту і зварювання металів. В зону наплавлення металу через канал 4 за допомогою насоса 11 подається охолоджуюча рідина, що сприяє загартуванню



наплавленого шару металу. Крім того, охолоджуюча рідина запобігає деформації деталі і покращує якість процесу.

Деталь 1 фіксується в патроні токарного верстата, забезпечуючи стабільне обертання під час наплавлення. Корпус автоматичної головки включає механізм подачі дроту, що дозволяє точно контролювати кількість поданого матеріалу. Вібратор створює високочастотні коливання, забезпечуючи ефективне замикання і розмикання зварювального ланцюга.

Подання охолоджуючої рідини через канал 4 за допомогою насоса 11 не тільки загартовує наплавлений шар, але й запобігає перегріву та деформації деталі, що підвищує якість кінцевого продукту.

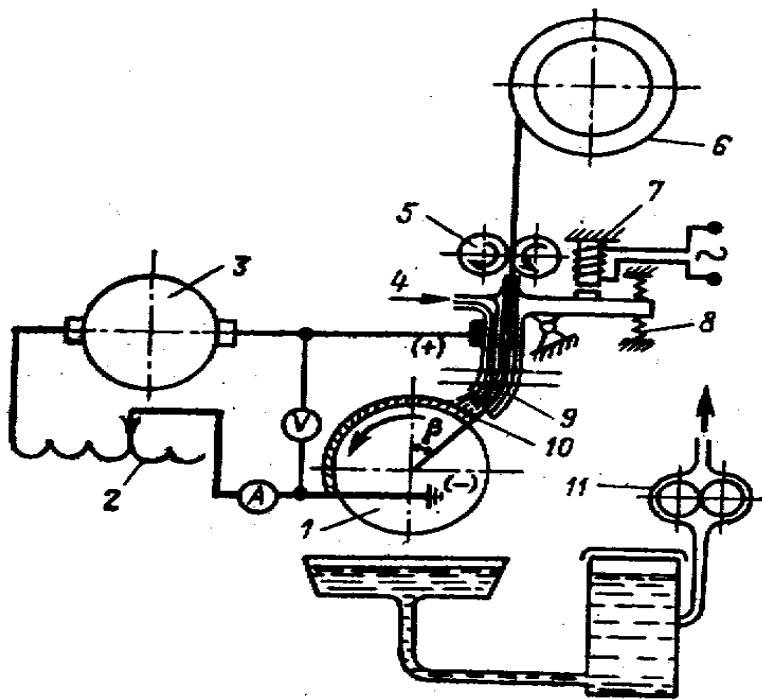


Рисунок.2.5 Електрокінематична схема установки для вібродугового наплавлення деталей

1- Деталь, яка наплавляється; 2, 3 – елементи електроприводу; 4 – канал; 5- механізм подачі наплавлюючого дроту; 6 – касета; 7, 8 – електромагнітні вібратори; 9 – мундштук; 10 – електродний дріт; 11 – насос.

Основною метою являється відновлення зношених поверхонь деталей шляхом нанесення шару металу за допомогою вібродугового наплавлення.

Основні етапи реалізації технологічного процесу вібродугового наплавлення деталей:

1. Підготовка обладнання та матеріалів:

*Перевірка верстата:* Переконатися, що токарний станок загального призначення типу 1А62 справний і готовий до роботи.

*Підготовка наплавлювальної головки:* Перевірити стан наплавлювальної головки ГМВК-2 (ОКС-1252) з механічним вібратором, переконатися, що насадки для охолодження деталі, касети для дроту, насос і бак для охолоджувальної рідини знаходяться в робочому стані.

*Електрообладнання:* Підключити джерело живлення, дросель, проводи, прилади та пускову апаратуру. Налаштувати агрегат типу АНД-1500, джерело постійного струму ПСУ-500 та випрямляч ВАГГ-15-600М на необхідні параметри.

2. Підготовка деталей:

*Очищення:* Видалити бруд, мастило та корозію з поверхні деталі, використовуючи металеві щітки та знежирюючі засоби.

*Попередня обробка:* Прощліфувати деталь для усунення значних дефектів і забезпечення кращого зчеплення наплавленого шару з основним металом.

3. Фіксація деталі:

*Закріплення:* Встановити деталь на токарному станку, використовуючи повідковий патрон та центри. Переконатися, що деталь надійно закріплена і не рухається під час процесу наплавлення.

4. Налаштування режиму наплавлення:

*Режими роботи:* Налаштувати струм, напругу та швидкість подачі дроту відповідно до специфікацій деталі та використовуваних матеріалів. Зазвичай використовують постійний струм зі зворотною полярністю для забезпечення високої якості наплавлення.

5. Процес наплавлення:

*Наплавлення:* Виконувати наплавлення з постійним контролем параметрів процесу. Вібрація електрода забезпечує стабільність дуги і рівномірне розподілення металу на поверхні деталі.

*Охолодження:* Під час процесу наплавлення подавати охолоджувальну рідину через насадки для зниження температури деталі і зменшення термічної деформації.

#### 6. Контроль якості:

*Перевірка:* Після завершення наплавлення перевірити якість нанесеного шару, звертаючи увагу на його товщину, рівномірність та відсутність дефектів (тріщин, пор тощо).

#### 7. Післяобробка:

*Очищення:* Видалити залишки охолоджувальної рідини та інші забруднення з поверхні деталі.

*Фінальна обробка:* Виконати механічну обробку (шліфування) для надання деталі необхідної форми і точності.

#### Переваги вібродугового наплавлення:

*Якість:* Забезпечує високу міцність зчеплення наплавленого металу з основним.

*Стабільність:* Вібрація електрода сприяє рівномірному розподіленню металу.

*Контроль:* Можливість точно контролювати параметри процесу для досягнення необхідних характеристик наплавленого шару.

Як охолоджувальну рідину використовують 4-6% водний розчин кальцинованої соди або 20% водний розчин технічного гліцерину.

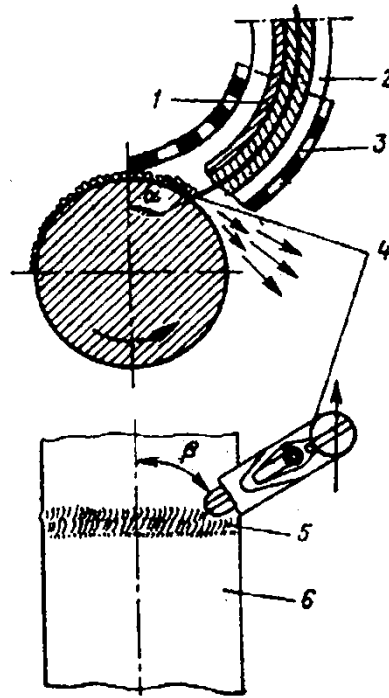


Рисунок.2.6 Схема наплавочної головки : 1 – канал для рідини, 2 – мундштук, 3 – гумовий чехол, 4 – електрод, 5 – шар, що наплавляється, 6 – деталь

Вібродугове наплавлення — це процес нанесення шару металу на поверхню деталі за допомогою електричної дуги, яка стабілізується вібраціями електрода. Цей метод може здійснюватися як на постійному, так і на змінному струмі, залежно від вимог до якості та характеристик напавленого шару.

Постійний струм (DC)

Особливості:

*Полярність:* Наплавлення на постійному струмі зазвичай виконується з зворотною полярністю, тобто деталь підключається до негативного полюса, а електрод — до позитивного.

*Якість:* Використання постійного струму забезпечує високу якість напавленого шару, оскільки струм стабільний і не має коливань, що сприяє рівномірному нагріванню та плавленню матеріалу.

*Міцність:* При зворотній полярності досягається висока міцність зчеплення напавленого металу з основним матеріалом, що особливо важливо для деталей, які піддаються значним механічним навантаженням.

*Обладнання:* Для виконання наплавлення на постійному струмі використовуються джерела живлення типу ПСУ-500, випрямлячі ВАГГ-15-600М та інші пристрої, що забезпечують стабільний постійний струм.

Змінний струм (АС)

Особливості:

*Коливання:* Наплавлення на змінному струмі виконується з використанням струму, який постійно змінює напрямок. Це може призводити до коливань у процесі плавлення та наплавлення, що може вплинути на рівномірність шару.

*Обладнання:* Для наплавлення на змінному струмі застосовуються зварювальні трансформатори, такі як СТЕ-34, які забезпечують необхідний рівень напруги та струму.

*Переваги:* Змінний струм може використовуватися для наплавлення деталей, які не вимагають високої точності та міцності зчеплення. Це може бути доцільним для великих деталей або конструкцій, де головною метою є заповнення дефектів або зношених ділянок.

Порівняння та вибір методу

*Постійний струм:* Підходить для високоякісного наплавлення, коли потрібна висока міцність зчеплення і рівномірність шару. Використовується для деталей, які піддаються значним навантаженням і деформаціям.

*Змінний струм:* Застосовується для менш критичних операцій, де основною метою є заповнення зношених поверхонь. Використання змінного струму може бути доцільним для великих деталей, де не потрібна висока точність.

Серед основних технологічних параметрів, які характеризують даний процес являються наступні: рівень вібрації системи в цілому, величина робочого вильоту електрода, механізм подачі охолоджувальної рідини, середня швидкість подачі електронного дроту в зону наплавлення, подовжнє переміщення наплавлюючої головки – так званний крок наплавлення, сумарні

витрати охолоджувальної рідини. В залежності від заданої товщини наплавлювального шару величина швидкості наплавлення визначається за формулою:

$$v_n = 0,785d^2 \cdot v_{пр} \cdot \eta / (h \cdot s), \quad (2.1)$$

Де  $v_n$  – параметр швидкості наплавлення, м/хв;  $d$  – значення діаметра електрода, мм;  $v_{пр}$  – параметр швидкості подачі наплавлюваного дроту, м/хв;  $\eta=1-\phi$  – поправочний коефіцієнт при переході електродного металу в наплавлений шар ( $\phi$  – сумарні втрати розплавленого електродного металу);  $h$  – товщина металу, який наплавляється мм;  $s$  – величина кроку наплавлення, мм/об.

Оптимальна швидкість наплавлення (м/хв), із формуванням якісного наплавленого металу визначається за формулою:

$$v_n = (0,4..0,7)v_{пр}. \quad (2.2)$$

Розрахунок частоти обертання деталі при наплавленні:  $n = 1000 \cdot v_n / (\pi \cdot D)$ , Де  $D$  – діаметр деталі яка наплавляється, мм.

Технологічні параметри процесу дугового наплавлення: середня швидкість подачі електродного дроту в зону наплавлення – 1,2...2,0 м/хв.; середня швидкість процесу наплавлення – 0,3...2,0 м/хв.; крок наплавлення – 2,0...3,0 мм/об.

Технологічно метод вібродугового наплавлення при подачі охолоджувальної рідини можна застосувати для невеликих за розмірами деталей, які пройшли термічну або хіміко-термічну обробку, або деталей, які працюють в режимі статичного навантаження. До таких деталей відноситься: шийки деталей, під сальники для різних фланців, шийки розподільних валів та інші.

Перед наплавленням робочі поверхні деталі обов'язково очищаються від бруду та корозії. Деталі пар тертя. в тому числі рухомих з'єднань із незначною величиною зносу до 0,15 мм або незначним викривленням форми. А також деталі із значною овальністю форми, попередньо шліфують для одержання рівномірно наплавленого шару високої якості з необхідною структурою та механічними властивостями. Мета даної обробки – повне усунення перелічених

дефектів. Шліцові та шпоночні пази, отвори на поверхні деталі. Перед процесом наплавлення закривають мідними або графітовими пробками.

Поряд з іншими методами наплавлення, вібродугове наплавлення забезпечує відновлення деталей, як до початкового (вихідного) розміру, так і до відповідного ремонтного розміру. Підлягають вібродуговому наплавленню деталі розміри пошкоджених поверхонь яких перевищили межі ремонтних розмірів. До механічних методів обробки наплавлених поверхонь деталей відносяться чорнове та чистове шліфування. Серед методів, які ефективно використовуються при відновленні пошкоджених поверхонь деталей – хромування. До переваг даного методу відносяться: підвищена мікротвердість хромованої поверхні, яка у 1,5...2,0 вища у порівнянні із гартуванням токами високої частоти; висока зносостійкість хромованих поверхонь, яка у 3...5 разів вища порівняно із гартованими поверхнями; висока антифрикційність покриттів (коефіцієнт тертя на 50% менший у порівнянні із сталями та чавунами); доволі висока корозійна стійкість покриття при задовільних характеристиках адгезії.

До основних недоліків даного процесу можна віднести: незначний вихід металу за ступом (10...40%); мала швидкість відкладення хрому на відновлювальну поверхню – 0,03 мм/год; агресивність використовуваного електроліту, а також значна кількість токсичних парів; незначна товщина хромового покриття – до 0,3 мм; доволі складний з технологічної точки зору процес, який включає в себе значну кількість підготовчих та фінішних операцій; у випадку знакоперемінних навантажень на деталь знижується її втомна міцність.

Найбільш широко використовується універсальний сірчаноокислий електроліт, в склад якого входять:  $\text{Cr}^{3+}$  - 250 г/л,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  - 2,5 г/л,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  - 3...5 г/л,  $\text{Fe} < 5$  г/л. Параметри, які характеризують режим хромування: діапазон температур використовуваного електроліту – 45...60° С, при щільності струму в межах до 60 А/дм<sup>2</sup>. Основні операції процесу хромування: підготовка робочих поверхонь та відповідного обладнання; технологічний процес осадження

металу на робочі поверхні4 фінішні операції. Призначення підготовчих операцій – забезпечення необхідної міцності зчеплення покриття з металом деталей, які відновлюються. На властивості одержуваних покриттів впливають склад електроліту, режими електролізу, фінішні методи обробки.

Послідовність виконання та зміст основних операцій технологічного процесу хромування:

1. Фінішні методи обробки відновлювальних поверхонь деталі з використанням шліфування або полірування і полькою їх промивкою.

2. Поверхні деталі. Які не підлягають відновленню, ізолюються за допомогою розчиненого в ацетоні целулоїда, або гумового клею. Даний процес використовується для уникнення можливого викривлення силових ліній отворів.

3. Для забезпечення більш рівномірної відстані між робочими анодами та деталями та полегшення їх занурення у робочу ванну, деталі монтують на спеціальну підвіску.

4. Для якісного забезпечення процесу зчеплення покриттів з металом деталі всі робочі поверхні знежирюють та очищують від забруднень. Для реалізації даного процесу використовують промивання деталей гасом, бензином, знежирення деталей в розчинах лугу, електролітичне знежирення. В склад електроліту для електролітичного знежирення поверхонь деталей входять: їдкий натр  $\text{NaOH}$  - 100 г/л, рідке скло  $\text{Na}_2\text{Si}_3$ , щільність струму  $D = 3-10 \text{ А/дм}^2$ ,  $t = 80^\circ\text{C}$ , при цьому анодом служить залізна пластина, а катодом – деталь.

5. Процес видалення тонких плівок окислів на поверхні деталі для подальшого виявлення структури вихідного металу. Декапування проводиться травленням у розчині

6. Осадження хрому на відновлювальну поверхню деталі певної товщини із забезпеченням розміру деталі, при врахуванні необхідного припуску для подальшої механічної обробки (шліфування). Яке здійснюється у



відповідній ванні. В подальшому деталі промивають для видалення залишків електроліту.

7. Фінішні операції: промивання деталей у гарячій воді, зняття деталей із відповідних підвісок, зняття попередньо нанесених ізоляцій, контрольні операції, щодо якості покриття та процесу шліфування. При цьому величина припуску хромового покриття на операцію шліфування складає 0,03...0,05 мм.

### **2.3 Основні етапи розробки технологічного процесу ремонту ведучої вал-шестерні головної передачі автомобіля**

Детальний аналіз наявних дефектів на робочих поверхнях вал-шестерні, комплекс технічних вимог на виготовлення даних деталей по параметрах точності та якості, матеріалу деталі, технологічні можливості існуючих основних методів відновлення зношених поверхонь зумовили вибір та послідовність виконання основних операцій по її відновленню до заданих робочих параметрів.

Розрахунок величини основного часу при операції вібродугового наплавлення поверхні:

$$t_o = 0,06F \cdot l \cdot \gamma \cdot k_p \cdot k_c / (\alpha_n \cdot I) \quad (2.3)$$

Де:  $F$  – загальна площа поперечного січення зварного шва, 7,0 мм<sup>2</sup>;

$l_1, l_2$  – розрахункові довжини зварного шва, 1634 мм, 1508 мм;

$\gamma$  – величина щільності наплавленого металу, 7,8 г/см<sup>3</sup>

$k_p$  – розрахунковий коефіцієнт при розбризкуванні металу, 0,9;

$k_c$  – прийнятий коефіцієнт складності виконання роботи, 1,0

$\alpha_n = 6$  г/А·год – коефіцієнт, який враховує розплавлення металу;

$I$  – величина зварювального струму 200 А;

$$t_{o1} = 0,06 \cdot 7,0 \cdot 1634 \cdot 7,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0 / (6 \cdot 200) = 4,0 \text{ хв,}$$

$$t_{o2} = 0,06 \cdot 7,0 \cdot 1508 \cdot 7,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0 / (6 \cdot 200) = 3,7 \text{ хв,}$$

Визначення величини допоміжного часу:

$$t_b = 0,95 \text{ хв.}$$

Визначення величини додаткового часу:

$$(t_{обс} + t_{от}) = 0,05 \cdot (4,0 + 3,7 + 0,95) = 0,43 \text{ хв.}$$

Визначення величини підготовчо-заключного часу (партія з 10 деталей):

$$t_{пз} = 5 \text{ хв}$$

Визначення величини штучно-калькуляційного часу на одну деталь:

$$t_{шк} = 4,0 + 3,7 + 0,95 + 0,43 + 5/10 = 9,6 \text{ хв.}$$

*Операція гальванічного покриття.*

Послідовність виконання дій при гальванічному покритті поверхонь деталі: розміщення деталі в гальванічній ванні і її закріплення; реалізація технологічного процесу гальванічного нарощування шару металу на зношену поверхню деталі; промивка деталі;

Розрахунок основного часу процесу гальванічного покриття деталі у ванні:

$$t_o = 60 \cdot 1000 \cdot h \cdot \gamma / (P_k \cdot c \cdot \phi)$$

Де:  $h$  - задана товщина шару матеріалу покриття, 0,3 мм;

$\gamma$  - щільність хрому (метал, який осаджується), 6,9 г/см<sup>3</sup>;

$P_k$  – прийняте значення катодної щільності струму, 50 А/дм<sup>2</sup>;

$c$  – нормативний електрохімічний еквівалент, 0,324 г/А·год

$\phi = 18\%$  - вихід наплавлюючого металу (хрому) по параметру струму, 18%.

$$t_o = 60 \cdot 1000 \cdot 0,3 \cdot 6,9 / (50 \cdot 0,324 \cdot 18) = 426 \text{ хв.}$$

Визначення допоміжного часу процесу гальванічного наплавлення:

$$t_b = t'_b + t''_b \quad (2.6)$$

Де:  $t'_b$  – величина допоміжного часу, який перекривається основним часом,

$t''_b$  – величина допоміжного часу, який не перекривається основним часом.

## **3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ**

### **3.1 Робоче креслення та принцип роботи пристрою для розбирання картера підшипників валу ведучої шестерні**

Технологічний процес розбирання підшипників для шестерні ведучої моста заднього автомобіля RENAULT PREMIUM 2000, як правило, здійснюється звикористанням слюсарних верстаків із позиційною фіксацією у спеціальних слюсарних лещатах, або з приміненням відповідних пристосувань із ручним затискачем.

Приведена конструкція пристрою із деякими конструктивними змінами (вдосконаленнями), які дозволили суттєво понизити трудомісткості операцій розбирання та складання, зменшити собівартість даної операції із деяким покращенням умов праці ремонтників (рис. 3.1). Реалізація запропонованих конструктивних змін при виготовленні даного пристрою та його застосування в технологічному процесі розбирання та складання підшипників для шестерні ведучої моста заднього автомобіля RENAULT PREMIUM 2000, відповідає сучасним тенденціям в автомобілебудуванні, а саме в процесах ремонту та відновлення деталей.

Приведена конструкція запропонованого пристрою, який призначений для суттєвого зменшення трудомісткості виконання робіт при розбиранні та складанні підшипникового вузла вала-шестерні ведучого заднього моста автомобіля RENAULT PREMIUM 2000. Крім цього, конструктивні особливості даного пристрою, як показує практика його експлуатації, забезпечує необхідні параметри точності та якості зібраних вузлів та агрегатів. До переваг даного пристрою можна віднести простоту його конструкції, жорсткість основних вузлів, зручність при встановленні та знятті вузлів та агрегатів, зручність в експлуатації, не висока дороговизна при його виготовленні та експлуатації.

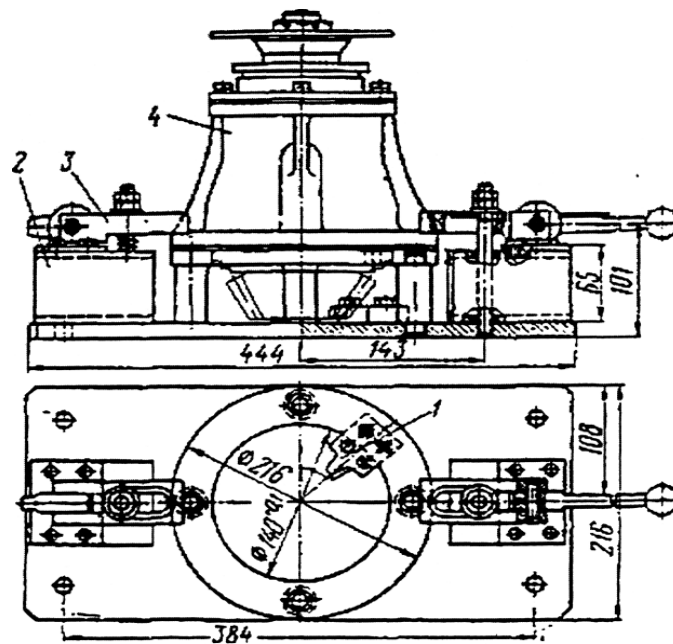


Рисунок 3.1 Загальний вигляд пристрою для реалізації процесів розбирання і складання картера підшипників валу ведучої шестерні автомобіля RENAULT PREMIUM 2000,

В робочому положенні даний пристрій встановлюється на слюсарному верстаку із подальшим його кріпленням за допомогою чотирьох болтів. Разом із кріпильною шпилькою, яка служить направляючою для переміщення елементів механізму притиску вузла, на поверхні плити розміщені також два стояки. Елементи механізму притиску переміщуються за допомогою рукоятки із відповідними ексцентриками. Картер підшипників, який встановлений на чотири центруючі шпильки, при допомозі притискачів через спеціальний фланець притискається до даних шпильок, а ведуча вал-шестерня фіксується за допомогою спеціальних пристроїв у заданому робочому положенні (згідно технологічної карти збирання та розбирання даного вузла).

Основні етапи виконання технологічних операцій для закріплення картера підшипників ведучої вал-шестерні заднього моста автомобіля: розшпінтувати, відкрутити прижимні гайки, які зєднують вал-шестерню із фланцем, зняття вал-шестерні у комплекті із підшипниковим вузлом.

Основні етапи розрахунку найбільш відповідальних деталей пристрою по параметру міцності: розрахунок на міцність елементів різьбової поверхні М 10 х 1,5 мм механізму затиску пристрою. Значення вихідних даних для проведення розрахунку: максимальне зусилля, яке виникає при затягуванні різьбового з'єднання – 25000 кг/с; величина зовнішнього діаметру різьбової поверхні  $d = 10$  мм; величина середнього діаметра різьбової поверхні  $d_2 = d - 1 + 0.026 = 10 - 1 + 0.026 = 9.026$  мм; величина внутрішнього діаметра різьбової поверхні  $d_1 = d - 2 + 0.376 = 10 - 2 + 0.376 = 8.376$  мм; робоча висота гайки  $h_2 = 14$  мм.

Формула для визначення робочої кількості витків різьбової поверхні гайки:

$$Z = h_2 / P = 14 / 1.5 = 9.3, \text{ приймаємо число робочих витків } - 9.$$

Визначення величини робочого зусилля, яке виникає на одному робочому витку різьбової поверхні:

$$Q = (P \cdot L) / (R_{сн} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \gamma) \cdot 0.6 \cdot M \cdot Z) = (15 \cdot 45) / (120 \cdot 0.15839 \cdot 0.6 \cdot 0.1 \cdot 5) = 1138.8 \text{ кг} \cdot \text{с},$$

Де:  $P$  – параметр робочого зусилля;

$L$  – довжина механізму затиску;

$\alpha$  – заданий кут підйому різьбового витка  $t = 2^\circ 30'$ ;

$\gamma$  – кут тертя різьбової поверхні  $\operatorname{tg} \gamma = 6^\circ 30'$ ;

$Z$  – коефіцієнт величини кута торця опори  $Z = 0.5$ ;

$M$  – коефіцієнт тертя різьбової поверхні  $= 0.1$ .

Формула для визначення значення дотичного напруження у різьбовому з'єднанні:

$$\sigma_m = (4 \cdot Q) / (\pi \cdot (d_2 - d_2 \cdot \alpha) \cdot \alpha) = 4 \cdot 1138.8) / (3.14 \cdot (9.026 \cdot 81.47) \cdot 14) = 5.81 \text{ кг} \cdot \text{с} / \text{мм}.$$

Формула для визначення параметру необхідного запасу міцності різьбової поверхні виходячи із умови  $\sigma_m \leq [\sigma_m]$

$$n = [\sigma_m] / \sigma_m = 30 / 5.81 = 5.16$$

Де:  $[\sigma_m]$  – допустиме напруження  $30 \text{ кг} \cdot \text{с} / \text{мм}$ .

Розрахунок параметрів пружини механізму затиску пристрою.

Прийняті значення для розрахунку: робоче зусилля пружини

Приймаємо значення вихідних данни для розрахунку: задане робоче зусилля пружини  $P = 50 \dots 70$  Н; зовнішній діаметр пружини – 26 мм; величина робочого хіду пружини – 12 мм; робоче зусилля підтискання пружини –  $P = 30$  Н.

В результаті розрахунків вибрана пружина № 352. Основні характеристики пружини:  $d$  - діаметр робочого дроту, 2,2 мм;  $Z$  – жорсткість одного витка пружини, 30180 Н/мм;  $P_3$  - сила, яка виникає при найбільшій деформації пружини, 100 Н;  $f$  – значення максимального прогину одного витка пружини, 3,312 мм.

Величина жорсткості одного витка пружини визначається за формулою:

$$Z = \frac{P_2 - P_1}{h} = \frac{65 - 30}{12} = 3 \text{ Н.}$$

Значення загального числа робочих витків пружини визначається за формулою:

$$n = \frac{Z_1}{Z} = \frac{30,18}{3} = 10,5.$$

Формула для визначення цілогоо числа витків пружини:

$$n_1 = n + 1,5 = 10,5 + 1,5 = 12.$$

Формула для визначення значення величин деформації висоти та кроку пружини:

$$F_1 = \frac{P_1}{Z} = \frac{30}{3} = 10 \text{ мм}; H_3 = (n_1 + 1 - n_3) \cdot d = (12 + 1 - 1,5) \cdot 2,2 = 25 \text{ мм};$$

$$F_2 = \frac{P_2}{Z} = \frac{65}{3} = 21 \text{ мм}; H_0 = H_3 + F_3 = 25 + 33 = 58 \text{ мм};$$

$$F_3 = \frac{P_3}{Z} = \frac{103}{3} = 33 \text{ мм}; H_1 = H_0 - F_1 = 58 - 10 = 48 \text{ мм};$$

$$H_2 = H_0 - F_2 = 58 - 21 = 37 \text{ мм};$$

$$t = f_3 + d = 3,113 + 2,2 = 5,5 \text{ мм.}$$

## 3.2 Аналіз основних способів електродугової зварки та наплавлення

### 3.2.1 Автоматичне наплавлення деталей під шаром флюсу

Даний метод наплавки являється одним із найбільш прогресивних і широкоживаним способом відновлення зношених деталей, який приміняється на авторемонтних підприємствах. Технологічна суть методу полягає в реалізації комплексу взаємопов'язаних технологічних міроприємств (рис. 3.2).

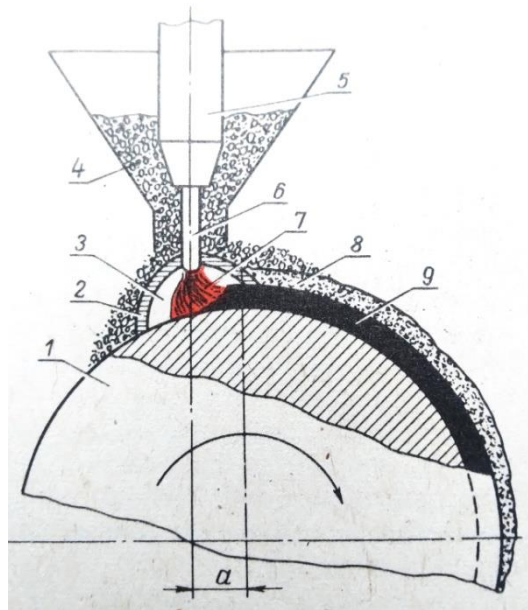


Рисунок 3.2 Принципова схема процесу автоматичного наплавлення  
деталей під шаром флюсу

1 - деталь; 2-оболонка з флюсу; 5 — газовий простір; 4 - бункер з флюсом; 5 - мундштук; 6 - електрод; 7 - електрична дуга; 8 - шлакова кірка; 9 - наплавлений шар (шов).

В процесі наплавлення робочих поверхонь деталей між електродом 6 і відповідною поверхнею обертової деталі 1 горить дуга 7. За допомогою спеціального автоматичного пристрою електродний дріт у безперервному режимі подається в зону наплавлення безпосередньо через мундштук 5. Флюсовий матеріал у вигляді гранул насипається в зону наплавлення шаром товщиною 55...65 мм із спеціального бункера 4. В процесі безперервного

горіння дуги під шаром рідкого флюсу 2, утворюється газовий простір 3 в якому і знаходиться дуга.

Роль рідкого шару флюсу 2 полягає у надійному захисті розплавленого металу від дії агресивних елементів навколишнього середовища (окислювання), суттєво зменшує шкідливе розбрискування розплавленого металу, впливає на якість формувального шва 9, економить тепло дуги та розплавленого металу.

При охолодженні розплавленого металу утворюється шлакова кірка 8, яка суттєво зменшує швидкість охолодження та позитивно впливає на структурні перетворення матеріалу наплавленого на поверхні деталі. Враховуючи незначну відстань від робочої зони мундштука до робочої поверхні деталі (виліт електрода) збільшується щільність зварювальних струмів до 160...220 А/мм<sup>2</sup>. Як показує практика, використання даного методу сумарні витрати на утворення чаду та розбрискування розплавленого металу, як правило, не перевищують 2,5% від загальної маси розплавленого металу. У порівнянні із ручним зварюванням метод наплавлення деталей під флюсом характеризується підвищеним коефіцієнтом наплавленн, який становить 15...20 г/А-год.

До недоліків автоматичного наплавлення деталей під шаром флюсу можна віднести: обмежена можливість візуального контролю за горінням дуги в зоні наплавлення та значна собівартість робочого флюсу. Це зумовлює підвищені вимоги до параметрів точності вихідної деталі, а також ускладнюється процес наплавлення поверхонь деталей складної конфігурації.

Як правило, процес автоматичного наплавлення деталей під флюсом використовують для відновлення в основному зовнішніх циліндричних та плоских поверхонь. Спрощений варіант наплавлення деталей можна зреалізувати на токарних верстатах, використавши деякі спеціальні пристосування. На супорті верстата встановлюють зварювальну головку, а на шпинделі верстата для підведення струму до відновлювальної деталі закріплюють спеціальний струмознімач. Підготовлену для наплавлення деталь закріплюють на верстаті у токарному патроні та в центрах. Використання циліндричних деталей діаметром меншим 80 мм, не раціонально, а при діаметрі



деталі менше 40 мм, процес наплавлення зреалізувати практично не можливо.

Для одержання наплавочного шва на поверхні відновлювальної деталі, необхідної якості, наплавочний електрод необхідно змістити від центру деталі у протилежному напрямку обертання деталі на величину  $a$  (рис. 3.2). Величина даного зміщення в основному залежить від геометричних розмірів деталі, в тому числі діаметра, сили зварного струму, параметрів дуги (довжина та напруга), частоти обертання заготовки. При діаметрі деталей 75...350 мм наплавлення поверхонь відбувається із величиною зміщення електрода в діапазоні 5...35 мм, при чому, чим менший діаметр, значення зміщення збільшується. На практиці величину зміщення електрода визначають, як правило, дослідним шляхом, враховуючи якість одержаного шва.

На якість наплавленого шва впливає вибір конкретної марки флюсу. У випадку автоматизованого наплавлення деталей використовують як плавлені так і не плавлені керамічні флюси, а також флюси, які являють собою відповідні суміші.

*Плавлені флюси.* Даний вид флюсів відноситься до складних силікатів і за своїми характеристиками наближені до скла з температурою плавлення більше 1100 ° С. Щодо розміру зерен (значення стандартизовані) дані флюси поділяються на чотири групи із діапазоном розмірі зерен 0,1...5 мм і відносяться до слабозокислюваних. В практиці наплавлення деталей, при їх ремонті, знайшли примінення плавлені флюси марок АН-348А, ОСЦ-45 і АН-60, із вмістом 30...40 % закису марганцю. До переваг даних флюсів відносяться: висока стійкість плавильної дуги, незначні викиди шкідливих домішок, задовільна продуктивність процесу наплавлення.

*Керамічні флюси.* Щодо складу та способу виготовлення дні флюси аналогічні якісним покриттям електродми і містять в собі, як захисні так і легуючі та модифікуючі елементи. Поряд із керамічними флюсами появляється можливість в широкому діапазоні легувати наплавлений шар із отриманням високоякісних зносостійких покриттів.

*Флюси-суміші.* Дані суміші одержують змішуючи плавлені т керамічні

флюси у необхідних пропорціях в залежності від заданих властивостей наплавленого шару .

### 3.2.2 Процес автоматичного наплавлення поверхонь деталей в середовищі захисних газів.

Робочим середовищем для реалізації даного процесу наплавлення являється вуглекислий газ (рисунок 3.3). Послідовність виконання операцій при автоматичному наплавленні деталей в середовищі вуглекислого газу: подача вуглекислого газу за допомогою спеціальних пальників в зону наплавлення. Пальники змонтовані за допомогою спеціальних апаратів на автоматичних зварювальних головках; вуглекислий газ по трубці 2, яка прикріплена до муштука 1 із робочого балона поступає у сопло 3 робочого паяльника. Вуглекислий газ омиває наконечник 4 та електродний дріт 5 захищаючи при цьому зону наплавлення від впливу агресивних компонентів зовнішнього середовища.

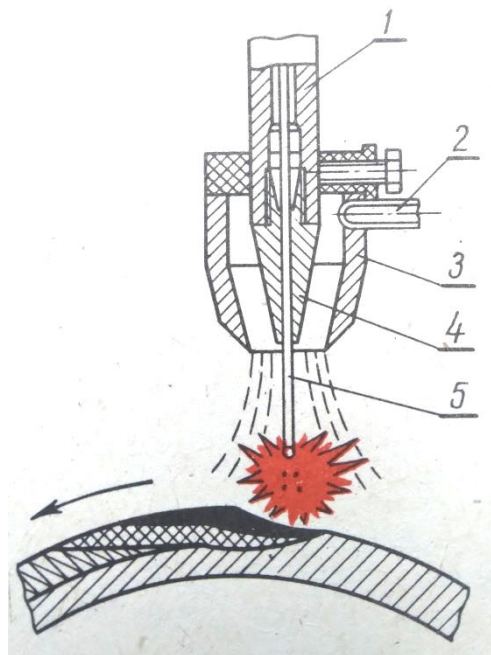


Рисунок 3.3 – Принципова схема процесу автоматизованого наплавлення деталей в середовищі вуглекислого газу.

### 3.2.3 Електровібраційне наплавлення на деталь металу в рідині автоматизованим методом

Принципова схема установки для автоматизованого електровібраційного наплавлення металу на деталь показано на рисунку 3.4.

Даний метод полягає у наплавденні шару матеріалу на зовнішню циліндричну поверхню вала-шестерні 1, яка кріпиться у патроні або в центрах токарного верстата. Корпус автоматизованої головки яка кріпиться до супорту верстата, містить в собі механізм подачі дроту 5, касету 6, електромагнітний або механічний вібратор 7 у парі іш мундштуком 3. Вібратор 7 служить для надання електродному дроту коливального руху за рахунок чого відбувається процес як замикання та і розмикання зварювального кола у контакті між деталлю та електродним дротом 2. Охолоджуюча рідина функція якої полягає в охолодженні та загартуванні наплавленого шару металу подається через канал 4 насосом 9.

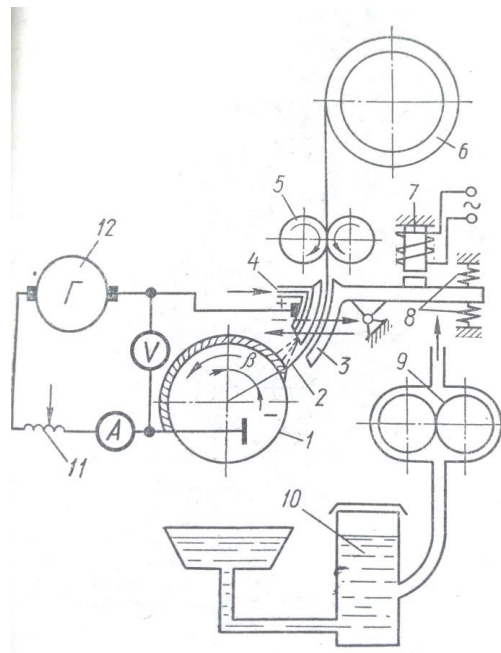


Рисунок 3.4 – Принципова схема установки для автоматизованого електровібраційного наплавлення шару металу на деталь 1 - деталь, яку наплавляють; 2 - електрод; 3 - вібраційний мундштук; 4 - канал для подачі рідини; 5 - ролик подавального механізму; 6 - касета для дроту; 7 - вібратор; 8 -

пружина; 9 - насос; 10 - фільтр-відстійник; 11 - дросель; 12 -генератор.

Параметри якості та твердості наплавленого на деталь шару металу в основному залежать від вибраних значень напруги та струму, від параметрів вібрації робочого електрода відносно поверхні деталі, вибраного матеріалу електродного дроту та властивостей охолоджувальної рідини.

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, СОНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Охорона праці і техніки безпеки на дільниці

При ремонті автомобілів, ремонті, монтажі та експлуатації об'єктів на автотранспортних підприємствах широко використовується ручна праця. При її використанні існує значна небезпека травмування робітників. Під час виконання робіт на дільниці виникають фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори, зокрема, це рухомі машини, механізми, незахищені рухомі частини (елементи) виробничого обладнання, засоби для переміщення заготовки деталі, матеріали, а також хімічні небезпечні фактори, які спричиняють небезпеку травмування робітника.

Щоб уникнути або зменшити випадки виникнення травмування, спричинених цими факторами, необхідно дотримуватись основних правил технічної безпеки. На дільниці основною є техніка безпеки при виконанні розбирально-складальних, мийно-очисних робіт і використання спеціального устаткування, пристроїв та інструментів. При виконанні розбирально-складальних робіт потрібно дотримуватись основних вимог техніки безпеки, які заключаються в наступному:

- дільниця складання-розбирання повинна мати міцні неспалювані стіни;
- підлога повинна бути рівною, гладкою, але не слизькою;
- не можна допускати на дільниці великої кількості агрегатів і деталей, забороняється загроможувати проходи;
- агрегати і деталі, які мають масу більше 10 кг необхідно знімати, транспортувати і встановлювати за допомогою підйомно-транспортних засобів;
- розбирати агрегати, які мають пружини, дозволяється тільки на спеціальних стендах або за допомогою пристосувань;
- при випресуванні деталей, які мають нерухому посадку, на пресах останні оснастити захисними решітками;
- для забезпечення електробезпеки кожне виробниче приміщення повинно бути огорожене шиною заземлення, розміщеною на 0.5 м від підлоги.

Всі корпуси електродвигуна також металеві частини! обладнання замулені або заземлені:

- переносний електроінструмент можна використовувати при

умові його справності при напрузі не більше 36 В. В процесі мийно-очисних робіт потрібно дотримуватись таких умов безпеки. Мити автомобілі, агрегати необхідно в спеціально відведених майданчиках. Двигуни та агрегати перед миттям звільняють від мастила, пального, гальмівної та охолоджувальної рідин. Миття агрегатів та деталей двигунів то працюють на етилованому бензині, потрібно здійснювати тільки після попередньої нейтралізації відкладень тетраетил ос вин цю гасом або іншими нейтралізуючими речовинами з подальшим обов'язковим промиванням гарячою водою. Під час промивання агрегатів необхідно дотримуватись таких вимог: • при механічному митті місце мийника повинно розташовуватися у водонепроникній кабіні; • пост відкритого шлангового миття потрібно розміщувати в зоні, яка ізольовані від відкритих струмоведучих провідників та устаткування, що знаходиться під напругою; • трапи, апарелі та підлоги на постах миття повинні бути шорсткою (рефлексною) поверхнею.

В процесі виконання мийно-очисних робіт з використанням лужних розчинів, кислот мийні машини та різні установки для виконання цих робіт пошиті бути обладнані місцевою вентиляцією. Крім місцевих вентиляційних підсосів на дільниці повинно бути замулення і заземлення. Для захисту органів дихання шкіри, слизистих оболонок очей під час виготовлення розчинів і при їх використанні слід використовувати індивідуальні засоби захисту: окуляри, рукавиці, респіратор. Розпочинаючи роботу, мийник повинен нанести на шкіру захисну пасту АВ-1. Особливу обережність необхідно зберігати при роботі з каустичною содою. Забороняється: застосовувати для миття двигунів і агрегатів бензин та легкозаймисті матеріали; мити та знежирювати деталі без загальної припливовитяжної та місцевої вентиляції у місцях мийки двигунів, агрегатів, мийних ванн. Правила безпеки при використанні спеціального устаткування пристроїв та інструментів. Пересувне та переносне устаткування повинно мати захвати для його переміщення. Конструкція підставок повинна забезпечувати надійність і стійкість при їх застосуванні, а також запобігти сковзанню транспортних засобів, які вставлені на них. На кожній підставці повинно бути

вказано граничне допустиме навантаження.

Ручні інструменти не повинні мати пошкоджень на робочих поверхнях - відколів, вибоїн; на бокових гранях у місцях затискання їх рукою - задирок та ДСТУрих ребер; на дерев'яних поверхнях ручок інструментів - сучків, задирок, тріщин; поверхня повинна бути гладкою. Дерев'яні ручки інструментів повинні мати бандажні кільця. Гайкові ключі повинні відповідати розмірам гайок та головок болтів і не мати тріщин. Забороняється користуватися пристроями та інструментами без щоденної перевірки їх перед роботою майстром або механіком; використовувати несправні інструмент або використовувати їх не за призначенням.

Дільниця спроектована згідно СНіП 2.09.02 – 2005. При плануванні виробничих приміщень враховано санітарну характеристику виробничих процесів і дотримано норми корисної площі для працюючих а також нормативів площ для розташування устаткування і ширини проходів. З метою запобігання травматизму у виробничому приміщенні застосовані попереджувальні пофарбування будівельних конструкцій, устаткування, трубопроводів, електрошин а також знаки безпеки відповідно до ДСТУ 12.4.026- 96. Для здорових і безпечних умов праці раціонально розташовано основне та 55 допоміжне устаткування, виробничі меблі а також правильно організовано робочі місця.

У відповідності з ДСТУ 12.3.002-2005 безпечність виробничого процесу забезпечується: правильним вибором технологічних процесів, робочих операцій та порядку обслуговування виробничого устаткування; вибрано виробниче приміщення; вибрано матеріали; організовано робочі місця; забезпечено вимоги безпеки в нормативно-технічній і технологічній документації. При організації технологічних процесів забезпечено: • усунення безпосереднього контакту працівників з вихідними матеріалами; • забезпечено автоматизацію виробничих процесів; • застосовано засоби колективного захисту; • забезпечено пожежо та вибухобезпеку. Вимоги техніки безпеки до виробничого обладнання дільниці:

1. Виробниче устаткування, пристрої та інструменти протягом усього періоду

експлуатації повинні відповідати вимогам безпеки згідно ДСТУ 12.2.003-91. 2. Небезпечні місця на ділянці огорожуються. 3. Конструкція устаткування виключає можливість їх падіння, опускання, перекидання та довільного зміщення при усіх передбачених умовах експлуатації і монтажу. 4. Кабелі повинні бути захищені від випадкового їх пошкодження. 5. Пристрої для зупинки та пуску устаткування розміщені так, щоб ними було зручно користуватися з робочого місця. 6. Поверхні пристроїв і елементи виробничого устаткування, які служать елементами небезпеки для працюючих, пофарбовані згідно ДСТУ 12.4.026-96. 7. Устаткування на ділянці в процесі експлуатації не забруднює виробниче середовище викидами шкідливих речовин у кількості більшій гранично допустимих значень, встановлених ДСТУ 12.1.005-98. 56 8. Устаткування, яке є джерелом шуму, ультразвуку, вібрації, повинно відповідати ДСТУ 12.1.003-93. 9. Контрольно вимірювальні прилади утримуються у справному стані, періодично перевіряти. 10. На несправне обладнання керівник ділянці вивішує таблицю, на якій вказано, що працювати на даному устаткуванні заборонено. 11. Устаткування гідравлічне і пневматичне виконано так, щоб будь-яка небезпека, що викликана цими видами енергії була виключена. 12. Пристрої для зупинки та пуску устаткування розміщені так, щоб ними було зручно користуватися з робочого місця. 13. Електричний інструмент підлягає періодичні перевірки не менше одного разу в 6 місяців згідно з ДСТУ 12.2.013.0-91. 14. У конструкціях ручного механізованого інструменту є пристрій для його підвішування. Раціональне розташування основного та допоміжного устаткування, виробничих меблів, а також правильна організація робочих місць мають важливе значення для здорових та безпечних умов праці. Столи, шафи, стелажі та інші виробничі меблі поставлені впритул до конструктивних елементів будівлі. До складу ділянці також ще входять допоміжні приміщення: гардероб, умивальні, туалети, їдальня. Всі робочі місця на ділянці атестовані. Умови праці відносяться до категорії допустимих, тобто не шкодять здоров'ю автомеханіків. Мікроклімат виробничих приміщень відповідає нормам



ДСТУ 12.1.005 - 98. На дільниці безпека праці включає в себе: безпеку виробничого процесу, безпеку виробничого обладнання та безпеку трудового процесу. Навчання з питань охорони праці на підприємстві здійснюється наступним чином : кожен працівник раз в три роки проходить навчання з техніки безпеки та ОП, а саме прослуховує лекції, відвідує семінарські і 57 практичні заняття, здає іспит і отримує посвідчення про допуск до відповідних видів робіт. Крім того з працівниками проводяться інструктажі:

1. Вступний – проводиться при прийомі на роботу в кабінеті ОП, представником служби ОП з одним або декількома працівниками, робиться запис в журналі з підписами. 2. Первинний – проводиться на робочому місці керівником робіт, з одним або групою працюючих, які працюють за одним фахом. 3. Повторний – раз в півроку, а для робіт з підвищеною небезпекою раз в три місяці, або якщо перерва в роботі становить більше 60 днів, а для робіт з підвищеною небезпекою – 30 днів. 4. Цільовий – проводиться при зміні робіт, або при видачі наряду допуску. 5. Позаплановий – якщо стався нещасний випадок або при заміні обладнання і пристосувань, змінах в технологічному процесі, якщо пройшла реконструкція підприємства, а також при змінах законодавства про охорону праці. На дільниці передбачена організована природна вентиляція. Крім того на дільниці застосовується загальнообмінна штучна витяжна вентиляція і спеціальна витяжка для видалення вихлопних газів під час роботи двигуна автомобіля в середині дільниці. Необхідну температуру в холодну пору року забезпечує загальнозаводське водяне опалення низького тиску.

Для нормальних умов праці дільниця, а особливо робоче місце повинно бути добре освітленим. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш-продуктивно, зростає небезпека помилок і недоліків та нещасних випадків. Погане освітлення на робочому місці може привести до професійних захворювань. Наприклад короткозорості. Праця в першу чергу потребує максимального використання природного освітлення. Необхідна освітленість дільниці забезпечується використанням суміщеного

освітленням, яке складається з природнього 58 бокового двохстороннього і штучного комбінованого. В склад штучного комбінованого освітлення входить загальне, локалізоване ( люмінесцентні лампи з робочою напругою 220 В ) а саме ЛП001 у кількості 6-ти ламп загальною потужністю 480Вт (в кожному світильнику по дві лампи ЛБ-40) і місцеве освітлення ( лампи розжарювання з робочою напругою 36 В ). Освітленість дільниці складає: робоче - 300 лк, аварійне - 2 лк , евакуаційне – 0,5 лк , охоронне – 0,5 лк , чергове – 0,5 лк.. Основними джерелами вібрації є вентиляція, електромеханічне обладнання. Джерела вібрацій ізолюються за рахунок встановлення їх на гумових або пружинних ізоляторах , внаслідок чого рівень вібрації не перевищує допустимих норм . Сильні електромагнітні поля на дільниці відсутні . Тому засоби захисту від електромагнітного випромінювання не застосовуються. Захист від враження електричним струмом здійснюється за рахунок під'єднання всього обладнання , що працює під напругою, до захисного заземлення. Вертикальні заземлювачі розміщені по периметру будівлі.

#### **4.2 Протипожежна стійкість промислового підприємства авторемонтного профілю.**

Пожежі на авторемонтних підприємствах представляють велику небезпеку для тих, що працюють і можуть заподіяти величезний матеріальний збиток. Питання забезпечення пожежної безпеки виробничих будівель і споруд має державний характер. Пожежна безпека може бути забезпечена заходами пожежної профілактики і активного пожежного захисту. Поняття пожежної профілактики включає комплекс заходів, необхідних для попередження виникнення пожежі або зменшення його наслідків. Під активним пожежним захистом розуміються заходи, що забезпечують успішну боротьбу з виникаючими пожежами або вибухонебезпечною ситуацією.

Оцінка пожежної небезпеки об'єктів ґрунтується на даних про пожежно небезпечні властивості речовин, що зберігаються на цих об'єктах, і матеріалів. Пожежна небезпека речовин і матеріалів визначається комплексом показників,

що характеризують критичні умови виникнення і розвитку процесу горіння. У методах оцінки пожежної небезпеки, в основних напрямках профілактичної роботи по попередженню пожеж, і в активному пожежному захисті. Для проведення профілактичної роботи на авторемонтних підприємствах необхідно проводити відповідні заходи, направлені на зниження пожежної небезпеки технологічних процесів виробництва.

Щоб привернути інженернотехнічний персонал і інших працівників до розробки і проведення цих заходів, на авторемонтних підприємствах створюють пожежно-технічні комісії. Керівник підприємства наказом призначає пожежно-технічну комісію, до складу якої входять: головний інженер (голова), начальник пожежної охорони, енергетик, технолог, механік, інженер по охороні праці, будівельник і інші фахівці. Завдання пожежно-технічної комісії – виявлення порушень і недоліків технологічних режимів, які можуть привести до виникнення пожеж, розробка заходів щодо їх усунення, сприяння органам пожежного нагляду в їх роботі і створення строгого протипожежного режиму, організація масовороз'яснювальних робіт серед персоналу.

Для виконання цих завдань пожежнотехнічні комісії повинні займатися організацією і проведенням пожежнотехнічних конференцій, присвячених забезпеченню пожежної безпеки авторемонтних підприємств, окремих ділянок, цехів, складів, брати активну участь в організації і проведенні оглядів на кращий протипожежний стан цехів.

## ВИСНОВКИ

У результаті виконаної кваліфікаційної роботи досягнуто наступні результати:

1. Проведено аналіз технічного стану ведучої вал-шестерні редуктора заднього моста автомобіля Renault Premium 2000, виявлено основні дефекти та пошкодження, які найчастіше виникають під час експлуатації.
2. Розроблено технологічний процес відновлення ведучої вал-шестерні, що включає використання сучасних методів вібродугового наплавлення та термічної обробки, яка дозволяє покращити експлуатаційні характеристики деталі.
3. Запропоновано заходи з оптимізації процесу ремонту, які дозволяють зменшити час і витрати на обслуговування автомобіля, підвищити його надійність та довговічність.
4. Впровадження розроблених методів і технологічних процесів у виробництво дозволить значно підвищити якість ремонту автомобілів, зменшити витрати на їх технічне обслуговування та підвищити безпеку дорожнього руху.

Результати кваліфікаційної роботи можуть бути використані із врахуванням технологічних можливостей конкретного автопідприємства для суттєвого вдосконалення технологічного процесу відновлення деталей автомобілів на автотранспортних підприємствах, які сприятимуть збільшенню ресурсу та ефективності експлуатації транспортних засобів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: підручник. – К.: Арістей, 2005. – 476 с.
2. Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Частина 2. Електрообладнання: Навчальний посібник.- Київ.: Вища освіта, 2001. – 243 с. ISBN: 966-95995-4-7.
3. Закон України «Про охорону праці». – Харків: Вид-во «ФОРТ», 2003.- 32 с.
4. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3-х кн. Кн.2. Організація, планування й управління: Підручник / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець, - К.: Вища шк., 1994. – 383 с.
5. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь. 2006. – 400 с.
6. Кіркач Н.Ф. Розрахунок і проектування деталей машин. – м. Харків, 1991р.-274с.
7. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.
8. Кукурудзяк Ю.Ю., Ребедайло В.В. «Метод автоматизованого діагностування системи запалювання та системи керування автомобільним двигуном: монографія» – Вінниця, ВНТУ, 2010.
12. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
9. Мигаль, В. Д. Методи технічної діагностики автомобілів: навч. посібник / В.Д. Мигаль, В. П. Мигаль. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014
10. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.

11. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / Уклад. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 550 с.
12. Положення про технічне обслуговування та ремонті дорожніх транспортних засобів -К.: ГОСАВТОТРАНС ДНІПРОЕКТ, 2001 - 129с.
13. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
14. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К.: Каравела, 2006. – 296 с. ISBN 966-96331-1-7.
15. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017 – 324 с.