

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: *Розробка технологічного процесу відновлення деталей трансмісії автомобіля Renault Premium 430 dxi із дослідженням швидкісної характеристики агрегатів трансмісії*

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАм-62
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Віктор БАБІЙ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Андрій ГУПКА

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Михайло ЛЕВКОВИЧ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«14» листопада 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

студенту Бабію Віктору Ярославовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка технологічного процесу відновлення деталей трансмісії автомобіля Renault Premium 430 dxi із дослідженням швидкісної характеристики агрегатів трансмісії*

Керівник роботи Гупка А.Б., к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом ректора від «14» листопада 2025 року № 4/7-972.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 22 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи *Результати діагностування технічного стану агрегатів трансмісії. автомобіля Renault Premium 430 DXi на пробігу близько 820 тис. км. Нормативно-технічна документація з технології ремонту та відновлення деталей трансмісії вантажних автомобілів*

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

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

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

Схема механічної обробки - 2 листа А1

Вал первинний коробки переключення передач – 1 лист А1

Карданна передача – 1 лист А1

Патрон мембранний – 1 лист А1

Контрольно вимірювальний пристрій – 1 лист А1

Підйомник підкатний 1 лист – А1

Установка для миття автомобіля знизу Вигляд загальний 1 лист – А1

[illegible]

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Студент

Віктор БАБІЙ

Керівник роботи

Андрій ГУПКА

1

РЕФЕРАТ

У кваліфікаційній роботі представлено матеріали по розробці (вдосконаленню) технологічного процесу ремонту та відновлення деталей трансмісії вантажного автомобіля моделі RENAULT PREMIUM 430 dxi. Згідно мети та основних задач на дипломне проектування запропоновано комплекс конструкторських, технологічних та експлуатаційних міроприємств по підвищенню надійності та довговічності трансмісії шляхом розробки прогресивного методу відновлення зношених поверхонь найбільш навантажених деталей трансмісії автомобіля.

Для вибору об'єкта дослідження в загально-технічному розділі приведено результати аналізу існуючих конструкцій вантажних автомобілів. Описано їх будову, принцип роботи, сфери застосування, переваги та недоліки. Вибрано конструкцію трансмісії вантажного автомобіля RENAULT PREMIUM 430 dxi та намічено шляхи покращення її експлуатаційних характеристик шляхом розробки прогресивного методу відновлення зношених поверхонь окремих деталей.

В технологічному розділі для відновлення робочих характеристик зношених поверхонь вибрана деталь вал-шестерня. Проаналізовано конструктивні особливості даної деталі, виявлено характерні види зносу робочих поверхонь та намічені шляхи усунення даних пошкоджень. Враховуючи матеріал деталі, задані параметри точності та якості поверхонь, схеми контакту з поверхнями інших деталей запропоновано вдосконалений метод відновлення зношених поверхонь, а саме метод наплавлення. Підібрано необхідне обладнання, устаткування, робочий та вимірювальний інструменти, а також розраховано та підібрано основні елементи процесу наплавлення.

Конструкторський розділ роботи містить інформацію про вибране обладнання та устаткування, а також результати силового та кінематичного розрахунку основних вузлів та агрегатів трансмісії вантажного автомобіля.

Результати розрахунків швидкісних характеристик, крутних моментів на ведучих колесах автомобіля, критичних чисел оборотів карданного вала разом

із розрахунком вилки кардана із відповідними таблицями та графіками представлені в науково-дослідному розділі.

Крім цього, розглянуто комплекс питань з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, які пов'язані із забезпеченням належних умов роботи у майстерні по ремонту автомобілів.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	1
ЗМІСТ	3
ВСТУП	5
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Коротка технічна характеристика Renault Premium 430 dxi	7
1.2. Конструктивні особливості трансмісії вантажного автомобіля моделі Renault Premium 430 dxi	10
1.2.1. Загальна характеристика трансмісії автомобіля	10
1.2.2. Механізм зчеплення автомобіля	10
1.3 Аналіз зношування деталей трансмісії автомобіля Renault Premium 430 dxi	15
1.4 Конструкція коробки передач Renault Premium 430 dxi	17
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	21
2.1 Розробка технологічного процесу відновлення трансмісії автомобіля Renault Premium 430 dxi	21
2.1.1 Технічне обслуговування трансмісії автомобіля Renault Premium 430 dxi	21
2.1.2 Технологія ремонту трансмісії вантажного автомобіля Renault Premium 430 dxi	25
2.1.3. Технологічний процес відновлення вала-шестірні	31
2.2 Технологічне обладнання та оснастка	32
2.3 Технологічні режими наплавлення	34
2.4.1 Вибір технологічної схеми відновлення деталі	36
2.4.2 Розрахунок товщини наплавленого шару та діаметра поверхні деталі під обточування	37
2.5 Розрахунок основних параметрів режиму наплавлення поверхні деталі	37
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	41
3.1 Пристрій для наплавлення валу-шестерні головної передачі	41
3.2 Контрольно-вимірювальний пристрій	44

3.3. Приспосіблення для ви пресування вал-шестерні	45
4 НУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	47
4.1. Розрахунок швидкісної характеристики агрегатів трансмісії	47
4.2. Розрахунок крутного моменту на ведучих колесах автомобіля	49
4.3. Розрахунок крутного моменту на виході з коробки передач	50
4.4 Перевірочний розрахунок карданної передачі	54
4.4.1 Навантажувальні режими карданної передачі.	55
4.4.2 Розрахунок карданного вала	56
4.4.3.Визначення осьової сили діючої на карданний вал	57
4.4.4 Оцінка нерівномірності обертання карданних валів.	58
4.5 Розрахунок хрестовини карданного шарніра	62
4.6 Розрахунок критичного числа оборотів карданного вала.	63
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	66
5.1 Розрахунок звукоізолюючої здатності ремонтної майстерні	66
5.2 Розрахунок заземлення зварювально-наплавочної ремонтної майстерні	66
5.3 Організація і порядок проведення робіт по знезараженню на об'єкті	67
ВИСНОВКИ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	74

ВСТУП

Сучасні вантажні автомобілі магістрального призначення працюють в умовах інтенсивних транспортних потоків, тривалих рейсів, значних динамічних навантажень та жорстких вимог до паливної економічності й екологічної безпеки. За таких умов однією з ключових ланок, що визначає надійність і довговічність автомобіля, є трансмісія, яка забезпечує передавання крутного моменту від двигуна до ведучих коліс, формування необхідних тягових і швидкісних властивостей та адаптацію режимів роботи силового агрегату до дорожніх і експлуатаційних умов. Інтенсивна експлуатація, перевантаження, порушення регламентів технічного обслуговування та якісні показники дорожнього покриття призводять до прискореного зношування деталей трансмісії, появи люфтів і вібрацій, підвищення рівня шуму, зниження ККД та ресурсу агрегатів. У випадку магістральних тягачів, до яких належить автомобіль Renault Premium 430 dxi, ці фактори особливо критичні, оскільки вихід з ладу трансмісії призводить до значних простоїв, економічних втрат та зниження ефективності транспортного процесу.

В умовах подорожчання нових оригінальних запасних частин та високої вартості ремонтно-відновлювальних робіт особливого значення набуває застосування раціональних технологій відновлення зношених деталей трансмісії. Відновлення дає змогу суттєво знизити собівартість ремонту, скоротити витрати дефіцитних матеріалів, зменшити енергоємність виготовлення нових деталей та підвищити коефіцієнт використання парку рухомого складу. Одночасно з цим виникає потреба у науковому обґрунтуванні вибору об'єктів відновлення, визначенні домінуючих видів зношування, розробленні прогресивних технологічних процесів ремонту та підборі таких способів відновлення, які забезпечать необхідний рівень міцності, зносостійкості та надійності відновлених деталей в умовах реальної експлуатації.

Особливе місце в трансмісії вантажних автомобілів займають деталі зубчастих передач, серед яких вал-шестерня головної передачі та елементи

карданної передачі, що працюють у складних напружених станах при змінних навантаженнях, ударних впливах та наявності концентраторів напружень. Саме їхній технічний стан значною мірою визначає плавність руху, рівень шуму, надійність та довговічність роботи всієї трансмісії. Враховуючи високу вартість нових вузлів і трудомісткість їх виготовлення, застосування технологій відновлення зношених поверхонь, зокрема методів наплавлення з подальшою механічною обробкою, є технічно доцільним та економічно обґрунтованим напрямом підвищення ресурсу трансмісії автомобіля Renault Premium 430 dxi.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Коротка технічна характеристика Renault Premium 430 dxi

На рисунку 1.1 та в таблиці 1.1 приведена інформація. Щодо загального вигляду даного автомобіля та його основних технічних характеристик

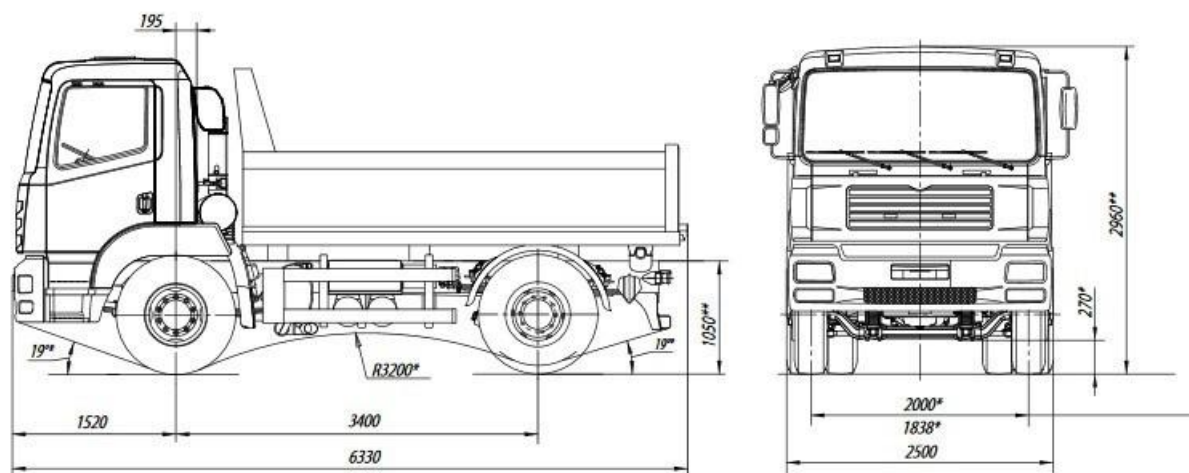


Рисунок 1.1 Загальний вигляд та основні габаритні розміри автомобіля Renault Premium 430 dxi

Таблиця 1.1 Коротка технічна характеристика автомобіля Renault Premium 430 dxi

Загальні дані	
Максимальна вантажопідйомність, кг	6000
Габарити (l*h*b), мм	6675*2500*2400
Число місць для сидіння (включаючи водія)	3
Кути звису кузова, град.	
передній	28
задній	27
База, мм	3800
Колія передніх коліс, мм	1800
Колія задніх коліс, мм	1790
Дорожній просвіт, мм	270
Найменший радіус повороту, м	8.9
Споряджена маса, кг:	10525
на передню вісь	2626
на задню вісь	7900
Експлуатаційні дані:	
Максимальна швидкість з номінальним навантаженням, км/год	90

Контрольна витрата палива при 90 км/год, л/100 км	29
Гальмовий шлях зі швидкості 50 км/год, м (не більш)	28
Максимальний подоланий підйом, град	30

Модель двигуна автомобіля Renault Premium 430 dxi оснащений рядним шестициліндровим дизельним силовим агрегатом типу DXi11, який відповідає екологічним нормам Euro3/Euro 4 (залежно від модифікації). Двигун має робочий об'єм 10,8 л, турбонаддув із проміжним охолодженням наддувного повітря (інтеркулер) та електронну систему впорскування палива Common Rail. Номінальна потужність двигуна становить 316 кВт при 1800 об/хв, максимальний крутний момент – 2040 Н·м у діапазоні 1050–1400 об/хв, що забезпечує високі тягові характеристики на низьких обертах.

Система змащення двигуна – комбінована, з подачею масла під тиском до основних вузлів тертя, додатковим розбризкуванням та охолодженням через масляний радіатор. Подавання палива здійснюється високонапірним паливним насосом у складі системи впорскування Common Rail, що забезпечує стабільний тиск та точне дозування палива незалежно від режиму роботи двигуна. Як паливо, використовується дизельне пальне, яке відповідає вимогам EN 590.

Система охолодження – рідинна, закритого типу, з примусовою циркуляцією охолоджуючої рідини за допомогою відцентрового насоса та автоматичним регулюванням температури за допомогою термостатів. Зчеплення – сухе, однодискове, діафрагменного типу, із пневмогідравлічним підсиленням приводу. Коробка передач – механічна або автоматизована, 12-ступінчаста, типу ZF або Optidriver+, із синхронізаторами на всіх передачах переднього ходу та електронною системою керування.

Карданна передача – відкритого типу, із двома карданными валами та шарнірами на роликових підшипниках, розрахованими на передавання підвищених крутних моментів. Задній міст оснащений одинарною або подвійною головною передачею (залежно від комплектації), передаточне число якої може коливатись у межах 2,64–3,7, що забезпечує оптимальне поєднання

динаміки та економічності автомобіля. Підвіска заднього візка може бути ресорною або пневматичною; передня підвіска, як правило, ресорна із гідравлічними телескопічними амортизаторами.

Колеса дискові, розмірністю 315/80 R22.5 або 295/80 R22.5, залежно від модифікації шасі, кріпляться центральною гайкою або комплектом шпильок. Шини – пневматичні, радіального типу, безкамерні.

Рульове керування обладнане гідравлічним підсилювачем, інтегрованим з кермовим механізмом типу «гвинт–кулькова гайка–рейка», що підвищує точність і плавність керування. Середнє передаточне число рульового механізму становить близько 20–22, що оптимізує керованість на різних швидкісних режимах.

Робоча гальмівна система – дискового типу на всіх колесах, з пневматичним приводом, системами ABS, ASR, EBS, що забезпечують підвищену безпеку руху. Стоянкова гальмівна система – пружинно-енергетична, діє на колеса заднього візка. Додатково встановлена моторна або вихрова (ретардерна) допоміжна гальмівна система, що підвищує ефективність гальмування на затяжних спусках та зменшує зношування основних гальм.

Таблиця 1.2 Характеристика основних параметрів двигуна автомобіля

Параметри двигуна	Значення
Заправні ємності баку, л	95
Паливний бак	170
Система змащення двигуна	8,5
Система охолодження двигуна	26
Картер коробки передач	1,5
Амортизатори (кожний)	0,32
Картер кермового механізму	0,25
Бачок змивача вітрового скла	2

Таблиця 1.3 Регульовальні і контрольні параметри основних систем двигуна

Тепловий зазор між клапанами і коромислами, мм	0,25-0,3
Тиск мастила в двигуні при 60 км/год, мПа,	3,5
Температура охолоджувальної рідини, °С	80 - 90
Прогин ремня приводу вентилятора під зусиллям 4 кгс, мм	8 -14

Прогин ремня приводу компресора під зусиллям 4 кгс, мм	5-8
Люфт кермового колеса, не більше, мм	10
Вільний хід кінця педалі зчеплення, мм	35-55
Тиск повітря в гальмовій системі, кПа	588-755
Вільний хід кінця педалі гальма, мм	40-60
Зазор між контактами переривника, мм	0,3 - 0,4
Зазор між електродами свічки, мм	0,8 ^{+0,15}

1.2. Конструктивні особливості трансмісії вантажного автомобіля моделі Renault Premium 430 dxi

1.2.1. Загальна характеристика трансмісії автомобіля

Трансмісія автомобіля призначена для передавання крутного моменту від двигуна до ведучих коліс із можливістю зміни його величини, напрямку та частоти обертання відповідно до умов руху. На автомобілі Renault Premium 430 dxi ведучими є колеса заднього візка, що забезпечує оптимальну тягу.

До складу трансмісії входять такі основні агрегати: зчеплення, коробка передач, карданна передача, головна передача заднього моста, диференціал та півосі, які передають крутний момент безпосередньо до маточин коліс. Через зазначені елементи крутний момент, сформований двигуном, передається на дорожнє полотно, забезпечуючи рух автомобіля та його експлуатаційні характеристики.

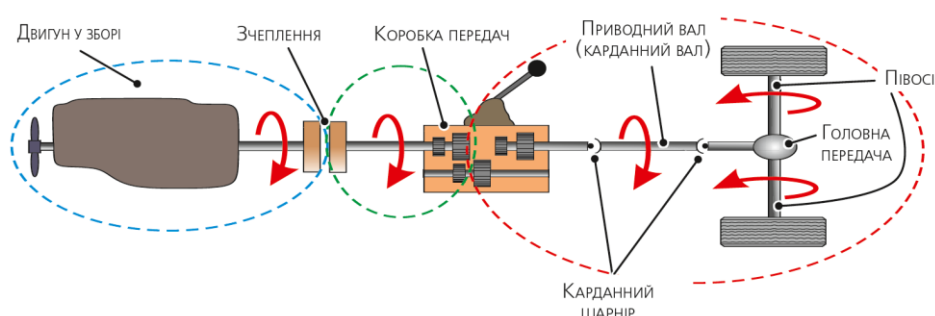


Рисунок 1.2. Будова трансмісії автомобіля Renault Premium 430 dxi

1.2.2. Механізм зчеплення автомобіля

Зчеплення автомобіля призначене для передавання крутного моменту від колінчастого вала двигуна до трансмісії, а також для короткочасного

роз'єднання двигуна і коробки передач з метою забезпечення плавного зрушення з місця та безударного перемикавання передач. Коректна робота цього вузла значною мірою впливає на довговічність трансмісії та комфорт керування автомобілем.

На автомобілі Renault Premium 430 dxi застосовується сухе однодискове діафрагменне зчеплення збільшеної міцності, розраховане на передавання високих крутних моментів дизельного двигуна DXi11. Зусилля на педалі зменшується за рахунок пневмогідравлічного підсилювача, що покращує ергономіку керування вантажним автомобілем. Принцип роботи механізму зчеплення базується на використанні сил сухого тертя. Ведучі елементи — натискний диск і маховик — жорстко з'єднані з колінчастим валом двигуна. Ведомий (фрикційний) диск встановлений на шліцьовому з'єднанні первинного вала коробки передач. У ввімкненому стані діафрагменна пружина притискає натискний диск до ведомого, створюючи достатню силу тертя для передавання крутного моменту на первинний вал коробки переключення передач. Під час вимикання зчеплення натискний механізм відводить натискний диск від фрикційного, внаслідок чого тертя між ними зникає, і двигун тимчасово роз'єднується з трансмісією. Плавність вмикання досягається за рахунок короткочасного контрольованого проковзування ведомого диска, що дозволяє уникнути ривків та ударних навантажень на елементи трансмісії.

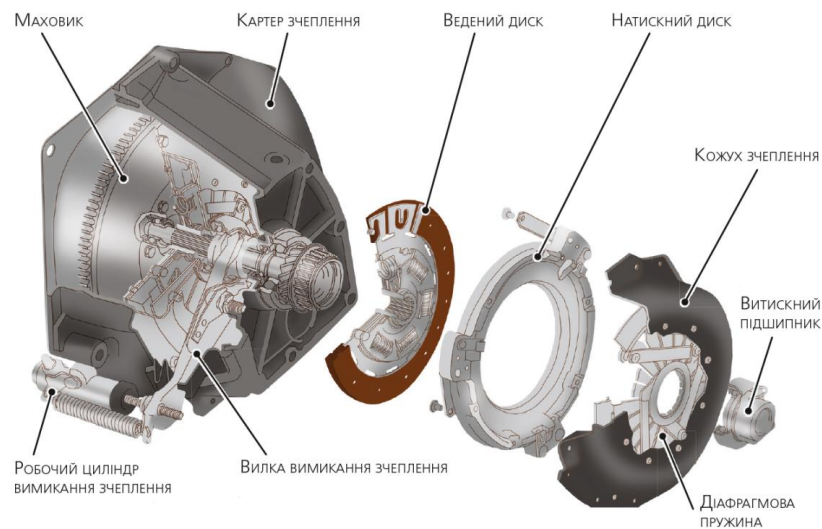


Рисунок 1.3. Схема будови однодискового механізму зчеплення автомобіля

У сучасних вантажних автомобілях, зокрема на Renault Premium 430 dxi, застосовується сухе, постійно замкнуте фрикційне зчеплення, яке забезпечує стабільне й надійне передавання крутного моменту від двигуна до трансмісії та сприяє плавному ввімкненню передач. Зчеплення відноситься до сухого типу, оскільки робочі поверхні фрикційних накладок та натискного диска працюють без мастильного шару. Це дає змогу підтримувати необхідний коефіцієнт тертя та уникати пробуксовування, що особливо важливо при передаванні високих крутних моментів дизельного двигуна DXi11.

Термін «постійно замкнуте» означає, що у нормальному режимі роботи автомобіля ведучий і ведений диски знаходяться в притиснутому стані під дією діафрагмової пружини, що забезпечує неперервне передавання крутного моменту. Роз'єднання дисків здійснюється лише на короткі проміжки часу — під час перемикання передач, зупинки автомобіля або при використанні гальмування двигуном.

Конструкція зчеплення автомобіля Renault Premium 430 dxi включає такі основні елементи: кожух зчеплення; натискний (ведучий) диск; ведений диск із демпферними пружинами; діафрагмова пружина натискного механізму; вижимний підшипник; вилку вимикання; пневмогідравлічний привід зчеплення.

Кожух зчеплення виготовляється зі штампованої високоміцної сталі та жорстко кріпиться до маховика колінчастого вала за допомогою болтових з'єднань. Усередині кожуха розташовано натискний механізм із діафрагмовою пружиною, яка формує основне притискне зусилля. Така конструкція дозволяє натискному диску здійснювати осьове переміщення, притискаючи або відводячи ведений диск, водночас обертаючись разом із маховиком.

Ведений диск зчеплення встановлений на шліцьовому з'єднанні первинного вала коробки передач. Він оснащений фрикційними накладками підвищеної теплостійкості та пружинним демпфером, який зменшує крутильні коливання і захищає трансмісію від ударних навантажень. Для забезпечення стабільної роботи демпферні пружини фіксуються у спеціальних гніздах і канавках, що виключає їх зміщення під час обертання.

Конструкція зчеплення також передбачає теплоізоляційні елементи у місцях контакту фрикційних поверхонь та зони відведення тепла через корпус кожуха та маховик, що важливо при роботі під великими навантаженнями.

Зазначений тип зчеплення забезпечує: плавне та контрольоване передавання крутного моменту; зниження вібраційних і ударних навантажень на трансмісію; ефективне відведення тепла та стабільність роботи при високих температурах; підвищену довговічність та надійність експлуатації у режимах інтенсивної роботи вантажного автомобіля.

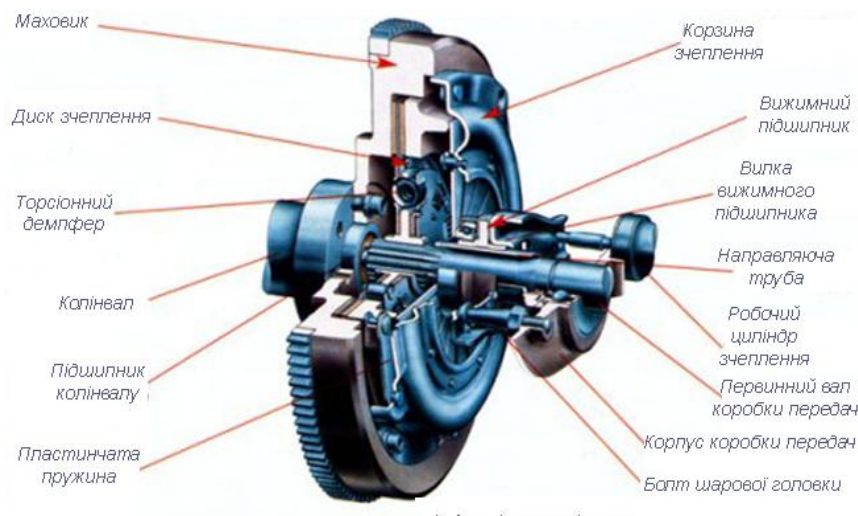


Рисунок 1.4. Будова та принцип роботи механізму зчеплення вантажного автомобіля моделі Renault Premium 430 dxi

Зчеплення автомобіля Renault Premium 430 dxi належить до типу сухих, однодискових, постійно замкнутих фрикційних зчеплень, призначених для надійного передавання високого крутного моменту дизельного двигуна на агрегати трансмісії. Конструкція вузла орієнтована на інтенсивну експлуатацію вантажного автомобіля та забезпечує плавне вимикання зчеплення під час перемикавання передач, зрушення з місця та виконання маневрів.

Основними складовими вузла зчеплення є: ведений диск з демпфером крутильних коливань, натискний диск, кожух зчеплення, діафрагмова пружина, вижимний підшипник, вилка вимикання та пневмогідравлічний привід, який зменшує зусилля на педалі та покращує керованість автомобіля.

Конструкція механізму зчеплення містить один ведений диск, змонтований на шліцьовій маточині первинного вала коробки передач. Кожух зчеплення жорстко кріпиться до маховика колінчастого вала та виконує роль

корпусу для всіх елементів натискного механізму. Натискний диск взаємодіє з маховиком та передає крутний момент через фрикційні накладки веденого диска.

На відміну від застарілих конструкцій із важелями, у Renault Premium 430 dxi застосовано діафрагмову пружину, розташовану по центру натискного диска. Вона забезпечує рівномірний розподіл притискного зусилля по колу та покращує теплову стабільність вузла. Робочі елементи діафрагмової пружини одночасно виконують роль важелів вимикання, що підвищує надійність конструкції та зменшує кількість рухомих деталей.

Ведений диск виготовляється зі сталеві основи, на якій закріплені фрикційні накладки підвищеної зносостійкості. Накладки заклепані до диска таким чином, щоб уникнути контакту заклепок із робочими поверхнями маховика та натискного диска.

Диск оснащено демпфером крутильних коливань, який забезпечує плавне передавання крутного моменту та зменшує динамічні навантаження на трансмісію. Демпфер складається: з набору пружин підвищеної жорсткості, розташованих у радіальних гніздах; опорних шайб і напрямних каналів; внутрішньої і зовнішньої сталених пластин, жорстко пов'язаних із маточиною.

Під час зміни навантаження пружини деформуються, пом'якшуючи ривкові моменти, які виникають при рушанні автомобіля, перемиканні передач або роботі двигуна на низьких обертах. Завдяки такій будові забезпечується зниження вібрацій та підвищення довговічності коробки передач.

На автомобілі Renault Premium 430 dxi застосовується пневмогідравлічний привід зчеплення, який є більш ефективним порівняно з традиційним механічним приводом. До складу приводу входять: педаль зчеплення; головний циліндр; виконавчий пневмогідравлічний циліндр; вилка вимикання; вижимний підшипник (муфта вимикання).

При натисканні на педаль зчеплення тиск у гідравлічній магістралі збільшується і передається на робочий циліндр, який через вилку переміщує вижимний підшипник уздовж осі первинного вала коробки передач. Муфта натискає на елементи діафрагмової пружини, відводячи натискний диск від

веденого та роз'єднуючи їх фрикційні поверхні — у цей момент зчеплення вимикається.

Після відпускання педалі діафрагмова пружина повертає натискний диск у робоче положення, притискаючи ведений диск до маховика, що забезпечує плавне ввімкнення зчеплення.

Основними перевагами сучасної конструкції даного вузла є: рівномірний розподіл притискного зусилля завдяки діафрагмовій пружині; значне зниження вібрацій і ривків у трансмісії завдяки ефективному демпферу; підвищена теплостійкість фрикційних накладок; зниження зусилля на педалі за рахунок пневмогідравлічного підсилювача; зменшення кількості рухомих деталей і, відповідно, підвищення надійності; зручність технічного обслуговування та збільшений ресурс роботи.

Завдяки цим конструктивним особливостям механізм зчеплення Renault Premium 430 dxi забезпечує плавний старт автомобіля, захист трансмісії від пікових навантажень та стабільну роботу в умовах важких транспортних режимів.

1.3 Аналіз зношування деталей трансмісії автомобіля Renault Premium 430 dxi

Трансмісія вантажного автомобіля Renault Premium 430 dxi працює в умовах дії змінних силових навантажень, ударних моментів, високих контактних напруг на напрямних поверхнях та циклічних крутих деформацій. Внаслідок цього з часом відбувається поступова втрата експлуатаційної надійності її елементів через розвиток абразивного, контактнo-втомного, корозійно-механічного та адгезійного зношування. До найбільш навантажених вузлів трансмісії належать механізм зчеплення, коробка передач, карданна передача та головна передача з диференціалом, у конструкції яких зношуванню піддаються робочі поверхні шліців, зубчастих вінців коліс, опорні ділянки валів і підшипникові шийки.

У процесі експлуатації механізму зчеплення найбільш поширеними є пошкодження фрикційних накладок веденого диска, які виникають унаслідок перегріву та замаслення поверхонь тертя, а також порушення роботи натискного механізму, що призводить до неповного вимкнення зчеплення та ударних навантажень на первинний вал коробки передач. Нерівномірність і різкість перемикання передач сприяє появі підвищених навантажень на синхронізatori, прискорюючи їх абразивне зношування.

Для коробки передач характерним є втомне руйнування та пітінг зубців шестірень у зоні найбільших діючих навантажень, зростання люфтів у шліцьових з'єднаннях валів, а також зношення конічних поверхонь синхронізаторів. Виникнення шумів, затримки або самовимикання передач зазвичай зумовлене зношенням зубчастих зачеплень, ослабленням фіксуючих елементів та недостатнім мастилом, що порушує умови гідродинамічного розділення поверхонь тертя.

У карданній передачі визначальними видами зношування є руйнування голчастих підшипників хрестовин, зношення шліців ковзної вилки, а також деформація вала, що приводить до радіального биття та підвищених вібрацій. Такі дефекти негативно впливають на роботу головної передачі, спричиняючи перевантаження зубчастої пари та прискорюючи її вихід з ладу.

Найбільш інтенсивне зношування проявляється у головній передачі, зокрема на робочих поверхнях зубців провідної вал-шестерні. Контактно-втомне руйнування (пітінг), пластичні деформації вершин зубців, задири та нерівномірне зношування бокових поверхонь виникають під дією високих циклічних контактних напружень, а також при погіршенні умов мастильного середовища. Порушення геометрії зачеплення призводить до концентрування навантажень на локальних ділянках, появи мікротріщин, шумів та ударних навантажень у роботі трансмісії. Крім того, у посадкових ділянках вал-шестерні спостерігаються прояви фретинг-корозії, спричинені мікроковзанням при передачі крутного моменту.

Таким чином, зношування вал-шестерні головної передачі істотно впливає на працездатність і довговічність усього агрегату трансмісії.

Враховуючи високу вартість нових деталей та їхню значну трудомісткість виготовлення, відновлення зношених поверхонь вал-шестерні методом наплавлення є технічно доцільним і економічно обґрунтованим заходом підвищення ресурсу трансмісії Renault Premium 430 dXi. Застосування сучасних наплавних матеріалів і технологічного обладнання забезпечує відновлення номінальної геометрії зубчатих поверхонь, підвищення їхньої зносостійкості та подальшу безпечну роботу вузла в умовах експлуатаційних навантажень.

1.4 Конструкція коробки передач Renault Premium 430 dxi

Конструкція коробки передач Renault Premium 430 dxi вирізняється високою надійністю, плавністю перемикання, зручністю керування та простотою технічного обслуговування. Використання електронного керування значно знижує зношування шестірень і синхронізаторів, підвищує моторесурс трансмісії та сприяє ефективній експлуатації автомобіля в інтенсивних транспортних режимах, що є важливою вимогою до сучасних магістральних вантажних транспортних засобів.

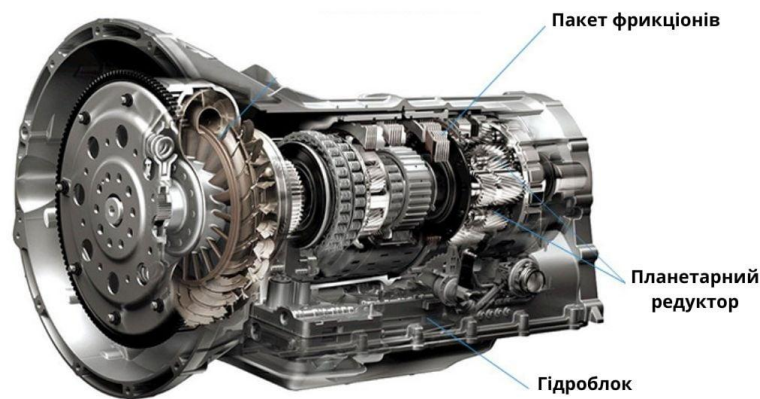


Рисунок 1.5.Будова коробки переключення передач автомобіля Renault Premium 430 dxi

На автомобілі Renault Premium 430 dxi встановлена п'яти ступінчата коробка передач, яка забезпечує дванадцять передач для руху вперед і одну передачу заднього ходу. Коробка передач обладнана синхронізаторами усіх

передач переднього ходу, які забезпечують плавне вмикання передач без ривків і шуму, що підвищує довговічність зубчастих зачеплень і комфорт керування.

Шестірні первинного, проміжного та вторинного валів перебувають у постійному зачепленні та виконані з косим профілем зубців, що зменшує рівень шуму й вібрації під час роботи коробки передач. На проміжному валу шестірні виготовлені як єдиний блок, що забезпечує точність взаємного розташування елементів і спрощує процес технічного обслуговування.

У автомобіля Renault Premium 430 dxi механізм перемикавання передач забезпечує активацію окремих передач у дванадцятиступінчастій коробці передач, включно з передачею заднього ходу (рис. 1.6). Передачі вмикаються шляхом осевого переміщення синхронізаторних муфт по шліцьовому з'єднанню вторинного вала, що забезпечує введення в зачеплення відповідних зубчастих вінців. Вільне обертання шестірень на вторинному валу у нейтральному положенні дозволяє уникати зайвих навантажень на трансмісію до моменту вибору потрібної передачі.

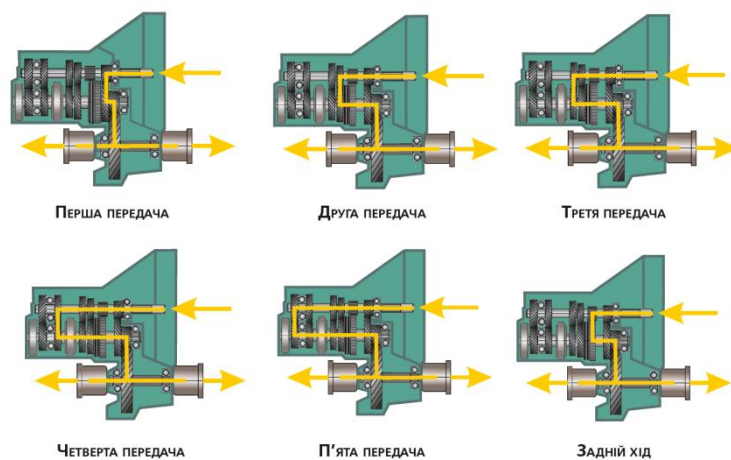


Рисунок 1.6 Схема механізму увімкнення передач у п'ятиступінчастій коробці передач автомобіля Renault Premium 430 dxi:

Для очищення мастила від металевих частинок у картері коробки передач передбачений зливний отвір із магнітною пробкою, яка утримує продукти зношування. Верхня частина коробки передач закривається кришкою, у якій розміщений механізм вибору передач, що забезпечує доступ для технічного

обслуговування. У деяких модифікаціях автомобіля в штатні посадкові місця можуть встановлюватися додаткові виконавчі механізми.

Принцип роботи коробки передач полягає у виборі передавального числа шляхом з'єднання вторинного вала з відповідною шестірнею, що знаходиться в постійному зачепленні з блоком проміжного вала. Залежно від напрямку переміщення синхронізаторної муфти забезпечується вмикання певної передачі з необхідним передаточним числом. Пряма передача забезпечується жорстким з'єднанням первинного та вторинного валів, при якому проміжний вал не бере участі у передаванні крутного моменту. Задній хід здійснюється через додаткову проміжну шестірню, що змінює напрямок обертання вторинного вала і забезпечує рух автомобіля у зворотному напрямку.

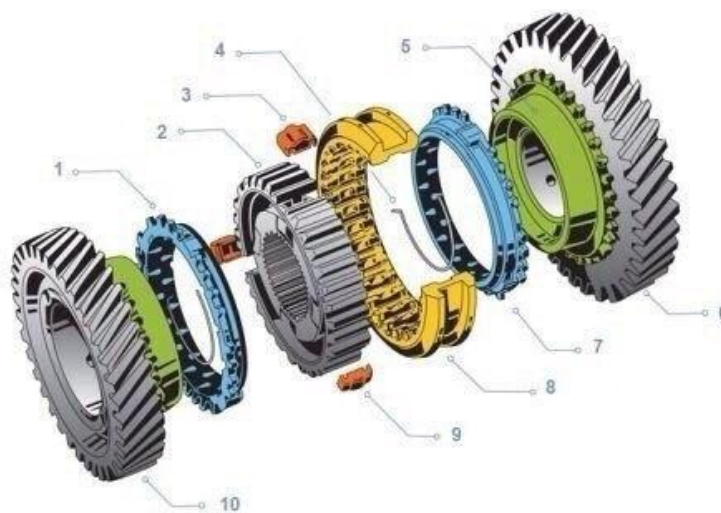


Рисунок 1.7. Загальний вигляд та основні елементи синхронізатора коробки передач вантажного автомобіля Renault Premium 430 dxi

Синхронізатор коробки передач автомобіля Renault Premium 430 dxi призначений для забезпечення безударного та малошумного вмикання передач за рахунок попереднього вирівнювання частот обертання шестірень, що з'єднуються, із вторинним валом (рис. 1.7). У коробці передач автомобіля застосовано інерційний синхронізатор, який відзначається надійністю та простою конструкцією.

Синхронізатор складається з муфти із двома зубчастими вінцями, встановленої на шліцах вторинного вала з можливістю осевого переміщення,

двох блокувальних кілець із внутрішніми конусними поверхнями, трьох пальців, що з'єднують блокувальні кільця між собою, а також трьох розрізних сухарів із пружинами стиску, які забезпечують фіксацію механізму в нейтральному положенні і його самоповернення.

У корпусі муфти виконані шість конусних отворів. Через три з них проходять пальці, що утримують блокувальні кільця, а через інші три розміщені розрізні сухарі з пружинами. Пальці мають конусні фаски, які взаємодіють із відповідними виточеннями в отворах муфти, виконуючи функцію блокування на період вирівнювання швидкостей.

Під час увімкнення певної передачі муфта переміщується у відповідному напрямку разом із блокувальними кільцями, які підводяться до конічних поверхонь шестірні, що має бути ввімкнена. При торканні конусів виникає тертя, завдяки чому швидше обертовий елемент передає крутний момент повільнішому до вирівнювання частот обертання. У цей період конусне блокування тимчасово перешкоджає подальшому переміщенню муфти, запобігаючи передчасному входженню зубців у зачеплення. Після вирівнювання обертів блокування зникає, муфта доходить до шестірні і зубці входять у зачеплення, забезпечуючи плавне вмикання передачі без ударних навантажень.

Застосування інерційних синхронізаторів у коробці передач автомобіля Renault Premium 430 dxi забезпечує швидке та м'яке перемикання передач, зменшує шумність роботи трансмісії, знижує зношування зубчастих коліс і сприяє підвищенню комфорту керування автомобілем.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розробка технологічного процесу відновлення трансмісії автомобіля Renault Premium 430 dxi

2.1.1 Технічне обслуговування трансмісії автомобіля Renault Premium 430 dxi

Раціональна експлуатація автомобіля є ключовою умовою для збереження технічного стану агрегатів трансмісії, які передають крутний момент від двигуна до ведучих коліс. Порушення правил керування транспортним засобом, різкі прискорення, ривки під час перемикання передач, рух з перевантаженням або недотримання регламенту технічного обслуговування призводять до підвищеного зношування деталей трансмісії, механічних пошкоджень та виходу вузлів з ладу. Одним із найбільш навантажених елементів трансмісії є механізм зчеплення.

У процесі експлуатації автомобіля Renault Premium 430 dxi можуть виникати типові несправності механізму зчеплення: неповне ввімкнення (пробуксовування), неповне вимикання (веде) та ривкове ввімкнення зчеплення. Такі дефекти ускладнюють керування, створюють додаткові навантаження на коробку передач і ведучі мости та можуть погіршувати безпеку руху автомобіля.

Пробуксовування зчеплення проявляється у недостатньому передаванні крутного моменту до ведучих коліс, що помітно під час рушання з місця або руху на підйом. Характерні ознаки: повільне прискорення при зростанні обертів двигуна, ривки автомобіля, поява запаху перегрітих фрикційних накладок. Основні причини — неправильне регулювання приводу зчеплення, замаслення накладок веденого диска, знос або перегрів фрикційних накладок, зниження жорсткості натискних пружин. Усунення передбачає регулювання приводу, очищення або заміну фрикційних накладок та перевірку пружин натискного механізму.

Неповне вимикання зчеплення супроводжується скреготом шестірень під час увімкнення передач, що може спричинити їх пошкодження. Причинами є

порушення регулювання приводу, деформація дисків, обрив фрикційних накладок або перекіс натискного диска. Несправність усувається регулюванням або заміною пошкоджених елементів.

Різке ввімкнення зчеплення проявляється ривком автомобіля під час рушання. Це може бути зумовлено заїданням муфти або дефектами ведучого диска (тріщини після перегріву). Усунення — заміна несправних деталей.

До основних операцій технічного обслуговування зчеплення належать перевірка вільного ходу педалі та оцінка роботи механізму під час рушання й перемикання передач. При технічному огляді-1 (ТО-1) перевіряють вільний хід педалі, стан відтяжної пружини, здійснюють змащення елементів приводу та контролюють роботу механізму. При ТО-2 додатково оцінюють стан приводу, за потреби виконують регулювання.

Підшипник муфти вимикання зчеплення на автомобілі Renault Premium 430 dxi змазується під час виробництва: додаткового змащення в експлуатації не потребує. Несправності зчеплення негативно впливають на керованість автомобіля, можуть створювати небезпечні ситуації та відволікати водія від контролю дорожньої обстановки.

У коробці передач можуть виникати такі несправності: пошкодження зубців шестірень, самовимикання передач, шум у роботі, утруднене або помилкове ввімкнення передач. Основні причини — неправильна експлуатація, ривки при рушанні, робота з несправним зчепленням. Подальша експлуатація трансмісії зі зламаними зубцями є неприпустимою, оскільки це може спричинити руйнування коробки передач.

До основних факторів, які можуть спричиняти самовільне вимикання передач у коробці передач автомобіля Renault Premium 430 dxi, належать нерівномірне зношування робочих поверхонь зубів шестірень і муфт синхронізаторів, а також неповноцінне входження зубців у зачеплення через зношення деталей фіксуючого механізму. Шум під час увімкнення передач здебільшого виникає внаслідок неправильного регулювання зчеплення або порушення техніки перемикання. Посилення шуму зубчастого зачеплення під час руху може бути пов'язане з недостатнім змащенням чи зношенням

підшипників. У разі зношення поверхонь кульок фіксаторів можливе одночасне ввімкнення двох передач.

Причинами утрудненого ввімкнення передач можуть бути корозійні пошкодження в місцях контакту елементів механізму перемикавання, заїдання між поверхнями кульок і каналами фіксаторів, підвищений знос підшипників і поверхонь маточин, що призводить до їх перекосу. Витікання мастила з коробки передач спричиняють пошкодження прокладок, зношення сальників та поява тріщин у корпусі.

Технічне обслуговування коробки передач автомобіля Renault Premium 430 dxi передбачає щоденний контроль технічного стану трансмісії і перевірку її роботи в процесі експлуатації. Під час ТО-1 виконують перевірку і підтягування кріплень коробки передач, перевіряють рівень мастильного матеріалу та оцінюють роботу агрегату після обслуговування. Під час ТО-2 проводять деталізоване обстеження технічного стану коробки передач, контролюють і підтягують кріплення до картера зчеплення, а також кріплення кришок підшипників валів. Доливання або заміна мастильного матеріалу виконуються відповідно до графіка змащення при вимкненому двигуні та фіксації автомобіля від самовільного руху.

У процесі роботи карданна передача автомобіля Renault Premium 430 dxi піддається зношуванню хрестовин, підшипників, шліцьових з'єднань, можливим деформаціям вала при вигині чи скручуванні та ризику роз'єднання, що створює аварійну небезпеку. Для головної передачі і диференціала характерними є зношення або пошкодження зубців шестірень, деталей диференціала, підшипників, а також витікання мастила через сальники і з'єднання картера моста. Для півосей можливе скручування, нерівномірне зношування шліців, послаблення кріплення фланців або обрив шпильок. До типових проявів несправностей карданної передачі відносяться ривки та удари під час початку руху, а також самовільне перемикавання передач. Прогин вала проявляється у вигляді його радіального биття.

Поява підвищеного шуму в картері заднього моста під час руху автомобіля Renault Premium 430 dxi свідчить про наявність несправностей у

головній передачі. Характерні дефекти деталей карданної передачі усувають шляхом відновлення зношених поверхонь або заміною деталей на нові. У разі деформації карданного вала необхідно провести його правку до відновлення номінальних параметрів. Регулювання використовують для зменшення зазорів у підшипниках і між робочими поверхнями зубів головної передачі.

Зношення сальників півосей призводить до потрапляння мастила на поверхні гальмівних барабанів, що може спричинити порушення їх роботи. Сальники ремонту не підлягають і повинні бути замінені. Поломка зубців шестірень головної передачі або деталей диференціала унеможлиблює подальшу експлуатацію автомобіля.

Послідовність виконання робіт з технічного обслуговування карданної передачі, головної передачі та диференціала автомобіля Renault Premium 430 dxi включає контроль їх роботи під час експлуатації автомобіля. Під час ТО-1 здійснюють перевірку кріплення фланців карданних з'єднань та півосей, підтягування кріплення кришки картера головної передачі, перевірку рівня мастильного матеріалу в картері ведучого моста, а також змащування третьових елементів карданної передачі та підвісного підшипника. Під час ТО-2 додатково перевіряють наявність люфтів у карданних вузлах, підтягування кріплень півосей, кардана та опорного підшипника до рами, герметичність з'єднань заднього моста, рівень мастила та виконують змащення шліцьового з'єднання карданної передачі згідно з графіком.

Змащення хрестовин карданної передачі здійснюють трансмісійним мастилом через маслянку до появи мастила із контрольного отвору. Для змащення шліцьової муфти використовують мастила, що подаються під час кожного третього ТО-2, у обсязі, який запобігає видавлюванню заглушки. Підвісний підшипник змащують під час ТО-1 згідно регламенту. Для головної передачі застосовуються трансмісійні мастильні матеріали, передбачені картою змащення.

Рівень мастильного матеріалу в картері ведучого моста автомобіля Renault Premium 430 dxi контролюється кожні 3000 км пробігу. Заміна мастила виконується за встановленим графіком або залежно від умов експлуатації.

Тривалість роботи головної передачі та підшипників визначається якістю й чистотою мастильного матеріалу. Перед заливанням нового мастила картер заднього моста промивають гасом або спеціальним промивним мастилом: зливають старе мастило, заливають 2–4 л промивної рідини, піднімають міст і дають агрегату попрацювати 2–3 хвилини на прямій передачі. Після зливання промивного складу заливають свіже мастило в об'ємі 5,5 л.

2.1.2 Технологія ремонту трансмісії вантажного автомобіля Renault Premium 430 dxi

Найбільш інтенсивному зношуванню у трансмісії автомобіля Renault Premium 430 dxi піддаються деталі, що працюють у складних силових та контактних умовах. До них належать внутрішні та зовнішні поверхні підшипників кочення, поверхні рознімних корпусних елементів, зубчасті поверхні шестірень, циліндричні поверхні валів, робочі поверхні корпусів підшипників, а також окремі елементи редукторних механізмів.

Загальна характеристика основних видів зношування робочих поверхонь шестірень і валів. Основними дефектами зубчастих елементів є зношування поверхонь зубів по товщині та довжині профілю, що виникає через змінний характер навантаження у зачепленні; пошкодження поверхонь стінок пазів, які взаємодіють із механізмом перемикавання; зношення внутрішніх шліцьових і посадкових поверхонь; утворення тріщин, надломів та викришування частин зуба (рис. 2.1.).

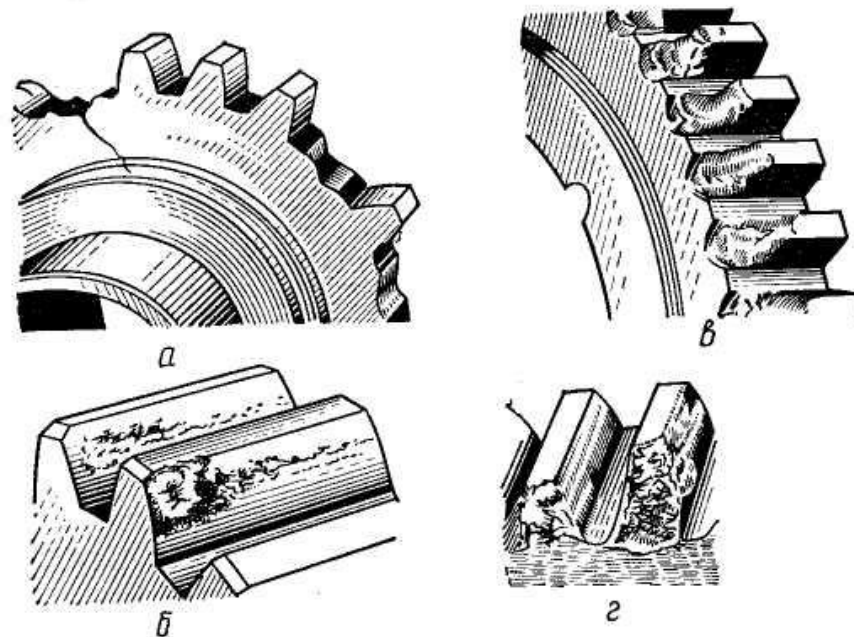


Рисунок 2.1 Загальний вигляд характерних видів руйнувань поверхонь зубів шестірень

а – механічна поломка зубів шестірні; б – місцеве викришування робочих поверхонь зубів; в – зношування торцевої поверхні; г – механічний надлом зуба.

Технічними умовами експлуатації зубчастих зачеплень коробки передач та головної передачі автомобіля Renault Premium 430 dxi встановлені допустимі величини зношування робочих поверхонь зубів по товщині в межах 0,30–0,40 мм при однобічному характері зносу, а граничні значення становлять 0,75–1,0 мм. У разі неповного зачеплення зубів по довжині перед подальшою експлуатацією необхідно видаляти утворені виступи шляхом їх обробки абразивним кругом. Якщо однобічний знос перевищує допустимий рівень, симетричні шестірні, як правило, перевертають або переставляють на протилежний бік.

У випадку застосування шестірень з несиметричною маточиною при зношуванні однієї сторони частину маточини відрізають, а до робочої сторони приварюють кільце необхідної товщини. Після перевертання шестірень, що працюють у постійному зачепленні, торці зубів заокруглюють з іншої сторони. При зношуванні торцевих поверхонь шестірні з боку включення торці зубів вирівнюють шляхом шліфування з подальшим заокругленням. Технічні вимоги

допускають скорочення довжини зубів у межах 7–11%. Перевищення цього показника потребує наплавлення металу з наступним шліфуванням та заокругленням торців, у тому числі із застосуванням електрохімічної обробки.

Якщо зношування виявлено на бічних поверхнях зубів, їх відновлюють методом наплавлення з подальшим шліфуванням. Для шестірень великого модуля наплавлення виконують по всій довжині зуба — від западини до вершини. Для відновлення торцевих і бічних поверхонь також застосовують методи пластичної деформації: при цьому на торець зубчастого вінця наплавляється додатковий метал, шестірня нагрівається до 1150–1300 °С і обробляється у матриці за допомогою осаджування та роздачі. У разі зношування шліцьової частини маточини шестірні внутрішній отвір розточують і запресовують нову шліцьову втулку з наступним стопорінням її електрозварюванням.

До основних характерних дефектів валів силової передачі автомобіля Renault Premium 430 dxi належать зношування бічних поверхонь шліців, зношування посадкових ділянок під підшипники кочення, а також деформації згину та скручування вала. Найпоширенішим дефектом шліцьових валів, що взаємодіють зі шестірнями, є нерівномірне зношування шліців по довжині поверхні.

У випадку заміни лише однієї з деталей шліцьового з'єднання можливий перекис шестірні на валу, що спричиняє інтенсивний знос зубів та збільшення осьових навантажень на підшипники. До недопустимих дефектів відносяться нерівномірний характер зношування бічної поверхні шліців по довжині та непаралельність осі вала і осі шестірні понад 0,07 мм на кожні 100 мм довжини деталі. Допускається збільшення зазору в шліцьовому з'єднанні у 7–15 разів (1,3–2,5 мм) відносно нормального для забезпечення працездатності механізму.

У разі скручування вала виникає перекис шліців і нерівномірний їх знос, який усувається шліфуванням бічних поверхонь. При критичному зношуванні шліців відновлення здійснюють методом наплавлення залежно від геометрії та ступеня пошкодження. Відновлення проводять вібродуговим наплавленням або наплавленням у захисних газах; для заповнення западин застосовують

наплавлення під флюсом. Після наплавлення виконують фрезерування і шліфування шліців, а за потреби — термічну обробку. Метод пластичної деформації також використовується для відновлення товщини шліців.

Довгі вали трансмісії під дією робочих навантажень можуть прогинатися, що викликає радіальне биття та інтенсивне зношування зубчастих елементів і підшипників. Допустиме биття шліців не повинно перевищувати 0,06 мм у середній частині вала. Для усунення прогину застосовують холодне правлення на пресах.

Для відновлення зношених посадкових поверхонь валів під підшипники кочення у трансмісії автомобіля Renault Premium 430 dxi застосовують електроімпульсний метод та метод нарощування залізненням. При зношуванні поверхонь понад 0,5 мм використовують вібродугове наплавлення або наплавлення металевими порошками. Вали з пошкодженими різьбовими поверхнями ремонтують наплавленням з подальшою механічною обробкою до номінальних розмірів і нарізанням різьби.

Основними дефектами карданного вала є зношування у шліцьовому з'єднанні ковзної вилки та вала, зношування цапф хрестовини та голчастих підшипників, а також зношування отворів у фланцях під ці підшипники. Можливими є погнутість, ум'ятини та порушення балансування вала. Хрестовини відновлюють вібродуговим наплавленням порошкового дроту з подальшим шліфуванням до номінального розміру. Допускається овальність і конусність шипів не більше 0,01 мм, а неперпендикулярність — не більше 0,1 мм на їх кінцях.

Отвори під зовнішні кільця голчастих підшипників розточують і встановлюють у них проміжні втулки. Зношені шліці ковзної вилки ремонтують обтисненням у матриці з подальшим прошиванням. Шліці карданного вала можуть бути відновлені наплавленням. При прогині вала більш ніж 0,4 мм його вирівнюють в холодному стані під пресом. Після ремонту карданні вали обов'язково піддають динамічному балансуванню.

Для коробки передач та редукторів характерними є зношування валиків і вилок перемикачів передач, а також фіксаторів. На валиках зношуються

зовнішні поверхні та гнізда під фіксатори; відновлення проводять наплавленням або залізненням. Гнізда фіксаторів заплавляють і обробляють повторно. У вилок перемикачів зношуються посадкові поверхні маточин та бічні поверхні — їх відновлюють шляхом розточування з установкою проміжної втулки або наплавленням із подальшою механічною обробкою. Зношені фіксатори (кулькового типу) замінюють новими.

У коробці передач можливі також дефекти дисків: короблення, знос і задирки на робочих поверхнях, а також зношування поверхонь натискного диска і барабана. Диски з коробленням до 0,4 мм шліфують, при більшому — направляють на спеціалізований ремонт: проводять очистку в сольовій ванні, промивання, правку під пресом і термообробку за температури до 600 °С. Після шліфування, при необхідності, виконують повторну термообробку і хіміко-термічне зміцнення (сульфоціанування).

До основних дефектів корпусних деталей трансмісії Renault Premium 430 dXi належать тріщини, пробоїни, зношування посадкових поверхонь під підшипники, пошкодження отворів під установочні штифти та зношування різьбових з'єднань.

Для усунення тріщин, зламів і пробоїв корпусних деталей трансмісії автомобіля Renault Premium 430 dxi застосовують холодне електродугове зварювання з приварюванням накладок електродами ЦЧ-4 діаметром 3–4 мм. Зварювання виконують методом відпалювання валиків. Для заварювання тріщин у корпусних чавунних деталях також використовується напівавтоматичне зварювання в середовищі вуглекислого газу дротом Св-08М2С діаметром 0,8–1,2 мм. Високу продуктивність і якість забезпечує напівавтоматичне зварювання самозахисним дротом ПАНЧ-11 діаметром 1,2 мм.

При ручному газовому зварюванні як присадковий матеріал використовують чавунні прутки НЧ-1 — для багат шарового наплавлення та зварювання тонкостінних деталей, і НЧ-2 — для деталей більшої товщини. У разі тріщини в перемичці між отворами під підшипники фрезерують паз,

свердлять отвір для штифтів, а потім зварювальним способом відпалюють валики спеціальним електродом.

При ремонті перемички з різьбовим отвором його спочатку розсвердлюють, встановлюють пробку з маловуглецевої сталі та приварюють її з внутрішньої сторони електродом ЦЧ-4. Після цього пробку просвердлюють і нарізають у ній різьбу. При незначних зношуваннях (до 0,2 мм) посадкові отвори відновлюють епоксидними клейовими складами, при більших — методом залізнення з установкою проміжних кілець. Перед залізненням отвір розточують для усунення овальності, конусності та видалення наклепаного металу.

Розточування під залізнення виконують так, щоб збільшення діаметра не перевищувало 0,35 мм при зношуванні до 0,12 мм; 0,60 мм — при зношуванні 0,13–0,25 мм; 0,80 мм — при зношуванні понад 0,25 мм. Після залізнення отвір повторно розточують. Під час розточування корпусу коробки передач необхідно забезпечити точність відстані між осями, паралельність отворів і їх перпендикулярність відповідно до площин корпусу, для чого застосовують спеціальні настановні пристрої.

Для встановлення проміжних кілець отвір розточують до діаметра, що перевищує номінальний на 6 мм, а кільця виготовляють під посадку з зазором 0,01–0,03 мм для їх встановлення на епоксидний клей. У такому випадку кільця мають номінальний внутрішній діаметр і не потребують подальшої обробки. Допустима овальність розточених отворів — не більше 0,03 мм, різностінність кілець — не більше 0,02 мм.

Проміжні кільця можуть бути встановлені і без клею — при цьому їх виготовляють із зовнішнім діаметром під посадку з натягом, а кінцеву обробку виконують після запресування. Зношені отвори під підшипники у корпусах задніх мостів розточують на горизонтальних розточувальних верстатах із використанням кондукторних пристроїв. Останнім часом замість проміжних кілець у посадкові отвори приварюють сталеву стрічку електроконтактним способом на спеціальному обладнанні.

2.1.3. Технологічний процес відновлення вала-шестірни

Для реалізації запропонованого технологічного процесу відновлення деталі вал-шестірни вибираємо необхідне обладнання, устаткування, різальний та вимірювальний інструмент, розраховуємо або підбираємо основні елементи режимів різання виходячи з геометричних розмірів деталі, вимог по параметрах точності та якості, матеріалу деталі, заданої програми ремонту даної деталі. Марки верстатів приведені при описі маршрутної технології відновлення. Дані по розробці операційної технології заносимо в операційні технологічні карти й в операційні ескізи, згідно схем механічної обробки та відновлення відповідних поверхонь деталі. В таблиці 2.1 приведено інформацію про технологічний процес відновлення зношених поверхонь вал-шестерні головної передачі вантажного автомобіля

Таблиця 2.1 – Технологічний процес відновлення вал-шестерні головної передачі вантажного автомобіля

№ операції	Назва операції	Опис процесу	Обладнання та інструмент
005	Дефектування та очищення	Зовнішній огляд, видалення забруднень, визначення характеру та місць зношення, корозії, тріщин	Мийна установка високого тиску, оглядові прилади, лупа
010	Магнітопорошковий контроль	Перевірка поверхневих тріщин зубців і шийок валу	Магнітопорошковий дефектоскоп, порошок, УФ-лампа
015	Вимірювання геометричних параметрів	Контроль діаметра шийок, кроку та профілю зубців, радіального биття	Мікрометри, штангенінструмент, індикатори, профілограф
020	Попередня токарна обробка	Зняття дефектного шару на шийках, підготовка поверхні під наплавлення	Токарний верстат, різці твердосплавні
025	Фрезерування торців та канавок	Вирівнювання торців, відновлення канавок під стопорні кільця	Вертикально-фрезерний верстат, фрези
030	Наплавлення зношених поверхонь	Відновлення шийок валу і бокових поверхонь зубців методом MIG/MAG з формуванням припуску	Зварювальний напівавтомат, захисний газ (Ar+CO ₂), присадний дріт
035	Термообробка після наплавлення	Нормалізація або відпуск для зняття внутрішніх напружень	Піч для термообробки, термопари

040	Чорнова токарна обробка	Надання необхідної форми та розмірів наплавленим ділянкам з припуском на шліфування	Токарний верстат, різці
045	Зубошліфування зубчастого вінця	Відновлення точності передачі, шорсткості і профілю зуба	Зубошліфувальний верстат, абразивні круги
050	Фінішний контроль і балансування	Перевірка точності, шорсткості, радіального биття, статичне балансування	Контрольно-вимірювальні засоби, балансувальний стенд

2.2 Технологічне обладнання та оснастка

Метою технологічного процесу є відновлення геометричних параметрів та фізико-механічних властивостей робочих поверхонь зубців вал-шестірні головної передачі до значень, що відповідають технічним вимогам заводу-виробника, шляхом формування зносостійкого зміцненого шару. Реалізація відновлення повинна забезпечити ресурс роботи відремонтованої деталі на рівні не нижче початкового нормативного ресурсу.

На основі проведеного аналізу характеру пошкоджень, матеріалу деталі, умов її роботи в складі трансмісії, а також вимог до точності та шорсткості профілю зубців встановлено, що найбільш раціональним та технологічно обґрунтованим способом відновлення є наплавлення в середовищі захисних газів (процес MAG/MIG) із подальшою зубошліфувальною обробкою. Даний метод забезпечує високу якість відновленого шару, надійну металургійну адгезію наплавленого матеріалу з основним металом та мінімальне теплове деформування деталі.

Перевагами обраного способу є зменшена зона термічного впливу, що забезпечує стабільність форми зубчастого профілю після оброблення; відсутність графітної плівки на поверхні, властивої флюсовим способам наплавлення; можливість локального відновлення окремих зубців без порушення структури інтенсивно не навантажуваних ділянок; отримання

зміцненого шару з високою зносостійкістю та опором втомному руйнуванню навіть за умов зміщеної плями контакту.

Застосування наплавлення у захисному газовому середовищі дозволяє забезпечити оптимальне співвідношення між продуктивністю процесу, механічними властивостями відновлених поверхонь та собівартістю ремонту, що в сукупності підтверджує технологічну та економічну доцільність вибору саме цього методу.

Для реалізації технологічного процесу відновлення вал-шестерні обрано універсальне високопродуктивне зварювально-технологічне обладнання, яке забезпечує стабільні параметри дуги, можливість точного регулювання режимів наплавлення та надійне утримання деталі у процесі її оброблення.

Як основний зварювальний агрегат застосовується промисловий напівавтомат типу ESAB Origo Feed 3004 (або еквівалентний за технічними характеристиками), який дає можливість виконувати наплавлення суцільним або порошковим дротом у середовищі вуглекислого газу або суміші інертних газів. Поворотний стенд забезпечує точне центрування деталі та рівномірне розташування наплавлених валиків на всій контактній зоні профілю зубців, що є необхідною умовою уникнення перекосів і зміщення профілю.

Для контролю геометричних параметрів і відповідності відновленого профілю застосовуються високоточні контрольно-вимірювальні прилади: мікрометри, індикатори годинникового типу, шаблони профілю зубців та зубоміри. Фінішне зубошліфування виконується на верстатах моделей 5K822 або 53A70, які забезпечують досягнення необхідної точності за параметрами профілю, кроку та шорсткості поверхонь.

Таким чином, комплекс відібраного обладнання та технологічної оснастки повністю забезпечує можливість виконання процесу відновлення вал-шестерні відповідно до вимог технічних нормативів і стандартів якості.

Таблиця 2.2 - Вибір обладнання та оснастки

Найменування	Модель / параметри	Призначення
Зварювальний напівавтомат	ESAB Origo Feed 3004 або аналог	Наплавлення зубців
Джерело живлення	300–350 А	Забезпечення стабільної дуги
Поворотний стенд	Пристосування для центрування деталі	Обертання шестірні під час наплавлення
Вимірювальний інструмент	Мікрометри, індикатори, мірні зубоміри	Контроль розмірів та профілю
Шліфувально- зубообробні верстати	5K822, 53A70	Чистова мех. обробка профілю

Наплавний дріт: Св-08Г2С або порошковий ПП-АН180, а захисний газ: CO₂ технічний або Ar+CO₂ (82/18)

2.3 Технологічні режими наплавлення

Для забезпечення відновлення геометричних параметрів та досягнення необхідних фізико-механічних властивостей поверхневого шару зубців вал-шестірні під час наплавлення встановлено оптимальні технологічні режими, що враховують конструктивний матеріал деталі, товщину зношування, глибину термічного впливу та вимоги до твердості й структури відновленого шару.

Застосування наплавлення у середовищі захисних газів (MAG/MIG) потребує точного регулювання параметрів зварювального процесу, оскільки відхилення струму, напруги або швидкості наплавлення призводить до зміни ширини валиків, нерівномірного формування профілю і виникнення внутрішніх напружень у наплавленому металі. Тому режими наплавлення добирали таким чином, щоб забезпечити мінімальну деформацію зубців, рівномірність наплавлення по ширині та стабільне проплавлення основного металу без перегріву поверхні.

Основні параметри процесу наведені у табл. 2.3. Зазначені режими рекомендовано дотримуватися при відновленні зубчастих поверхонь вал-шестерні головної передачі, оскільки вони забезпечують формування зміцненого металевго шару із заданою твердістю та високою зносостійкістю, а також сприяють зниженню ризику утворення тріщин у зоні переходу «основний метал — наплавлений шар».

Таблиця 2.3 - Технологічні режими наплавлення

Параметри режиму наплавлення	Значення
Струм, А	180–260
Напруга дуги, В	22–28
Швидкість подачі дроту, м/хв	3,5–6
Швидкість наплавлення, м/год	15–28
Товщина наплавленого шару, мм	1,5–3,0
Попередній підігрів	250–300 °С
Міжпрохідна температура	≤ 380 °С
Охолодження	У печі: 600→200 °С

За даними спроектованого технологічного процесу складена маршрутна карта відновлення даної деталі, яка представлена у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Маршрутна карта відновлення вал-шестерні

№ опер.	Найменування операції	Обладнання	Контроль	Документація
005	Огляд, дефектація	Контрольно-вимірювальний інструмент	Візуально, НК-методи	Дефектна відомість
010	Обточування зубців під наплавлення	Токарний верстат 16K20	Розміри	Технологічна інструкція
020	Очищення та нагрів	Піч камерна	T = 250...300°C	Паспорт печі
030	Наплавлення зубців (MAG)	ESAB 3004	Візуальний та вимірний контроль	Журнал наплавлення
040	Термообробка проміжна (відпуск)	Електропіч	Твердість	Технологічна карта ТО

050	Шліфування зубців	5K822	Шорсткість, профіль	Креслення
060	Термообробка (індукційне гартування)	СА-450	Проба твердості HRC	Акт контролю
070	Балансування	Верстат ВБ-47	Допуск по биттю $\leq 0,03$ мм	Протокол балансування
080	Заключний контроль	Метрологія	У зчепленні з парою	Паспорт якості

2.4 Характеристика деталі та види поверхневих дефектів

Вал-шестірня головної передачі працює в умовах змінних знакозмінних навантажень, сприймає крутний момент від карданного валу та передає його на головну передачу ведучого моста. На рисунку 2.2 показано деталь вал-шестірню, у якій наплавленню підлягають: шийки під підшипники кочення (дві циліндричні ділянки у середній частині вала); шийки під сальники (ділянки біля корпуса моста). Основні дефекти: знос діаметрів шийок (0,3...0,8 мм), задири та корозія, овальність і конусність, можливі місцеві викривлення.

Відновлення виконується методом дугового наплавлення (вібродугового або в середовищі CO_2) з подальшою механічною обробкою до номінальних розмірів.

2.4.1 Вибір технологічної схеми відновлення деталі

Для циліндричних шийок валу-шестірні доцільно застосувати кругове наплавлення при обертанні деталі в центрах на спеціальній установці або токарному верстаті з наплавлювальною приставкою.

Деталь установлюють у центрах токарного верстата, який забезпечує необхідну частоту обертання деталі, а наплавлювальний пальник (електрод) кріпиться у супорті верстата. Робоча подача електрода здійснюється паралельно осі деталі (гвинтове наплавлення) або при фіксованій осі деталі (пошарове наплавлення).

2.4.2 Розрахунок товщини наплавленого шару та діаметра поверхні деталі під обточування

Вихідні дані:

- номінальний діаметр вала, $d = 60$ мм;
- фактичний діаметр зношеної поверхні шийки вала, $d = 59$ мм;
- максимальна величина зносу, $z_{\max} = d_n - d_{zm} = 0,7$ мм.

Приймаємо необхідний радіальний припуск на механічну обробку поверхні після наплавлення, $a = 0,5$ мм.

Радіальна товщина наплавленого шару:

$$d = z_{\max} + a = 0,7 + 0,5 = 1,2 \text{ мм}$$

Діаметр поверхні вала під попереднє обточування (перед наплавленням)

$$d_{\text{під}} = d_n - 2\delta = 60 - 2 \cdot 1,2 = 57,6 \text{ мм}$$

Отже, при дефекації вала поверхня шийки обточується до діаметра 57,6 мм, що забезпечує зняття всього ушкодженого шару матеріалу та необхідний запас під наплавлення.

2.5 Розрахунок основних параметрів режиму наплавлення поверхні деталі

Приймаємо метод наплавлення поверхні самозахисним порошковим дротом Ø1,6 мм у середовищі CO₂.

Рекомендовані силові параметри для наплавлення поверхні деталі діаметром ~60 мм:

- сила струму, $I = 220$ А;
- напруга дуги, $U = 26$ В;
- швидкість подачі дроту, $v = 6$ м/хв;
- осьова швидкість переміщення пальника (подача супорта верстата), $v = 0,2$ м/хв;
- діаметр шийки вала під час наплавлення, $d = 57,6$ мм;

- довжина шийки вала, $L = 40 \text{ мм} = 0,04 \text{ м}$.

Швидкість обертання вала:

$$v_{\text{кол}} = \pi \cdot d_{\text{під}} \cdot n,$$

Де: v – лінійна швидкість точки на колі, м/хв;

n – об/хв.

Рекомендована лінійна швидкість для дугового наплавлення $v_{\text{кол}} \approx 0,6 \text{ м/с} = 36 \text{ м/хв}$.

Визначаємо частоту обертання деталі під час наплавлення:

$$n = \frac{v_{\text{кол}}}{\pi d_{\text{під}}} = \frac{36}{3,14 \cdot 0,0576} \approx 200 \text{ об/хв}.$$

Визначаємо величину часу одного проходу при напавленні вздовж поверхні шийки деталі:

$$t_1 = \frac{L}{v_{\text{ось}}} = \frac{0,04}{0,2} = 0,2 \text{ хв}.$$

При необхідності двох проходів для формування заданого напавленого шару потрібної товщини величина часу на одну шийку деталі складає:

$$t_{\text{н}} = 2 \cdot t_1 = 0,4 \text{ хв на одну шийку}.$$

Для наплавлення приймаємо дуговий процес із застосуванням порошкового дроту $\varnothing 1,6 \text{ мм}$ у середовищі CO_2 . Орієнтовні параметри:

сила струму наплавлення:

$$I = 220 \text{ А}$$

напруга дуги:

$$U = 26 \text{ В}$$

осьова швидкість переміщення пальника (подача супорта):

$$v_{\text{ось}} = 0,2 \text{ м/хв} = 200 \text{ мм/хв}$$

діаметр шийки деталі під час наплавлення:

$$d_{\text{під}} = 57,6 \text{ мм} = 0,0576 \text{ м}$$

Рекомендована лінійна швидкість точки на колі при наплавленні для такого діаметра:

$$v_{\text{кол}} \approx 0,6 \text{ м/с} = 36 \text{ м/хв.}$$

Час наплавлення однієї шийки при одному осьовому проході:

$$t_1 = L/v_{\text{ось}} = 0,040,2 = 0,2 \text{ хв}$$

При товщині наплавленого шару $\delta = 1,2$ мм і використанні дроту, що забезпечує шар $\sim 1,0\text{--}1,2$ мм за один прохід, достатньо одного наплавочного шару. Якщо технологічно приймається два тонших шари, загальний час наплавлення:

$$t_n = 2 \cdot t_1 = 0,4 \text{ хв на одну шийку}$$

Температурний режим істотно впливає на відсутність тріщин, величину залишкових напружень та структуру наплавленого металу й зони термічного впливу.

Попередній підігрів валу-шестерні до температури $T_{\text{п}} = 150\text{--}200$ °С, дозволяє зменшити температурні градієнти та ймовірність утворення холодних тріщин.

Міжпрохідна температура (при багат шаровому наплавленні) повинна підтримуватися в інтервалі $T_{\text{між}} = 200\text{--}250$ °С не допускаючи повного охолодження деталі до кімнатної температури між проходами, але й не перевищуючи $300\text{--}350$ °С, щоб уникнути небажаного перегріву.

Відпуск після наплавлення для зняття внутрішніх напружень $T_{\text{відп}} = 550\text{--}600$ °С, твiтримки=1-2 год.

В таблиці 2.4 приведено дані по вибору обладнання, устаткування, ріжучого та вимірювального інструментів для розробленого технологічного процесу відновлення вала-шестірни головної передачі автомобіля Renault Premium 430 dxi.

Таблиця 2.5 - Комплекс обладнання, устаткування та інструменту для реалізації технологічного процесу відновлення валу-шестірні головної передачі

№ оп.	Найменування операції	Обладнання	Устаткування	Інструмент, матеріали	Технічні вимоги
010	Очищення та дефектація валу-шестірні	Мийна установка, стенд дефектації	Стенд у центрах	Щітки, лужний розчин, індикатор	Повне видалення забруднень, фіксація дефектів
020	Обточування шийок під наплавлення	Токарний верстат	Центри, люнет	Різець прохідний	Діаметр, $d = 57,6$ мм, биття $\leq 0,05$ мм
030	Підготовка до наплавлення (зачистка, фаски, прогрів)	Робоче місце з шліфмашиною, термічна піч	Центрова оправка	Абразивний круг, пальник	Зачистити до металевого блиску, виконати фаску $1 \times 45^\circ$
040	Наплавлення шийок	Наплавлювальна установка токарний верстат з приставкою	Центри, люнет	Дріт порошковий, CO_2	Параметри: $I=220$ А, $U=26$ В, $n \approx 200$ {об/хв; суцільний рівномірний шар, без тріщин
050	Термічна обробка (відпуск)	Термічна піч	Підставка для валів	—	$550\text{--}600$ °С, 1–2 год, повільне охолодження
060	Чорнове точіння наплавлених шийок	Токарний верстат	Центри, люнет	Різець прохідний	Діаметр на $0,2\text{--}0,3$ мм більше номінального
070	Чистове точіння та шліфування	Токарний і шліфувальний верстати	Центри	Шліфувальний круг	Діаметр, $d = 60+0,00-0,02$ мм, $R_a \leq 1,25$, биття $\leq 0,03$ мм
080	Контроль розмірів і биття	Контрольно-вимірювальний прилад	Контроль на призма, центрова оправка	Мікрометр, індикатор	Відповідність кресленню, протокол контролю
090	Очищення й консервація	Мийна ванна	—	Консерваційне мастило	Без ознак корозії, маркування «Відновлено»

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Пристрій для наплавлення валу-шестерні головної передачі

Для відновлення деталей трансмісії автомобілів, зокрема валів і шестірень, у ремонтних умовах застосовуються спеціалізовані пристрої, які забезпечують стабільний процес наплавлення, рівномірне формування шару та високу якість отриманої поверхні. Одним із таких пристроїв є установка для наплавлення валу-шестерні головної передачі, призначена для проведення відновлювальних робіт методом дугового наплавлення в середовищі захисного газу.

Конструкція пристрою передбачає наявність масивної станини, яка виконує функцію базової опори для всіх елементів. На станині змонтовані дві бабки — ліва та права. Ліва бабка оснащена нерухомим центром, що забезпечує точне позиціонування деталі та фіксує її в осьовому положенні. Права бабка має обертовий центр, з'єднаний із валом, який через редуктор і муфту отримує обертальний рух від електродвигуна. Така конструктивна схема дає можливість здійснювати плавне і стабільне обертання деталі під час наплавлення, що є необхідною умовою рівномірного розподілу металу по поверхні.

На станині пристрою розташована каретка, яка пересувається вздовж напрямних і несе на собі електродотримач зі зварювальним пальником. Каретка забезпечує поступальний рух пальника вздовж осі деталі, завдяки чому наплавлення відбувається рівномірно по всій довжині відновлюваної поверхні. Подача електродного дроту, регулювання швидкості переміщення пальника, а також контроль параметрів наплавлення (струму, напруги, швидкості обертання деталі) здійснюються через блок керування, який дозволяє підтримувати сталий технологічний режим.

Перед початком роботи деталь встановлюють між центрами бабок, після чого виконується фіксація її положення. Обертальний рух від електродвигуна передається на праву бабку через редуктор, що забезпечує необхідну частоту обертання в межах 2–10 обертів за хвилину. Одночасно з цим пальник, який

утворює зварювальну дугу, переміщується уздовж деталі зі швидкістю 100–200 міліметрів за хвилину. Внаслідок поєднання обертального і поступального рухів формується рівномірний наплавлений шар товщиною від одного до двох міліметрів. Для запобігання окисненню металу та покращення якості поверхні процес наплавлення виконується в середовищі вуглекислого газу або аргону.

Зварювальний струм у межах 200–240 ампер і напруга 24–28 вольт забезпечують стабільне горіння дуги та оптимальне проплавлення поверхні. Після завершення операції деталь охолоджується на повітрі, а потім піддається термічній обробці при температурі 550–600 °С протягом 1–2 годин. Такий відпуск дозволяє зняти залишкові внутрішні напруження, стабілізувати структуру металу і запобігти утворенню мікротріщин під час подальшої експлуатації.

Робота пристрою базується на принципі синхронізації обертального руху деталі та поступального переміщення пальника, що забезпечує рівномірне наплавлення та точне відтворення геометрії поверхні. Завдяки цьому досягається висока точність відновлення та мінімальні відхилення від номінальних розмірів. Використання газового захисту створює стабільні умови плавлення металу і забезпечує чистоту наплавленого шару без оксидів і пористості.

Порівняно з традиційними ручними способами відновлення, застосування даного пристрою має низку переваг. По-перше, це підвищення точності та повторюваності процесу, що зменшує необхідність додаткової механічної обробки після наплавлення. По-друге, автоматизація подачі дроту й руху пальника значно знижує трудомісткість робіт, дозволяючи одному оператору контролювати декілька операцій одночасно. По-третє, пристрій має універсальну конструкцію, яка дає можливість відновлювати деталі різних розмірів і форм, зокрема шийки валів, посадкові місця під підшипники та шліцьові з'єднання. Крім того, рівномірне прогрівання деталі та контрольований тепловий режим дозволяють мінімізувати деформації та зберегти структурну цілісність відновленої поверхні.

Застосування описаного пристрою у виробничих умовах ремонтних дільниць автомобільного транспорту забезпечує високу якість відновлення, продовжує термін служби деталей трансмісії, а також сприяє зниженню собівартості ремонтних робіт. Відновлені таким способом деталі не поступаються за експлуатаційними характеристиками новим заводським і можуть повторно використовуватися в складі головної передачі без обмежень. Таким чином, пристрій для наплавлення валу-шестірні головної передачі є ефективним засобом технологічного забезпечення довговічності та надійності агрегатів автомобілів.

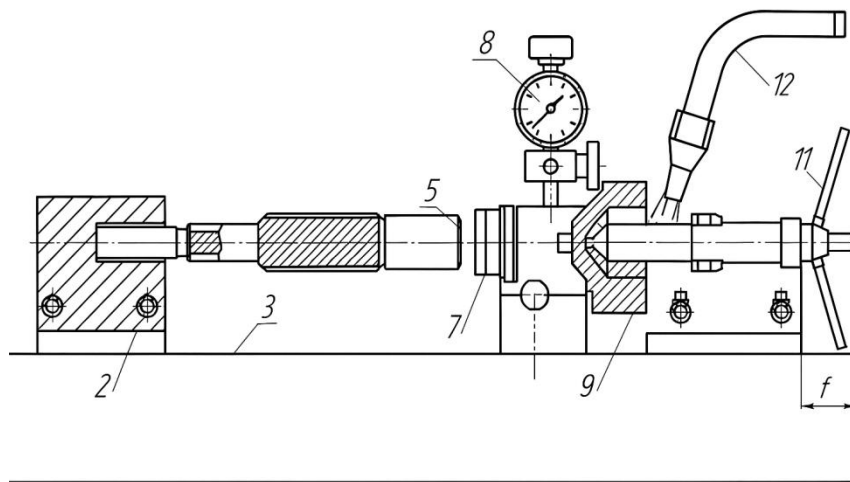


Рисунок 3.1 - Конструкція пристрою для наплавлення валу-шестірні головної передачі:

1 – станина, на якій змонтовані всі вузли пристрою; 2 – ліва бабка, у корпусі якої запресовано центр для фіксації заготовки; 3 – гвинт для регулювання положення центру; 4 – права бабка з гільзою, що забезпечує осьове переміщення; 5 – гільза з центром для фіксації правої частини валу-шестірні; 6 – планки для кріплення бабок до станини; 7 – болти кріплення планок; 8 – корпус підшипників веденого вала; 9 – ведений вал, що передає обертання заготовці; 10 – штурвал для осьового переміщення гільзи; 11 – рукоятка управління подачею; 12 – шток подачі з гайкою регулювання;

3.2 Контрольно-вимірювальний пристрій

На рисунку 3.2 приведено загальний вигляд та будову контрольно-вимірювального приладу для аналізу параметрів точності та якості деталі вал-шестірна.

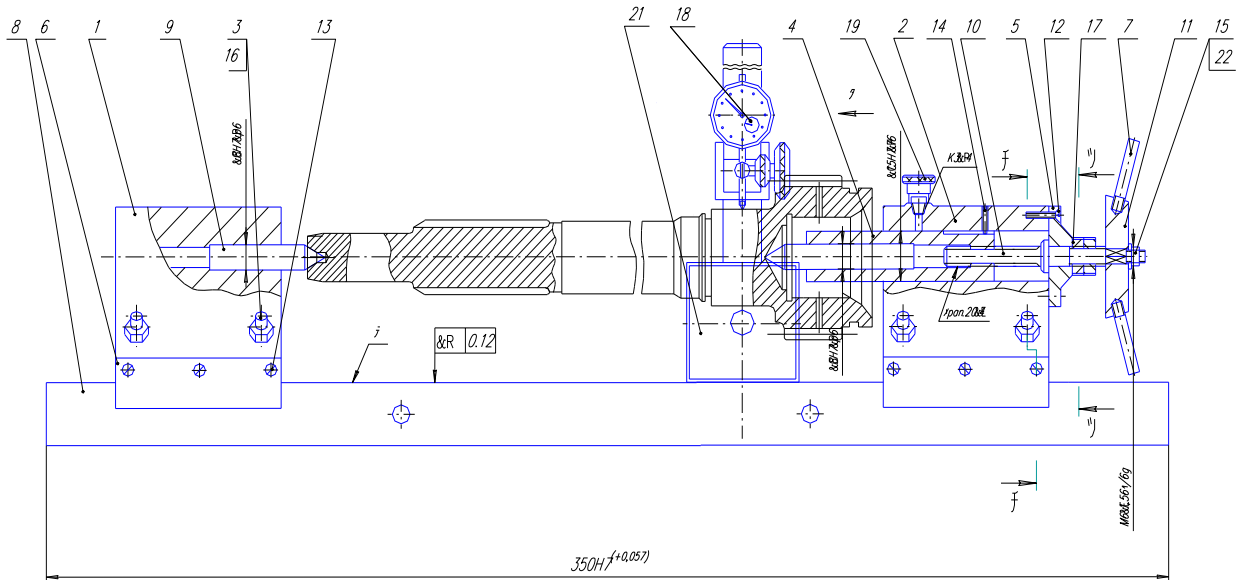


Рисунок 3.2 Контрольно-вимірювальний пристрій

Базовою деталлю контрольно-вимірювального пристрою є станина 8, на якій розміщуються бабка ліва 1, із запресованим у ній центром 9 і бабка права 2. Кріплення бабок до станини здійснюється за допомогою планок 6 із гвинтами 13 і болтів 3 з гайками 16. У правій бабці розміщуються гільза 4 у який запресований центр 9. Подовжнє переміщення гільзи здійснюється за допомогою повороту штурвала 11 з рукоятками 7 обертанням штока 10. Від провороту гільзу 4 в отворі бабки фіксує гвинт 14. Шток 10 від осьового переміщення фіксується в кришці 5 за допомогою гайок 17. Кришка кріпиться на корпусі бабки 2 гвинтами 12. Для змащення поверхонь тертя гільзи використовується масельничка 19. Вимірювальний прилад – індикатор 18 закріплений у стійці 21. Для транспортування пристосування використовуються рим болти 20.

Принцип роботи контрольно-вимірювального пристрою:

Вал або інша деталь, що підлягає контролю, встановлюється між центрами 9 лівої та правої бабок. Після фіксації деталі, праву гільзу подають у

напрямку до лівої бабки штурвалом 11, забезпечуючи щільне центрове встановлення. Індикатор 18 встановлюється у зону вимірювання таким чином, щоб його ніжка контактувала з контрольованою поверхнею.

Під час повільного обертання деталі вручну контролер спостерігає за відхиленнями стрілки індикатора, що дозволяє: визначити радіальне биття вала; оцінити правильність його геометричної осі; виявити прогин або викривлення; перевірити співвісність посадкових поверхонь; встановити нерівномірне зношування. Результати вимірювання порівнюють із допустимими нормами, що дає змогу своєчасно виявляти дефекти і приймати рішення щодо ремонту або заміни деталі.

3.3 Приспосіблення для ви пресування вал-шестерні

Пристосування призначене для випресовування ведених валів з корпусу коробки передач автомобілів та встановлено на естакаді для розбирання коробки передач моделі 6405-8.

Пристосування складається з гідравлічного циліндра 7 з завязатою скобою 9 на передній кришці 8 і рухомого центру 13, службовця для підтримки веденого валу 10 при його випресовуванні з корпусу 12. Поршень 6 ущільнений двома гумовими 3 та круглим гумовим кільцем 2.

Рухомий центр 13 притискається до веденого валу 10 пружиною 14 і може бути відведений праворуч рукояткою 16, в проріз якої входить палець 17, з'єднаний з тягою 15.

При випресовуванні пристосування опускається на корпус 12 коробки передач, включають золотник і шток 4, переміщуючись вправо, випресовує ведений вал 10 разом з підшипником 11, стискаючи пружину 14. В процесі випресування абсолютно виключений перекіс веденого валу 10, так як центруючі гнізда оправки 1 і 13 центру розташовані співвісно.

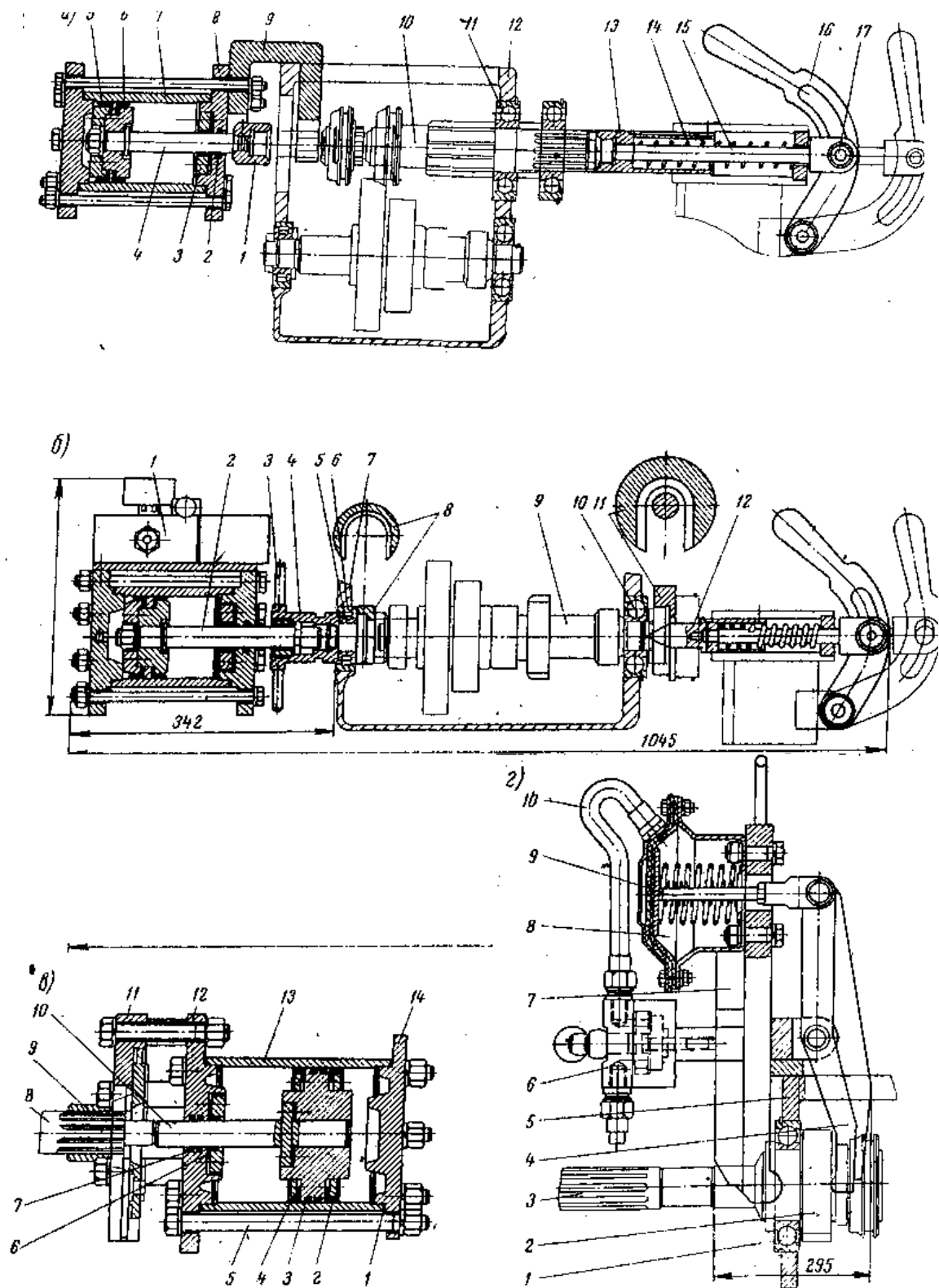


Рисунок 3.3 – Пристрій для випресування вал-шестерні головної передачі4

4 НУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Розрахунок швидкісної характеристики агрегатів трансмісії.

Швидкісну характеристику агрегатів трансмісії автомобіля визначають за залежністю:

$$V_{ax} = 0,105 \cdot n_{ex} \cdot \frac{r_c}{U_{tr}}, \quad \text{м/с}$$

де n_{ex} – частота обертання вихідного вала агрегата, об/хв;

U_{tr} – загальне передаточне число трансмісії;

r_c – вільний радіус колеса.

Вільний радіус визначають за формулою:

$$r_c = 0,5D_0 + D_i,$$

де D_0 – діаметр обода;

D_i – висота профілю шини у вільному стані;

$G_{ш}$ – коефіцієнт радіальної деформації шини, який становить 0,10–0,16 для стандартних і широкопрофільних шин та 0,20–0,30 для аркових і пневмокатків.

Для вантажних автомобілів значення r_c задаються стандартом, проте наближено можуть бути визначені за індексним позначенням шини:

$$r_c = 0,5d + U_{cm}, \quad \text{мм}$$

де d – посадковий діаметр обода;

U_{cm} – коефіцієнт зминання шини під навантаженням.

Для шин вантажних автомобілів та шин з регульованим тиском застосовують значення

$$U_{cm} = 0,85 \dots 0,90$$

Для радіальних шин легкових автомобілів коефіцієнт деформації нижчий — **0,80...0,85**. Для даного автомобіля (шини **215/90 R15**) приймається:

$$U_{cm}=0,9$$

Отримане значення вільного радіуса використовується при побудові швидкісних характеристик трансмісії та визначенні швидкості руху автомобіля на всіх передачах.

Для розрахунку використовуємо формулу:

$$r_c = 0,5 * d + U_{cm}, \text{ мм} .$$

$$U_{тр} = U_{кп} * U_{дп} * U_o ,$$

Де: $U_{тр}$ – передаточне число трансмісії;

$U_{кп}$ – передаточні числа коробки передач;

$U_{дп}$ - передаточне число додаткової передачі;

U_o - передаточне число головної передачі.

$$r_c = 0,5 * 380 + 215 * 0,9 * 0,85 = 354,475 \text{ мм};$$

$$U_{тр1-1} = 4,12 * 1,0 * 5,125 = 21,115 \quad U_{тр1-2} = 4,12 * 1,94 * 5,125 = 40,9631$$

$$U_{тр2-1} = 2,64 * 1,0 * 5,125 = 13,53 \quad U_{тр2-2} = 2,64 * 1,94 * 5,125 = 26,2482$$

$$U_{тр3-1} = 1,58 * 1,0 * 5,125 = 8,0975 \quad U_{тр3-2} = 1,58 * 1,94 * 5,125 = 15,70915$$

$$U_{тр4-1} = 1,0 * 1,0 * 5,125 = 5,125 \quad U_{тр4-2} = 1,0 * 1,94 * 5,125 = 9,9425$$

$$V_{a1-1} = 0,105 * 800 * 0,383 / 21,115 = 1,41 \text{ м/с}$$

$$V_{a1-2} = 0,105 * 800 * 0,383 / 40,9631 = 0,72 \text{ м/с}$$

$$V_{a1-1} = 0,105 * 4000 * 0,383 / 21,115 = 7,05 \text{ м/с}$$

$$V_{a1-2} = 0,105 * 4000 * 0,383 / 40,9631 = 3,63 \text{ м/с}$$

$$V_{a4-1} = 0,105 * 800 * 0,383 / 5,125 = 5,8 \text{ м/с}$$

$$V_{a4-2} = 0,105 * 800 * 0,383 / 9,9425 = 3 \text{ м/с}$$

$$V_{a4-1} = 0,105 * 4000 * 0,383 / 5,125 = 29 \text{ м/с}$$

$$V_{a4-2} = 0,105 * 4000 * 0,383 / 9,94 = 15 \text{ м/с}$$

4.2. Розрахунок крутного моменту на ведучих колесах автомобіля

Крутний момент на ведучих колесах при різних передачах коробки передач розрахуємо за формулою:

$$M_{BK} = M_{KB} \cdot U_{KP} \cdot U_{DP} \cdot U_{GP}, N \cdot m,$$

Де: M_{KB} - значення крутного моменту на колінчатому валу двигуна;

U_{KP} - передаточні числа коробки передач;

U_{GP} - передаточне число головної передачі;

U_{DP} - передаточне число додаткової передачі;

$$M_{K1-1} = 152,9 \cdot 4,12 \cdot 1,0 \cdot 5,125 \cdot 0,9 = 2903,5 \text{ Нм}$$

$$M_{K1-2} = 152,9 \cdot 4,12 \cdot 1,94 \cdot 5,125 \cdot 0,9 = 5636,5 \text{ Нм}$$

$$M_{K1-1} = 131,8 \cdot 4,12 \cdot 1,0 \cdot 5,125 \cdot 0,9 = 2509 \text{ Нм}$$

$$M_{K1-2} = 131,8 \cdot 4,12 \cdot 1,94 \cdot 5,125 \cdot 0,9 = 4859 \text{ Нм}$$

$$M_{K4-1} = 152,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 5,125 \cdot 0,9 = 5636,5 \text{ Нм}$$

$$M_{K4-2} = 152,9 \cdot 1,0 \cdot 1,94 \cdot 5,125 \cdot 0,9 = 1368 \text{ Нм}$$

$$M_{K4-1} = 131,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 5,125 \cdot 0,9 = 4859 \text{ Нм}$$

$$M_{K4-2} = 131,8 \cdot 1,0 \cdot 1,94 \cdot 5,125 \cdot 0,9 = 1179,4 \text{ Нм}$$

Результати обчислень приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 Результати розрахунків швидкості і крутного моменту при різних передачах коробки передач, на ведучих колесах автомобіля.

Передача	Параметр	Од. вим.	800 об/хв	1600 об/хв	2400 об/хв	3200 об/хв	4000 об/хв
I	Швидкість руху V1-1	м/хв	1,41	2,82	4,23	5,64	7,05
	Крутний момент M1-1	Н·м	2903,5	3112	3112	2901	2509
II	Швидкість руху V2-1	м/хв	2,20	4,40	6,60	8,80	11,00
	Крутний момент M1-2	Н·м	1861,9	1991	1991	1860	1605
III	Швидкість руху V3-1	м/хв	3,68	7,35	11,0	14,7	18,39
	Крутний момент M1-3	Н·м	1101	1177,2	1177,2	1099	948,9
IV	Швидкість руху V4-1	м/хв	5,80	11,60	17,40	23,20	29,00
	Крутний момент	Н·м	705,3	754	754	703,2	608

	M1-4						
I (діапазон 2)	Швидкість руху V1-2	м/хв	0,73	1,45	2,18	2,90	3,63
	Крутний момент M2-1	Н·м	5636,5	6027	6027	5634	4859
II (діапазон 2)	Швидкість руху V2-2	м/хв	1,13	2,27	3,40	4,54	5,67
	Крутний момент M2-2	Н·м	3612	3863	3863	3610	3114
III (діапазон 2)	Швидкість руху V3-2	м/хв	1,90	3,79	5,69	7,58	9,48
	Крутний момент M2-3	Н·м	2135,7	2310	2310	2133,5	1862
IV (діапазон 2)	Швидкість руху V4-2	м/хв	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00
	Крутний момент M2-4	Н·м	1368	1463	1463	1366,1	1179

4.3. Розрахунок крутного моменту на виході з коробки передач

Крутний момент на вихідному валу коробки передач визначають за співвідношенням:

$$M_{\text{к вих}} = M_{\text{вх}} * U_{\text{кп}}, \text{ Н*м},$$

Де: $M_{\text{вх}}$ – крутний момент на вході до коробки передач,

$U_{\text{кп}}$ - передаточне число відповідної передачі.

Для розрахунку крутного моменту на виході коробки передач використано значення для двох режимів роботи двигуна.

$$M_{\text{к вих1-I}} = 152,9 * 4,12 = 629,9 \text{ Н*м}$$

$$M_{\text{к вих1-IV}} = 152,9 * 1,0 = 152,9 \text{ Н*м}$$

$$M_{\text{к вих5-I}} = 131,8 * 4,12 = 543,02 \text{ Н*м}$$

$$M_{\text{к вих5-IV}} = 131,8 * 1,0 = 131,8 \text{ Н*м}$$

Отримані значення використано для побудови графічної залежності зміни крутного моменту на ведучих колесах автомобіля від швидкості його руху (рис. 4.1). Побудована характеристика дає змогу оцінити тягові властивості транспортного засобу на різних передачах та визначити режими, за яких забезпечується найефективніше використання потужності двигуна.

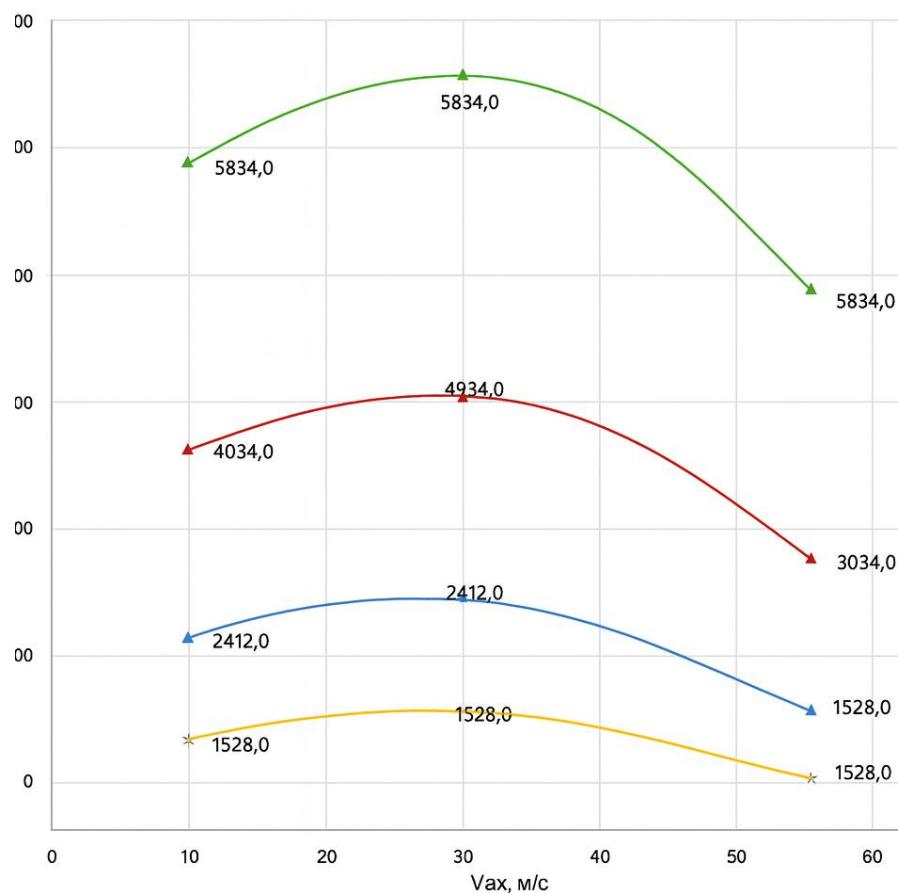


Рисунок 4.1 демонструє залежність крутного моменту на ведучих колесах від швидкості руху автомобіля, що дає можливість наочно оцінити зміну тягових можливостей транспортного засобу на різних передачах.

Для визначення крутного моменту, який передається від вихідного валу коробки передач до ведучих коліс через головну передачу, використовують співвідношення:

$$M_{г.п.} = M_{вих.} \cdot U_{г.п.},$$

де $M_{г.п.}$ — крутний момент після головної передачі,

$M_{вих.}$ — крутний момент на виході з коробки передач,

$U_{г.п.}$ — передаточне число головної передачі.

Отримане значення крутного моменту відображає реальний силовий вплив, який передається на півосі та ведучі колеса, формуючи фактичну тягову характеристику автомобіля. Саме цей параметр є визначальним під час оцінювання навантажень на елементи трансмісії, зокрема на півосі ведучих

мостів, оскільки він безпосередньо впливає на напружено-деформований стан деталей у реальних умовах експлуатації.

Значення крутного моменту враховується при розрахунках міцності, аналізі можливих зон концентрації напружень та під час вибору раціональної технології відновлення поверхонь півосей, що забезпечує їх необхідний ресурс та надійність роботи після ремонту.

$$M_{K \text{ вих ГП}} = 152,9 * 5,125 = 783,6 \text{ Нм},$$

$$M_{K \text{ вих ГП}} = 152,9 * 5,125 = 783,6 \text{ Нм},$$

$$M_{K \text{ вих ГП}} = 152,9 * 5,125 = 783,6 \text{ Нм},$$

$$M_{K \text{ вих ГП}} = 152,9 * 5,125 = 783,6 \text{ Нм},$$

Частоту обертання колінчастого вала двигуна, приведену до вихідного валу коробки передач, визначають за залежністю:

$$n_{\text{вих}} = n_{\text{пв}} / U_{\text{кп}}, \text{ об/хв},$$

Де: $n_{\text{пв}}$ – частота обертання вихідного валу коробки передач, хв^{-1} ;

$U_{\text{кп}}$ – передаточне число відповідної передачі..

Результати обчислень приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахункові дані частоти обертання вихідного валу коробки передач

Режим роботи двигуна	Частота обертання колінчастого вала пдп об/хв	$n_{\text{вих I об/хв}}$	$n_{\text{вих II об/хв}}$	$n_{\text{вих III об/хв}}$	$n_{\text{вих IV об/хв}}$
Холостий хід	900	218	328	548	900
Часткове навантаже ння	1500	364	546	912	1500
Номінальн ий режим	2200	534	801	1336	2200
Підвищене навантаже ння	3000	729	1093	1823	3000
Максималь на частота	3800	924	1386	2310	3800

На основі розрахункових значень, наведених у таблиці 4.2, побудовано графічну залежність частоти обертання вихідного валу коробки передач від режиму роботи двигуна для кожної передачі (рис. 4.2). Побудована характеристика дозволяє оцінити динамічні можливості трансмісії та визначити робочі діапазони швидкісних режимів автомобіля.

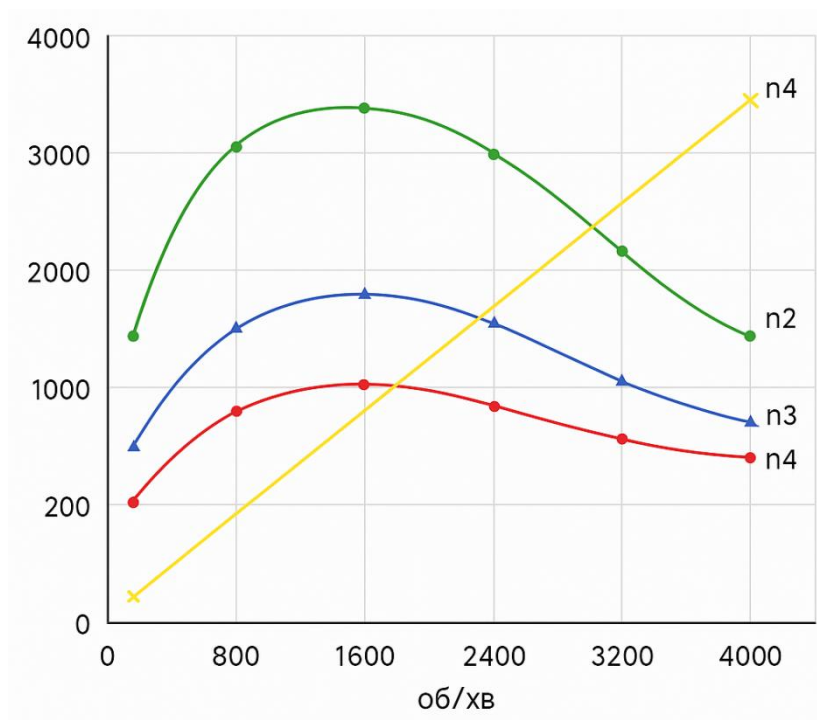


Рисунок 4.2 ілюструє залежність частоти обертання колінчастого вала двигуна від передаточного числа коробки передач, приведену до частоти обертання вихідного валу.

Такий графік дає змогу оцінити кінематичні характеристики трансмісії та визначити режими, за яких забезпечується оптимальна узгодженість роботи двигуна і коробки передач.

Крутний момент на вихідному валу коробки передач для кожної передачі, за відомих значень крутного моменту двигуна, визначають за формулою:

$$M_{\text{кп}} = M_{\text{кр}} * U_{\text{кп}}, \text{ Нм},$$

Де: $M_{\text{кр}}$ – крутний момент двигуна при різних значеннях числа оборотів колінчастого вала;

$U_{\text{кп}}$ – передаточні числа коробки передач.

$$M_{\text{кп I-1}} = 152,9 \cdot 4,12 = 629,9 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{кп IV-1}} = 152,9 \cdot 1,0 = 152,9 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{кп I-5}} = 131,8 \cdot 4,12 = 543 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{кп IV-5}} = 131,8 \cdot 1,0 = 131,8 \text{ Нм}$$

Результати обчислень приведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 Результати обчислень крутного моменту на вихідному валу коробки передач.

Частота обертання колінчастого вала, об/хв	Одиниці вимірів	$n_1 = 800$	$n_2 = 1600$	$n_3 = 2400$	$n_4 = 3200$	$n_5 = 4000$
$M_1, \text{Н} \cdot \text{м}$	Н м	629,9	673,6	673,6	629,5	543,0
$M_2, \text{Н} \cdot \text{м}$	Нм	403,7	431,6	431,6	403,4	347,9
$M_3, \text{Н} \cdot \text{м}$	Нм	241,6	258,3	258,3	241,3	208,2
$M_4, \text{Н} \cdot \text{м}$	Нм	152,9	163,5	163,5	152,8	131,8

4.4 Перевірочний розрахунок карданної передачі

Карданна передача автомобіля включає два вали — основний та проміжний, які з'єднані трьома карданными шарнірами на голчастих підшипниках. У кінематичному відношенні така передача належить до механізмів із шарнірами нерівної кутової швидкості, що зумовлює необхідність урахування динамічних змін крутного моменту під час роботи трансмісії. Ефективність і надійність карданної передачі визначаються її міцністю, довговічністю, твердістю робочих поверхонь та стійкістю до виникнення критичних частот обертання вала.

Перевірочний розрахунок карданної передачі виконується послідовно, з урахуванням навантажувального режиму, у якому працює агрегат. На першому етапі встановлюються реальні експлуатаційні навантаження, що діють на карданні вали, після чого визначають максимальні напруження кручення та кут їх закручування. Наступним кроком встановлюють величину осьової сили, що

виникає під час роботи карданного вала, та аналізують нерівномірність його обертання, а також інерційні моменти, пов'язані зі змінами кутової швидкості.

У подальшому виконують розрахунок основних елементів карданної передачі — хрестовини карданного шарніра та вилки карданного вала, визначають допустимі навантаження, що можуть діяти на голчасті підшипники, без порушення їх працездатності та ресурсу. Завершальним етапом є визначення критичної частоти обертання карданного вала та виконання теплового розрахунку шарніра, що дозволяє оцінити можливість перегрівання елементів передачі та прогнозувати їхній ресурс у реальних умовах експлуатації.

4.4.1 Навантажувальні режими карданної передачі.

Під час роботи трансмісії на карданні вали діють два основні види навантажень: крутний момент, що передається від коробки передач, та осьові сили, які виникають унаслідок коливань ведучого моста, підвішеного на ресорах. Додаткове ускладнення роботи карданної передачі пов'язане зі збільшенням частоти обертання, оскільки при високих швидкостях можливе виникнення поперечних коливань вала.

Поперечний вигин карданного вала формується під дією відцентрових сил, що з'являються при розбіжності осі його обертання з фактичним центром ваги. Така розбіжність практично неминуча й може бути спричинена низкою факторів: технологічними відхиленнями під час виготовлення та балансування вала, прогином під дією власної ваги, а також деформаціями, що накопичуються в процесі роботи автомобіля.

Унаслідок цього зростає амплітуда коливань, підвищуються динамічні навантаження на карданні шарніри та опори, зменшується ресурс деталей і підвищується ризик досягнення критичних частот, за яких можливе резонансне руйнування. Тому аналіз умов виникнення поперечних коливань і точність виготовлення карданних валів є визначальними чинниками їхньої довговічності та надійності в експлуатації.

4.4.2 Розрахунок карданного вала

Карданний вал у процесі експлуатації зазнає декількох типів деформацій, серед яких основними є кручення, розтяг, стиск та вигин, що виникає за умови розвитку поперечних коливань. Найбільш небезпечним для трунчаної міцності є саме кручення, оскільки воно визначає рівень напруженого стану вала при передаванні крутного моменту.

Максимальне напруження кручення приймають за умов дії максимального крутного моменту двигуна та найбільших можливих динамічних навантажень. Для врахування збільшення навантаження, що виникає під час різких змін режимів руху або ударних впливів трансмісії, застосовують коефіцієнт динамічності K_d , який залежно від характеру роботи вузла змінюється в межах 1–3.

Карданний вал автомобіля є пустотілим, що дозволяє зменшити його масу при збереженні достатньої жорсткості. Геометричні параметри вала становлять: зовнішній діаметр $D=75$ мм, внутрішній діаметр $d=70$ мм.

Для подальшого визначення максимальних напружень необхідно розрахувати момент опору перерізу при крученні. Для тонкостінних трубчастих валів він визначається співвідношенням:

$$W_{KP} = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{16 \times D} = \frac{3.14(7.5^4 - 7^4)}{16 \cdot 7.5} = 19.9 \text{ см}^3$$

Максимальне напруження кручення вала визначається за формулою:

$$\tau = \frac{M_{\max} \cdot i \cdot K_d}{W_{kp}} = \frac{82 \cdot 7.44 \cdot 1.5}{19.9} = 4600 \text{ кгс/см}^2 = 460 \text{ МПа}$$

$$[\tau] = 300 \text{--} 400 \text{ МПа}$$

Розрахунок вала на кут закручування

Величина кута закручування вала визначається за формулою:

$$\Theta = \frac{180 M_{\max} i l K_d}{\pi G L_{kp}} = \frac{180 \cdot 82 \cdot 100 \cdot 7.44 \cdot 142.5 \cdot 1.5}{3.14 \cdot 850000 \cdot 74.5} = 12^\circ$$

Де: G - модуль пружності при крученні, $G = 850000 \text{ кг/см}^2$

$L_{кр}$ - момент інерції перетину вала при крученні для пустотілого вала

$$L_{кр} = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32} = \frac{3,14(7,5^4 - 7^4)}{32} = 74,5 \text{ см}$$

L - довжина карданного вала моста, дорівнює 142,5 см

Величини кутів закручування складають при $K\delta = 1$ від 3 до 9° на метр довжини вала.

4.4.3. Визначення осьової сили діючої на карданний вал

Крім крутного моменту на карданний вал діють осьові сили Q , що виникають при переміщеннях ведучого моста.

Задній міст при русі автомобіля по нерівностях робить коливання щодо осі серги ресори по радіусі R_1 . Карданний вал заднього моста коливається навколо крапки ПРО₂ по радіусі R_2 .

Внаслідок нерівності радіусів R_1 і R_2 відбуваються осьові переміщення карданного вала. Величина осьового переміщення на переважних режимах експлуатації складає 2 - 5 мм.

Величина осьової сили Q діючої на карданний вал при коливаннях автомобіля визначається за формулою:

$$Q = \frac{4M_m i \mu}{D_{ш} + d_{ш}}$$

Де: $D_{ш}$ і $d_{ш}$ - діаметри шліців на виступах і западинах;

μ - коефіцієнт тертя в шліцевому з'єднанні.

Коефіцієнт μ залежить від якості змащення: при достатньому змащенні $\mu = 0,04 - 0,6$; при недостатньому змащенні $\mu = 0,11 - 0,12$.

У випадку заїдання при недостатньому змащенні величина $\mu = 0,4 - 0,45$.

Для шліцевого з'єднання карданного вала автомобіля

$$D_{ш} = 62 \text{ мм} \quad d_{ш} = 54 \text{ мм.}$$

Значення величини осьової сили: при достатньому змащенні - $\mu = 0,05$,

$$Q = \frac{4 \cdot 82 \cdot 1000 \cdot 7,44 \cdot 0,05}{62 + 54} = 1050 \text{ кгс};$$

при недостатньому змащенні - $\mu = 0,115$,

$$Q = \frac{4 \cdot 82 \cdot 1000 \cdot 7,44 \cdot 0,115}{62 + 54} = 2400 \text{ кгс};$$

при заїданні - $\mu = 0,45$,

$$Q = \frac{4 \cdot 82 \cdot 1000 \cdot 7,44 \cdot 0,45}{62 + 54} = 9480 \text{ кгс};$$

Осьові сили, що виникають у карданній передачі під час роботи трансмісії, передаються на опорні підшипники коробки передач та головної передачі, створюючи додаткове навантаження на їхні опорні вузли. За відсутності конструктивних заходів щодо зниження цих зусиль підшипники зазнають підвищених контактних напружень, що збільшує ймовірність передчасного зношування та скорочення ресурсу агрегатів.

Зменшення осьових навантажень можливе за умови застосування з'єднань, у яких тертя ковзання при осьовому переміщенні замінюється тертям кочення. Одним із найбільш ефективних варіантів є шліцьові з'єднання з використанням кулькових елементів. Такі з'єднання забезпечують значне зниження опору переміщенню вала в осьовому напрямку, сприяють стабілізації роботи карданної передачі та мінімізують передачу пікових осьових зусиль на підшипники інших елементів трансмісії.

4.4.4 Оцінка нерівномірності обертання карданних валів.

Для одиночного карданного шарніра співвідношення між кутами α і β представлено залежністю:

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \beta \cdot \cos \gamma_1$$

Одержимо:

$$\frac{d\alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{d\beta}{\cos^2 \beta} \cos \gamma_1 ,$$

$$\omega_A = \frac{d\alpha}{dt} , \quad \omega_B = \frac{d\beta}{dt}$$

Де: ω_A - кутова швидкість вала A ;

ω_B - кутова швидкість вала B .

Відношення

$$\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{d\alpha}{d\beta} , \text{ у той же час } \frac{d\alpha}{d\beta} = \frac{\cos^2 \alpha \cdot \cos \gamma_1}{\cos^2 \beta} .$$

Визначаємо:

$$\cos^2 \beta = \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} = \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

Помножимо праву частину на $\cos^2 \gamma_1$ тоді

$$\cos^2 \beta = \frac{\cos^2 \gamma_1}{\cos^2 \gamma_1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

Одержимо:

$$\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha \cos^2 \gamma_1}{\cos^2 \gamma_1}$$

Звідси випливає, що $\omega_A = \omega_B$ тільки коли $\gamma_1 = 0$, у загальному випадку $\gamma_1 \neq 0$, тобто при рівномірній швидкості обертання вала A вал B буде обертатися нерівномірно.

Величина різниці між значеннями ω_A і ω_B залежить від кута між валами γ_1

Задаючи кутом повороту вала A , можна оцінити нерівномірність обертання вала B при постійному куті між валами γ_1 ,

при $\alpha = 0$	при $\alpha = 270^\circ$
$\omega_B = \omega_A \frac{1}{\cos \gamma_1} ;$	$\omega_B = \omega_A \cos \gamma_1 ;$
при $\alpha = 90^\circ$	при $\alpha = 360^\circ$

$$\omega_B = \omega_A \cos \gamma_1 ; \quad \omega_B = \omega_A \frac{1}{\cos \gamma_1} ;$$

$$\text{при } \alpha = 360^\circ$$

$$\omega_B = \omega_A \cos \gamma_1 ;$$

Кутова швидкість вторинного вала для автомобіля при русі на першій передачі з $M_{\max}$ ($n = 1700$ об/хв.

$$\omega_A = \frac{\pi \cdot n}{30 \cdot i} = \frac{3,14 \cdot 1700}{30 \cdot 7,44} = 24 \text{ л/сек.}$$

По результатах даних приведених в таблиці 4.4 будуємо графік коливань кутової швидкості карданного вала заднього моста (Y) у залежності від повороту ведучого вала A і кута γ_1 (рис. 4.4).

Прийmemo кут перекосу валів A и B близьким до максимального $\gamma_{1\max} = 17^\circ$.

Таблиця 4.4 Дані для побудови графіку залежності коливань кутової швидкості карданного вала заднього моста автомобіля від повороту ведучого вала

α ,град.	ω_A ,л/сек.	ω_B при $\gamma = 17^\circ$,л/сек
0	24	25,1
90	24	23
180	24	25,1
270	24	23
360	24	25,1

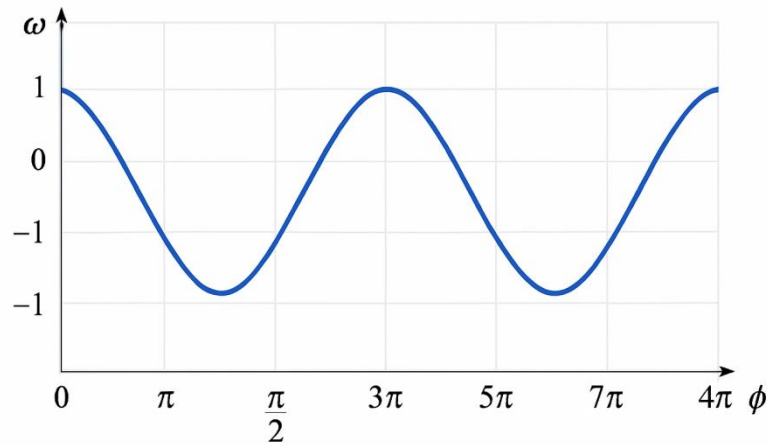


Рисунок 4.4. Графік залежності кутової швидкості вала ω_B від кутової швидкості вала ω_A і кута перекосу валів.

Співвідношення між кутами повороту вала В і С:

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \varphi \cdot \cos \gamma_2 .$$

Доведемо, що $\omega_A = \omega_C$ при $\gamma_1 = \gamma_2$. З огляду на положення вилок вала В і зсув ведучих вилок I і II на 90° , одна від одної, одержимо кут повороту від положення вала А,

$$\operatorname{tg}(90 + \beta) = \operatorname{tg}(90 + \varphi) \cdot \cos \gamma_2$$

$$\operatorname{ctg} \beta = \operatorname{ctg} \varphi \cdot \cos \gamma_2 ,$$

$$\frac{1}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{1}{\operatorname{tg} \varphi} \cos \gamma_2 ; \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \beta \cdot \cos \gamma_2 ,$$

$$\begin{cases} \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \beta \cdot \cos \gamma_1 \\ \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \beta \cdot \cos \gamma_2 \end{cases}$$

Звідси при $\gamma_1 = \gamma_2$, $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \varphi$, $\alpha = \varphi$.

При русі автомобіля через нерівномірність обертання вал У буде додатково навантажуватися інерційним моментом

$$M_{jB} = I_B \frac{d\omega_B}{dt} = I_A \frac{d\omega_A}{dt}$$

Де: I_A , I_B - моменти інерції обертових частин, приведені відповідно до валів А і В.

4.5 Розрахунок хрестовини карданного шарніра

На шип хрестовини карданного шарніра діє сила P .

Величина сили P визначається за формулою:

$$P = \frac{M_m i_1}{2R} = \frac{82 \cdot 7.44}{2 \cdot 39} = 7821,6 \text{ кгс},$$

Де: R - відстань від осі хрестовини до середини шипа, $R = 39$ мм.

Сила P діє на шип хрестовини, викликаючи його зминання, вигин і зріз. Напруження зминання не повинне перевищувати 800 кгс/см^2 , напруження вигину - 3500 кгс/см^2 , напруження зрізу - 1700 кгс/см^2 .

Напруження зминання визначається за формулою:

$$\sigma_{\text{зминання}} = \frac{P}{l \cdot d} = \frac{7821,6}{3,05 \cdot 2,5} = 1040 \text{ кгс/см}^2$$

Де: d - діаметр шипа, $d = 3,05$ мм

l - довжина шипа, $l = 2,5$ мм

Напруження вигину:

$$\sigma_{\text{вигину}} = \frac{P \cdot l}{W \cdot 2} = \frac{7821,6 \cdot 2,5}{2,8 \cdot 2} = 3480 \text{ кгс/см}^2$$

Для шипа:

$$W = \frac{\pi r^3}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,525^3}{4} = 2,8 \text{ кгс/см}^2$$

Напруження зрізу:

$$\tau = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 7821,6}{3,14 \cdot 3,05^2} = 1080 \text{ кгс/см}^2$$

Сили P , прикладені до шипів, дають рівнодіючі N , що викликають напругу на розрив у перетині II-II.

Напруження на розрив хрестовини визначається за формулою:

$$\sigma = \frac{1,415P}{F} = \frac{1,415 \cdot 7821,6}{14,5} = 760 \text{ кгс/см}^2$$

Площа F перетину визначається з рисунку (А-А).

$$F \approx 14,5 \text{ см}^2$$

4.6 Розрахунок критичного числа оборотів карданного вала.

Під час обертання вала за рахунок відцентрових сил, що виникають внаслідок навіть незначної розбіжності осі обертання вала з центром ваги, може виникнути поперечний прогин вала. При наближенні швидкості обертання до критичного, амплітуда поперечних коливань вала зростає і можлива поломка вала. Карданний вал при виготовленні піддається динамічному балансуванню, причому припустимий дисбаланс складає 15-20 г/см. Величина биття карданного вала в зборі не повинна перевершувати 0,5-0,8 мм. На величину критичної кутової швидкості $\omega_{кр}$ впливають :

- характер защемлення вала в опорах;
- величини зазорів у з'єднаннях і підшипниках;
- несумісність деталей;
- некруглість і різностінність труби і ряд інших факторів.

Для вала постійного перетину з рівномірно розподіленим навантаженням, рівної власної ваги, і вільно лежачого на опорах, що не сприймають згинальних моментів величина кутової швидкості визначається за формулою:

$$\omega_{кр} = \frac{i^2 \cdot \pi^2}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I \cdot q}{P}} = \frac{i^2 \cdot \pi^2}{l^2} \sqrt{\frac{E \cdot I}{m}},$$

Де: i - 1,2,3 – значення критичної кутової швидкості,

E – модуль пружності;

l - довжина вала між опорами;

I - момент інерції перетину вала для випадку вигину;

P і m – вага і маса одиниці довжини вала.

Кутова швидкість карданного вала не повинна досягати $\omega_{кр1}$. Для трубчастого вала з зовнішнім і внутрішнім діаметром D і d

$$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} \quad E = 2 \cdot 10^{11} \frac{H}{M^2}$$

$$m = 7800 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \text{ кг}$$

$$\omega_{кр} = \frac{\pi^2}{l^2} \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{11} \cdot \pi \cdot (D^4 - d^4) \cdot 4}{64 \cdot 7800 \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2)}} \approx 12500 \cdot \frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{l^2} \frac{рад}{сек};$$

$$n_{кр} \approx 2 \cdot 10^4 \frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{l^2} об,$$

$$D = 75 \text{ мм} = 0,075 \text{ м};$$

$$D = 70 \text{ мм} = 0,07 \text{ м},$$

$$l = 1425 \text{ мм} = 1,425 \text{ м}$$

$$n_{кр} = 6000 \text{ об/хв.}$$

Величина $n_{кр}$ повинна бути більше $n_{\max}$, де $n_{\max}$ максимальне число оборотів карданного вала дорівнює: $n_{кр} \geq (1,2 \div 1,15)n_{\max}$.

Тепловий розрахунок карданного шарніра.

Робота сил тертя на шипах карданного шарніра викликає його нагрівання.

Рівняння теплового балансу на шипах карданного шарніру.

$$Ldt = m \cdot c \cdot dt + F'' \cdot k \cdot \tau \cdot dt,$$

Де: L – потужність, підведена до карданного шарніра, Дж/сек;

dt – час роботи карданного шарніра;

m – маса деталі, кг;

c – питома теплоємність сталі 3 = 500 Дж/кг/град;

k - коефіцієнт тепловіддачі

$$K = 42 \frac{\text{дж}}{\text{м}^2 \cdot \text{сек} \cdot \text{град}};$$

F'' - поверхня охолодження деталей, що нагріваються м^2 ;

$\tau = T_1 - T_2$ - різниця між температурою деталей кардана, що нагріваються T_1 , і температурою навколишнього повітря T_2 ;

dt - приріст температури деталей карданного шарніра, що нагріваються.

Визначення площі поверхонь деталей охолодження карданного шарніра, що нагріваються, S - зовнішньої щоби = $0,0037 \text{ м}^2$; S - внутрішньої щоби = $0,0019 \text{ м}^2$; R - радіус підшипника = $0,0195 \text{ м}$; S - половини бічної щоби = $0,0017 \text{ м}^2$; S половини поверхні хрестовини = $0,0033 \text{ м}^2$; S - усієї поверхні хрестовини =

$0,0066 \text{ м}^2$; S - загальна площа охолодження деталей карданного шарніра = $4S$ щоки внутр. + $4(S \text{ щоки внутр.} - \pi R^2) + 8S \frac{1}{2}$ бокової щоки + S хрестовини = $0,043 \text{ м}^2$.

Маса хрестовини $m_k = 569 \text{ гр.}$.

$$V \text{ щоки вилки} = \frac{\pi D^2}{4} h + S \cdot 0,027;$$

$$\frac{D}{2} = 0,0225 \text{ м} h = 0,016 \text{ м}.$$

$$V_{\text{уш}} = \frac{3,14 \cdot 0,027^2}{2} \cdot 0,016 + 0,055 \cdot 0,045 \cdot 0,027 = 0,87 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

Маса однієї щоки

$$m_{\text{щ}} = 8,7 \cdot 10^{-5} \cdot 7,8 \cdot 10^3 = 67,86 \cdot 10^{-2} \text{ кг}.$$

Загальна маса: хрестовини + 4 щоки качани = 3,285 кг.

L – потужність підведена до карданного шарніра.

$$L = \frac{2M_m i_k \mu d_1 n}{R} \left[\ln \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\gamma}{2} \right) + \operatorname{tg} \gamma \right] = 100,6 \text{ Дж/сек},$$

Де: μ - коефіцієнт тертя між шипом і вилкою $\mu = 0,03$,

R - відстань від осі обертання качани до крапки прикладення сили $R = 0,0475 \text{ м}$,

d_1 – діаметр шипа хрестовини $d_1 = 0,025 \text{ м}$,

γ - кут нахилу між валами $\gamma = 4^\circ$,

$M_m = 82 \text{ кгс} \cdot \text{м}$ при $n = 1700 \text{ об/хв}$.

Нагрівання карданного шарніра визначається за формулою:

$$\tau = \frac{L}{F''K} \left(1 - e^{-\frac{t}{A}} \right)$$

Де: $F'' = 0,043 \text{ м}^2$ $k = 42 \text{ Дж/м}^2 \text{ сек} \cdot \text{град}$ $c = 500 \text{ Дж/кг} \cdot \text{град}$

$$\frac{L}{F''K} = \frac{100,6}{0,043 \cdot 42} = 56 \text{ град}$$

$$A = \frac{mc}{F''k} = 920 \text{ сек}$$

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Розрахунок звукоізолюючої здатності ремонтної майстерні

Визначити середню звукоізолюючу можливість ремонтної майстерні, якщо рівень інтенсивності шуму досягає 110дБ, стіни боксу цегляні товщиною 53см, звукоізоляцію стелі приймаємо рівною звукоізоляції стін.

Середня звукоізоляція визначається за формулою:

$$R_{cp} = 231 \cdot \lg \cdot S_s - 9;$$

де S_s – значення поверхневої густини стін, для цегляної штукатуреної стіни товщиною 53см.

$$S_s = 950 \text{ кг/м}^3;$$

$$R_{cp} = 231 \cdot \lg \cdot 950 - 9 = 60 \text{ дБ}.$$

Середньо часова максимально допустима концентрація газових шкідливих складових в повітрі робочої зони не повинна перевищувати санітарно-технічних норм, мг/м³:

- окис вуглецю – 20;
- аерозолі свинцю - 0,01;
- окиси азоту – 5;
- альдегіди – 0,5;
- акролеїни – 0,7;

Загальна вентиляція, розраховується в залежності від розчину газових домішок до максимально допустимої концентрації. При цьому проточне повітря подається в кімнату розгалужено.

При розрахунку загально обмінної вентиляції кількість при точного повітря повинна бути достатньою для компенсації повітря видаленого місцевими підсосами.

5.2 Розрахунок заземлення зварювально-наплавочної ремонтної майстерні

Захисне заземлення повинно відповідати вимогам електробезпеки ДСТУ

12.1030-81 ССБТ і ДСТУ 12.1.009-92. Захисному заземленню підлягають металеві неструмопровідні частини обладнання, які внаслідок несправності ізоляції можуть бути під напругою.

Захисне заземлення електроустановок необхідно застосовувати:

- при номінальній напрузі 380 В і вище змінного струму, а також 440В і вище постійного струму;
- при номінальній напрузі вище 42 В змінного струму і вище 110 В постійного струму тільки в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних і зовнішніх установках;
- при встановленні електрообладнання у вибухонебезпечних зонах.

Захисне заземлення застосовується:

- в електроустановках до 1кВ змінного струму з ізолюваною нейтраллю або з ізолюваним виводом джерела однофазного струму, а також в електроустановках постійного струму з ізолюваною середньою точкою;
- в електроустановках вище 1 кВ.

Мета розрахунку захисного заземлення – визначення основних параметрів заземлюючого пристрою.

Розрахунок проводиться для випадку розміщення заземлюючого пристрою в однорідній землі за допустимим опором розтікання струму заземлювача методом коефіцієнта використання заземлювачів.

5.3 Організація і порядок проведення робіт по знезараженню на об'єкті

Забезпечення безпеки людей і здійснення заходів по дезактивації і дезінфекції – складна задача, успішне вирішення якої можливе при умові організованого використання завчасно підготовлених сил і технічних засобів.

Всі заходи по захисту населення від засобів масового ураження в тому числі і заходів по знезараженню і ліквідації інших можливих наслідків нападу противника, організовують і проводять керівники (начальники цивільної оборони) підприємств.

Для проведення рятувальних і відновлювальних робіт в осередках

масового ураження на об'єкті створюється формування цивільної оборони. Для цього на об'єкті створюються ланки знезараження, санітарно-обшивочні пункти, станції знезараження техніки, станції знезараження одягу.

Для контролю за якістю проведення робіт по знезараженню крім штатних сил і засобів можуть залучатися різні хімічні лабораторії (об'єктів, учбових, науково-дослідницьких інститутів та інших установ), які завчасно в мирний час по планах штатів цивільної оборони забезпечуються всіма необхідними пристроями і реактивами. Проведення робіт по знезараженню можна умовно поділити на три етапи.

До робіт першого етапу відносяться роботи, що виконуються в індивідуальному порядку кожною людиною з метою знезараження уражених ділянок: тіла, одягу, взуття, особистого інструменту і оснащення. Ці роботи повинні усунути або максимально знизити небезпеку ураження людей і дати можливість продовжувати роботу або виконувати поставлені завдання.

Роботи другого етапу здійснюються особистим складом формувань цивільної оборони під керівництвом спеціалістів і проводиться в окремих ділянках і в тих заражених об'єктах, які представляють найбільшу небезпеку для людей.

Роботи третього етапу виконуються спеціальними формуваннями (частинами) з допомогою табельних технічних засобів і передбачають забезпечення повної дезактивації, дегазації і дезинфікації території споруд і будівель.

Подібна постановка загальні принципи знезараження повністю правильні. В реальних умовах підготовка, визначення об'єктів і послідовність проведення робіт по дезактивації, дегазації і дезинфікації повинні бути ґрунтовані на всебічному аналізі обставин з обов'язковим обліком можливості досягнення головної цілі – своєчасного забезпечення рятувних і аварійно-відновлюваних робіт, що підлягають виконанню у першу чергу.

Організація і послідовність проведення робіт:

1. Знезаражені території, проїздів і проходів, необхідних для проведення рятувних робіт, надання допомоги потерпілим, а також вивезення або виведення

працівників, службовців і населення із небезпечних регіонів.

2. Знезараження ділянок місцевості і споруд для забезпечення успішної роботи формувань цивільної оборони і в першу чергу тих, які зайняті виконанням термінових аварійно-відновлювальних заходів, гасіння пожеж і надання медичної допомоги людям.

3. Знезараження території і обладнання найбільш важливих ділянок, транспорту і зв'язку, а також території продовольчих і матеріальних сховищ джерел водопостачання і під'їзних шляхів до них.

4. Знезараження будівель, обладнання і майна адміністративних установ, відповідні роботи у житловому секторі.

Одночасно з послідовним проведенням вказаних заходів завжди проводиться знезараження машин і матеріальної частини формувань цивільної оборони, що приймали участь в роботах в зараженому регіоні індивідуальних засобів захисту працюючих людей та санітарна обробка особистого складу. Крім того, після виведення або вивезення населення із осередків ураження у випадку необхідності приймають міри по знезараженню одягу і санітарної обробки.

У випадку одночасного ураження радіоактивними і отруйними речовинами і бактеріальними засобами порядок і послідовність проведення способів знезараження наступні. Спочатку проводять дегазацію, яка одночасно виконує деякі функції дезінфікації і частково дезактивацію, а потім по мірі необхідності після дозиметричного контролю повну дезактивацію.

Дезактивації, дегазації і дезінфікації підлягають тільки обмежені і найбільш важливі ділянки території об'єкту.

Дезактивацію території можна проводити декількома способами.

Змиванням радіоактивних речовин водою проводять при дезактивації площ, вулиць і доріг з твердим покриттям. Цей спосіб найбільш зручний. Дезактивацію змиванням можна проводити поливно-миючими і пожежними машинами, мотопомпами, іншими засобами, що дозволяють оброблювати заражені поверхні направленим струменем води під тиском. Повнота дезактивації при цьому головним чином залежить від тиску водяного струменя.

Чим більші витрати і вищий тиск під яким викидається струмінь води тим швидше і надійніше вилучаються радіоактивні речовини.

Зрізання і вилучення зараженого шару ґрунту (снігу) призводять до дезактивації ділянок місцевості і доріг без твердого покриття.

Оскільки процес зрізання зараженого ґрунту або снігу трудомісткий, то знезаражувати великі ділянки таким способом недоцільно. Застосовують цей спосіб при устрої поїздів і проходів. Ґрунт зрізають на глибину 5...10 см, втоптаний сніг – 6 см, рихлий сніг – до 20 см. Після цього заражений ґрунт або сніг викидають вбік. При цьому для зниження рівня радіації у 5 разів ширина полоски, що дезактивується повинна складати 35 м, а для зниження рівня радіації у 10 разів – 90 м.

Роботи по зрізання і вилученню зараженого шару можна з успіхом виконувати за допомогою бульдозерів, скреперів, грейдерів та інш. Найбільші ділянки доріг і проходів можна також дезактивувати в ручну лопатами.

Переорювання або перекопування ґрунту на ділянках місцевості обмежених розмірів без твердого покриття проводять наступним чином. Верхній заражений шар ґрунту товщиною 20см піднімають і перевертають зараженою стороною вниз для того, щоб закопати радіоактивні речовини і ізолювати їх нижнім незараженим шаром землі. Переорюють тракторами з плугами, а перекопують лопатами на невеликих ділянках і тільки у випадку крайньої необхідності, засипку (ізоляцію) зараженої поверхні шаром незараженого ґрунту або матеріалу проводять для проходів і поїздів. При цьому із землі, піску, щебеню та інших незаражених речовин створюють щільний шар ізолюючого матеріалу рекомендується зволожувати водою. Незаражені матеріали підвозять на автомашинах самоскидах і деяких видах землерийних та інших машинах.

Вилучення радіоактивних речовин вимітанням застосовують тільки для дезактивації твердих і відносно гладких поверхонь. Цю операцію здійснюють підметально-прибиральними машинами та вручну (мітлами, віниками). Такий спосіб не можна широко застосовувати, оскільки радіоактивні речовини вилучаються не повністю і при цьому створюється велика кількість пилу.

Основні способи дезинфекції та дегазації території – хімічні і механічні. На ізольованих і віддалених ділянках не в заселених місцях заражену територію можна залишити для природної дегазації і дезінфікації, при якій отруйні речовини або бактеріологічні засоби розпадаються і знищуються в результаті впливу сонячної радіації, вологи та інших метеорологічних факторів.

При дегазації і дезінфікації території застосовують наступні хімічні засоби.

Дегазацію і дезінфікацію поливанням дегазуючими речовинами виконують авторозливними станціями, поливно-миючими машинами рівномірно розбризкуючи дегазуючі розчини.

Для дегазації площ, вуличних покриттів, доріг і ділянок місцевості заражених отруйними речовинами типу іприт і 2-х в'язкими рецептурами, використовують водні суспензії хлорного вапна і дегазуючих засобів при температурі не нижче +50С. Якщо територія заражена отруйними речовинами типу зарін, то крім водної суспензії, хлорною ванною і дегазуючих засобів при температурі -50С і вище застосовують 10% і водні розчини їдкого натрію (калію), сірчаного натрію і 10 – 12% - го розчину аміаку, а при температурі нижче -50С для ділянок місцевості без снігового покриву, або з вкритим снігом 20 – 25% аміачну воду.

Для дезактивації території застосовують в основному аналогічні розчини. Для руйнування токсинів найбільш ефективні розчини лугів і сірчаного натрію.

При дегазації території необхідно враховувати, що суспензії і розчини забезпечують головним чином поверхневу дегазацію, тобто розчиняють тільки ті отруйні речовини, які знаходяться на зовнішніх шарах поверхні, що обробляються, а отруйні речовини, що потрапили у глибинні шари повному знешкодженню не підлягають.

Тому, безпосередньо після закінчення дегазації вибухає лише небезпека ураження людей краплерідними отруйними речовинами в той час, як небезпека ураження парами отруйних речовин, що сподіваються, внаслідок випаровування частини отруйних речовин, що поглинулися зберігається ще на протязі 1...2 год, а інколи і більше. Тому знаходитись в той час на

продегазованій території без протигазу не рекомендується.

Дегазацію розсіванням сипучих дегазуючих речовин виконують на автомашинах обладнаних пристроями ПДП – 53, сільськогосподарських розкидачів типу РПТМ – 2,0, піскорозкидувачами, самоскидах, а на території малих розмірів вручну (лопатами). Для дегазації території і ділянок місцевості заражених отруйними речовинами (ОР) типу іприт та їх в'язкими рецептурами в якості основних дегазуючих речовин при температурі не нижче 5 0С застосовують хлорне вапно і ДТС ГК.

ВИСНОВКИ

Проведений детальний аналіз типів конструкцій трансмісій вантажних автомобілів на базі технічної та патентної літератури дозволив систематизувати дані конструкції по основних експлуатаційних характеристиках, перевагах та недоліках, вибрати конструкцію трансмісії вантажного автомобіля Renault Premium 430 dXi для її подальшого вдосконалення з точки зору підвищення експлуатаційної надійності та довговічності.

Сформульовані мета дослідження та основні задачі для її досягнення, дозволили розробити комплекс конструкторських, технологічних та експлуатаційних засобів для реалізації технологічного процесу ремонту та відновлення пошкоджених деталей трансмісії. Виявлені найбільш характерні види поверхневих пошкоджень деталей та фактори, які впливають на їх появу зумовили вибір конкретного методу відновлення вихідних параметрів деталі методом наплавлення.

Враховуючи матеріал деталі, параметри точності та якості відновлювальних поверхонь, технологічні можливості ремонтної майстерні, річний обсяг відновлюваних деталей, підібрано найбільш ефективне обладнання, устаткування, робочий та вимірювальний інструменти, вибрані оптимальні режими відновлювання поверхні, що в комплексі і дозволило зреалізувати режим відновлення зношених поверхонь деталі вал-шестерня з точки зору економії матеріалів та енергоресурсів.

Зреалізовані рекомендації технологічного характеру, щодо вибору оптимального методу відновлення пошкоджених поверхонь методом наплавлення можуть бути впроваджені в аналогічних ремонтних майстернях по відновленню деталей типу вал із врахуванням конструктивних особливостей деталі, характеру пошкоджень її поверхонь та вимог до відновлених поверхонь по параметрах точності та якості.

Згідно затвердженого змісту, щодо виконання даної кваліфікаційної роботи проведено комплекс лабораторних та стендових досліджень силових та кінематичних характеристик основних агрегатів трансмісії, а саме швидкісної характеристики, крутного моменту та кричних чисел оборотів карданного вала.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ткаченко І. Г., Левкович М. Г. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів». Тернопіль : ТНТУ, 2024. 118 с.
2. Aulin, V., Lyashuk, O., Gupka, A., Tson, O., Dmitro, M., Sokol, M., ... & Yarema, I. (2024). Tribodiagnosis of the surface damage of tribo-coupling parts materials during machine operation. *Procedia Structural Integrity*, 59, 428-435.
3. Lyashuk O., Gupka A., Pyndus Y., Gupka V., Sipravska M., Stashkiv M. (2019) The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteria. *Proceedings of ICCPT 2019* (Tern., May 28-29, 2019), pp. 231-237.
4. Дембіцький В. М., Павлюк В. І., Придюк В. М. Технічна експлуатація автомобілів : навчальний посібник. Луцьк : Луцький НТУ, 2018. 473 с.
5. Чабанний В. Я. (упор.). Ремонт автомобілів : навчальний посібник. Кіровоград : Кіровоградська районна друкарня, 2007. 720 с.
6. Кукурудзяк Я. М. Технічна експлуатація автомобілів. Технологія обслуговування : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2023. 241 с.
7. Огневий В. Ф., Фалько Ю. М., Блажко Д. О., Кіпенко Д. О., Березюк О. С. Сучасні технологічні процеси ремонту транспортних засобів : навчальний посібник. Харків : Форт, 2024. 290 с.
8. Технічний сервіс автомобілів та проєктування авторемонтних підприємств : методичні рекомендації до лабораторних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О. П. Бабак, О. В. Диха, А. А. Вичавка. Хмельницький : ХНУ, 2024. 26
9. Гевко І. Б., Ляшук О. Л. Технікоєкономічне обґрунтування інженерних рішень : навч. посіб. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. 264 с.
10. Красота О. В., Верьовкіна О. В., Шатковський О. П., Панасенко М. О. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів : навч. посіб. Київ : Видавничий дім «Слово», 2023. 208 с.

11. Тригуб О. В. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів : навч. посіб. Черкаси : ЧДТУ, 2021. 187 с.
12. Домуці Д. П., Мельник О. В. Ремонт тракторів і автомобілів : навчальний посібник. Одеса : Одеський державний аграрний університет, 2020. 252 с.
12. Прокопович І. В. Металознавство : навчальний посібник. Одеса : Екологія, 2020. 308 с.
13. Вакуленко І. О. Теорія та практика термічної обробки : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Кам'янське : ДДТУ, 2024. 75 с.
14. Хоменко О. М., Бережний В. М. Діагностика та контроль технічного стану транспортних засобів. Вінниця : ВНТУ, 2021. 254 с.