

Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему:

**Проект ділянки ремонтного цеху для відновлення
деталей головної передачі автомобіля MAN 18.320
з дослідженням його працездатності**

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

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Ковбасюк О.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Тесля В.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Левкович М.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Цьонь О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Довбуш Т.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

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

Кафедра Автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« » 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Ковбасюк Олексій Юрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дільниці ремонтного цеху для відновлення деталей
головної передачі автомобіля MAN 18.320 з дослідженням його працездатності

Керівник роботи Тесля Володимир Олегович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «12» листопада 2024 року № 4/7-1088

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2024

3. Вихідні дані до роботи Марка автомобіля MAN 18.320, базовий технологічний
процес відновлення деталей головної передачі

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ.
Науково-дослідний розділ. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Аналіз технологій. Ремонтне креслення. Карти ескізів.
Приспосіблення для кріплення і базування деталі
План дільниці ремонтного цеху. Науково дослідна частина.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорони праці</i>	<i>к.т.н., доцент Ткаченко І.Г.</i>		
<i>Безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>ст. викладач Стручок В.С.</i>		

7. Дата видачі завдання 14.10.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Загально-технічний розділ</i>	<i>14.10.2024</i>	
2	<i>Технологічний розділ</i>	<i>28.10.2024</i>	
3	<i>Конструкторський розділ</i>	<i>04.11.2024</i>	
4	<i>Науково-дослідний розділ</i>	<i>11.11.2024</i>	
5	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуація</i>	<i>25.11.2024</i>	
6	<i>Оформлення графічної частини</i>	<i>09.12.2024</i>	
7	<i>Захист дипломної роботи</i>	<i>24.12.2024</i>	

Студент

(підпис)

Олексій КОВБАСЮК

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Володимир ТЕСЛЯ

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автомобільний транспорт є ключовим елементом сучасної інфраструктури, забезпечуючи перевезення вантажів і пасажирів. Одним із важливих аспектів його функціонування є технічне обслуговування і ремонт, що сприяє підтримці транспортних засобів у працездатному стані. У цій роботі розглядається проектування дільниці ремонтного цеху для відновлення деталей головної передачі автомобіля MAN.

Автомобіль MAN 18.320 широко використовується у вантажних перевезеннях завдяки високій надійності та продуктивності. Однак головна передача, яка передає крутний момент на колеса, піддається значним навантаженням, що може призводити до зносу її компонентів. Актуальність теми обумовлена необхідністю забезпечення надійності та безперервної роботи автопарків при мінімальних витратах. Відновлення деталей головної передачі дозволяє суттєво знизити витрати на ремонт та продовжити термін служби транспортного засобу, що є економічно доцільним і екологічно виправданим.

Метою проекту є розробка дільниці ремонтного цеху для відновлення деталей головної передачі автомобіля MAN 18.320. Для досягнення цієї мети необхідно виконати наступні завдання.

Провести аналіз конструкції та функціонування головної передачі автомобіля MAN 18.320.

Визначити основні види дефектів та зношення деталей.

Розробити технологічний процес відновлення компонентів.

Спроектувати дільницю цеху з урахуванням вимог техніки безпеки, ергономіки та екологічності.

Головна передача автомобіля MAN 18.320 складається з таких основних компонентів, як ведуча шестерня, ведений вал, корпус редуктора, підшипники та ущільнення.

Ці деталі працюють у важких умовах, зазнаючи впливу великих навантажень і високих температур. Основними видами дефектів є зношення зубців шестерень, пошкодження підшипників та утворення тріщин у корпусі.

Відновлення деталей головної передачі дозволяє знизити витрати на ремонт до 40% порівняно з купівлею нових компонентів. Крім того, проектна дільниця сприяє скороченню часу простою автомобілів, підвищуючи ефективність автопарку.

Проект дільниці ремонтного цеху для відновлення деталей головної передачі автомобіля MAN 18.320 є актуальним і економічно обґрунтованим. Впровадження таких технологій дозволяє забезпечити надійність автопарку, зменшити витрати на ремонт і підвищити ефективність використання ресурсів.

ЗМІСТ

Вступ	8
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	10
1.1 Головна передача автомобіля MAN	10
1.2 Діагностування головної передачі автомобіля MAN 18.320	14
1.3 Методологія ремонту головної передачі автомобіля MAN	17
1.4 Методи випробування головної передачі автомобіля	18
1.5 Висновки до першого розділу	19
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	20
2.1 Особливості і типи головної передачі	20
2.2 Задачі та принципи роботи головної передачі	24
2.3 Несправності головної передачі та способи їх усунення	26
2.4 Процес ремонту та відновлення деталей головної передачі	30
2.5 Методи покращення технології ремонту та відновлення головної передачі	33
2.6 Аналіз конструктивних особливостей елементів головної передачі автомобіля MAN	35
2.7 Розрахунки головної передачі автомобіля MAN	37
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	39
3.1 Переваги примінення спеціалізованого пристосування для ремонту головної передачі в умовах АТП	39
3.2 Аналіз станда для ремонту головної передачі	41
3.3 Розрахунок станда на міцність	45
4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	46
4.1 Дослідження працездатності головної передачі автомобіля MAN 18.320 .	46
4.2 Моделювання навантажень на деталі головної передачі	48
4.3 Моделювання деталей головної передачі.....	50

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ...	55
5.1 Основні положення про охорону праці	55
5.2 Техніка безпеки	56
5.3 Охорона навколишнього середовища	57
5.4 Розрахунки контуру заземлення	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	64

ВСТУП

Автомобільний транспорт є одним із найважливіших засобів перевезення вантажів та пасажирів. Від надійності та довговічності його компонентів залежить безпека руху та ефективність роботи транспорту. Головна передача є одним з найвідповідальніших вузлів автомобіля, оскільки передає крутний момент від двигуна на ведучі колеса. Знос та пошкодження деталей головної передачі призводять до зниження потужності, збільшення витрати палива та, в кінцевому рахунку, до виходу автомобіля з ладу. Тому, відновлення деталей головної передачі є актуальним завданням для автотранспортних підприємств.

Особливу увагу заслуговують важкі вантажівки, такі як MAN 18.320, які експлуатуються в складних умовах та піддаються значним навантаженням. Відновлення деталей головної передачі таких автомобілів вимагає використання сучасного обладнання та технологій.

Метою даної роботи є розробка проекту дільниці ремонтного цеху, спеціалізованої на відновленні деталей головної передачі автомобіля MAN 18.320. В рамках роботи буде розроблено технологічний процес відновлення деталей, обрано необхідне обладнання, розрахована продуктивність дільниці та оцінена економічна ефективність проекту.

Для досягнення мети роботи будуть вирішені наступні завдання:

Аналіз конструкції головної передачі MAN 18.320 із вивченням конструктивних особливостей, матеріалів та технологій виготовлення деталей.

Виявлення типових дефектів деталей з аналізом причин виникнення дефектів та розробка методів їх діагностики.

Розробка технологічного процесу відновлення деталей із вибором оптимальних методів обробки, нанесення покриттів та контролю якості.

Обґрунтування вибору обладнання та його підбір, необхідного для виконання технологічного процесу.

Розробка планування дільниці із оптимальним розташування обладнання та організації робочих місць.

Оцінка ефективності проекту із розрахунком капітальних витрат, операційних витрат та прибутковості проекту.

Результати роботи можуть бути використані для створення спеціалізованих ремонтних підприємств, а також для оптимізації роботи існуючих авторемонтних підприємств. Розроблений проект дільниці може бути використаний як зразок для створення подібних дільниць для відновлення деталей інших типів автомобілів.

У наступних розділах роботи будуть детально розглянуті теоретичні основи відновлення деталей, аналіз конструкції головної передачі MAN 18.320, розробка технологічного процесу, вибір обладнання

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Головна передача автомобіля MAN

Головна передача автомобіля MAN 18.320 є ключовим елементом трансмісії, що забезпечує передачу крутного моменту від карданного валу до ведучих коліс автомобіля. Її основне призначення полягає у зміні напрямку обертання, зниженні частоти обертів і збільшенні крутного моменту, що необхідно для забезпечення оптимальних тягових характеристик транспортного засобу.

Основними функціями головної передачі є

Зміна напрямку обертання, тобто головна передача змінює вісь обертання крутного моменту з поздовжньої (від карданного валу) на поперечну (до ведучих коліс).

Зниження частоти обертів, тобто вона зменшує кількість обертів, передаючи оптимальну швидкість обертання для коліс, що забезпечує стабільний рух автомобіля.

Збільшення крутного моменту, який підвищує крутний момент, що необхідно для подолання опору руху, особливо при перевезенні вантажів, підйомі на схили чи русі нерівною поверхнею.

Розподіл навантаження, який забезпечує рівномірну передачу енергії до обох ведучих коліс, сприяючи стабільності та безпеці руху.

Головна передача MAN 18.320 використовується у вантажних автомобілях, що експлуатуються у важких умовах. Висока якість матеріалів і точність виконання компонентів забезпечують її надійність. Однак через постійні механічні навантаження, високу температуру та вплив мастильних матеріалів деталі головної передачі з часом зношуються, що обумовлює необхідність регулярного технічного обслуговування або відновлення.

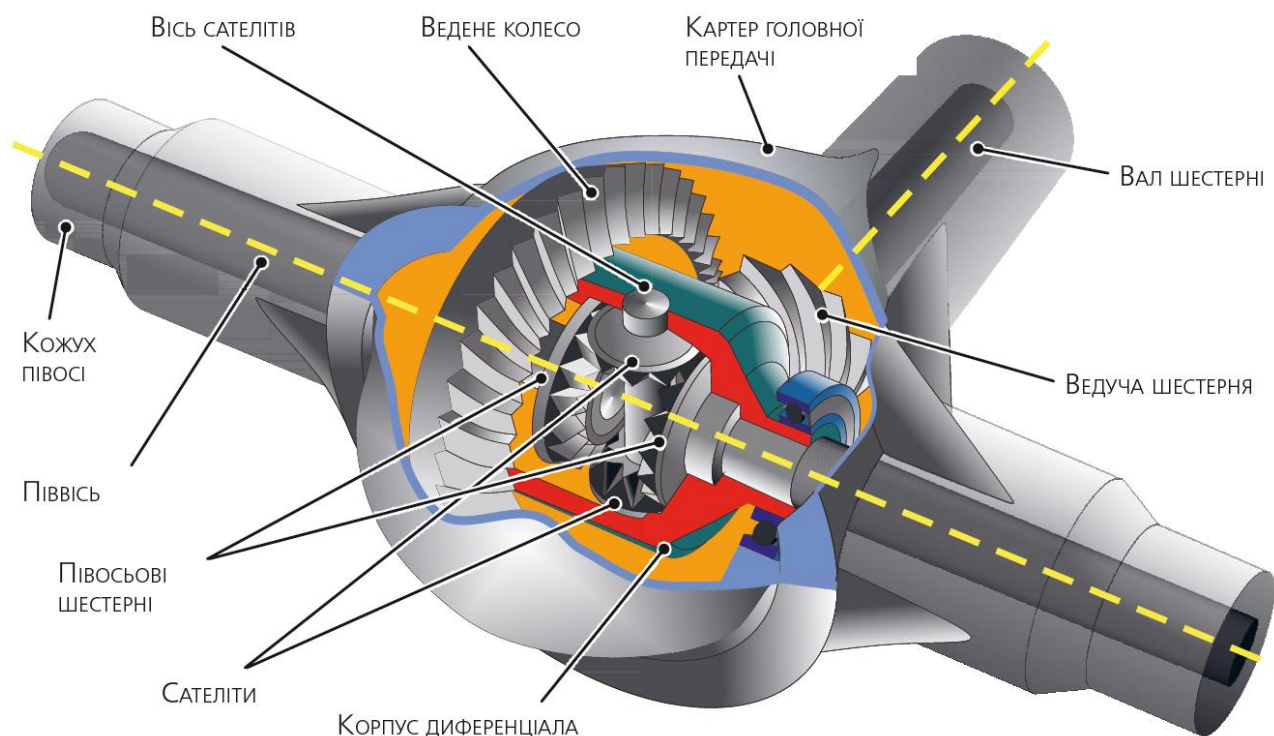


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд головної передачі

Головна передача автомобіля MAN є складовою частиною трансмісії, яка забезпечує передачу та трансформацію крутного моменту від коробки передач до ведучих коліс. Конструкція головної передачі містить такі основні елементи, як:

Ведуча шестерня (конічна шестерня), яка є частиною і яка передає обертовий рух від карданного валу до веденого вала. Зазвичай виконана з високоякісної легированої сталі для забезпечення зносостійкості.

Ведена шестерня (головний вінчик) яка, знаходиться в зачепленні з ведучою шестернею і закріплена на корпусі диференціала. Забезпечує зниження частоти обертів і передає крутний момент на колісні півосі через диференціал.

Корпус редуктора, який служить основою для розміщення деталей головної передачі та захищає їх від механічних пошкоджень та забруднень. Має отвори для заливання мастила та оглядові кришки.

Диференціал, який є частиною головної передачі, яка розподіляє крутний момент між двома ведучими колесами автомобіля. Забезпечує різну швидкість обертання коліс при проходженні поворотів.

Підшипники, що встановлюються для зменшення тертя між обертовими і нерухомими частинами. Високоякісні підшипники забезпечують довговічність роботи головної передачі.

Ущільнювачі (сальники), які призначені для запобігання витоку мастила та потрапляння бруду чи води всередину корпусу. Виготовляються з міцних і термостійких матеріалів.

Масильна система, що містить спеціальне трансмісійне мастило, яке забезпечує змащування зубчастих зачеплень, підшипників і інших рухомих частин. Забезпечує зменшення зношення деталей і відведення тепла.

Кріпильні елементи, гвинти, болти та шпильки, що забезпечують міцне з'єднання усіх компонентів.

Принцип роботи ведучої шестерні, яка обертається під дією карданного валу, взаємодіючи з веденою шестернею. Крутний момент зменшує частоту обертів, збільшує силу і передається на диференціал, який розподіляє момент на ведучі колеса.

Головна передача автомобілів MAN відрізняється високою якістю виконання, розрахована на великі механічні навантаження і забезпечує тривалу роботу в умовах інтенсивної експлуатації.

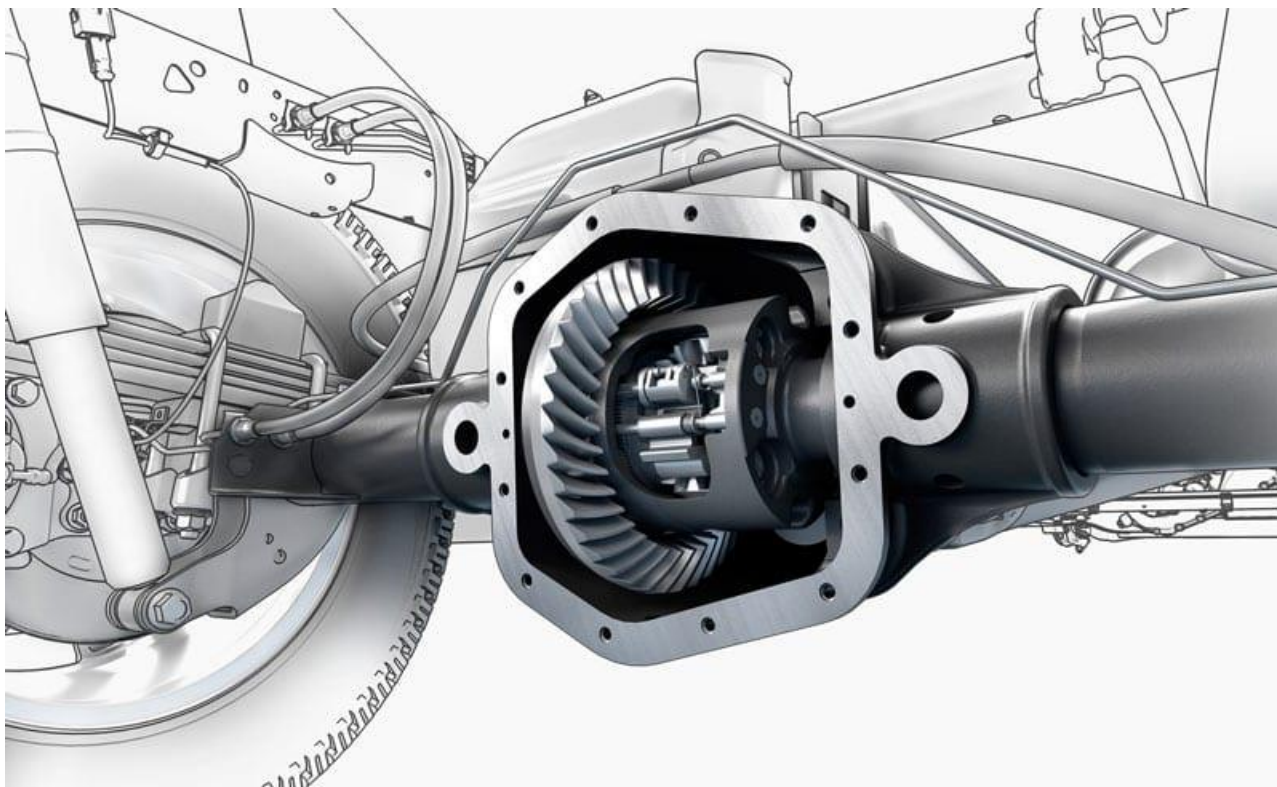


Рисунок 1.2 – Загальний вид головної передачі на автомобілі у зборі

Головна передача автомобіля MAN 18.320 виконує критично важливу функцію в трансмісії, забезпечуючи ефективну передачу обертового моменту від двигуна до приводних коліс. Її робота ґрунтується на складній системі шестерень та валів, які забезпечують зменшення швидкості обертання та збільшення крутного моменту для оптимального руху автомобіля.

Обертовий момент від двигуна передає обертовий момент через карданний вал до головної передачі.

Диференціальна передача це головна передача містить пару головних шестерень, які забезпечують зменшення швидкості обертання та збільшення крутного моменту, необхідного для подолання дорожнього опору та навантажень.

Розподіл моменту за допомогою диференціала, розташований у головній передачі, дозволяє розподіляти обертовий момент між колесами, забезпечуючи незалежне обертання кожного колеса при поворотах та нерівностях дороги.

Вихід на колеса збільшений та оптимізований крутний момент передається на приводні вали, що з'єднані з колесами, забезпечуючи рух автомобіля з необхідною силою та швидкістю.

Ця система дозволяє MAN 18.320 ефективно працювати у важких умовах експлуатації, таких як перевезення великих вантажів та рух по складних дорожніх поверхнях, завдяки оптимальному розподілу крутного моменту та підвищенню надійності роботи всієї трансмісії.

1.2 Діагностування головної передачі автомобіля MAN 18.320

Основні технології діагностування головної передачі автомобіля:

Автоматична діагностика за допомогою використання спеціалізованого діагностичного приладу для виявлення проблем у головній передачі.

Манометричний тест – вимірювання тиску в гідравлічній системі для виявлення утворення підтіків.

Тест на вібрації за допомогою використання віброметра для виявлення аномальних вібрацій, що можуть свідчити про проблеми в головній передачі.

Тест на теплові зміни із вимірюванням температури різних компонентів головної передачі для виявлення перегріву або недостатнього охолодження.

Тест на звукові сигнали із використанням спеціального приладу для виявлення неправильних звуків, що можуть свідчити про проблеми в головній передачі.

Мануальний тест, перевірка ручним способом на наявність відчутних змін у роботі головної передачі під час її обертання.

Умови роботи деталей головної передачі

Деталі головної передачі автомобіля працюють в досить жорстких умовах, які включають високу температуру, тиск, тертя та навантаження. Ось більш детальний опис умов їх роботи

Температурні умови роботи головної передачі, яка працює при високих температурах, особливо при тривалому використанні автомобіля або в умовах

важких навантажень. Це вимагає використання спеціальних мастил, які здатні витримувати такі температури та забезпечувати достатнє змащення деталей.

Тиск та навантаження на головну передачу постійно зазнає значних механічних навантажень та тиску. Це включає не тільки вагу автомобіля та вантажу, а й динамічні навантаження під час руху, прискорень та гальмувань.

Тертя між деталями головної передачі є невід'ємною частиною їх роботи. Це тертя викликає зношування деталей, тому важливо регулярно перевіряти стан мастил та своєчасно їх замінювати, щоб мінімізувати знос.

Віб्राції що виникають під час роботи головної передачі виникають вібрації, які можуть призвести до додаткового навантаження на деталі. Використання якісних матеріалів та дотримання виробничих стандартів допомагає знизити вплив вібрацій на зношування деталей.

Вплив вологості та зовнішні умови можуть впливати на стан головної передачі, спричиняючи корозію металевих частин. Тому важливо забезпечувати належний захист деталей від вологи та використовувати антикорозійні засоби.

Мастильні матеріали, які є важливим аспектом використання високоякісних мастильних матеріалів, які здатні витримувати екстремальні умови роботи та забезпечувати довговічність деталей. Регулярна заміна мастил та перевірка їх стану є критичною для нормальної роботи головної передачі.

Врахування цих умов роботи та регулярне обслуговування допомагає забезпечити надійність та довговічність головної передачі автомобіля MAN 18.320.

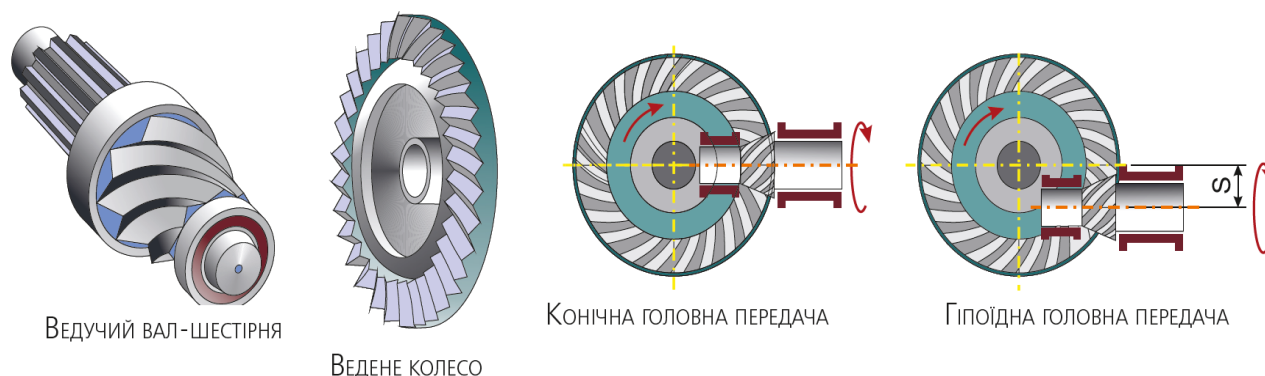


Рисунок 1.3 – Деталі головної передачі

Диференціал – це ключовий компонент трансмісії, що дозволяє колесам автомобіля обертатися з різною швидкістю, особливо під час поворотів. Ось основний принцип його роботи.

Розподіл крутного моменту за допомогою диференціала отримує крутний момент від двигуна через головну передачу і передає його на привідні колеса. Основна функція диференціала – розподіляти цей момент між двома колесами.

Компенсація різниці швидкості обертання під час руху автомобіля по прямій обидва колеса обертаються з однаковою швидкістю. Однак при повороті, зовнішнє колесо має пройти більшу відстань, ніж внутрішнє. Диференціал дозволяє зовнішньому колесу обертатися швидше, тоді як внутрішнє колесо уповільнюється, забезпечуючи плавний та стабільний поворот.

Шестерні та сателіти основними компонентами диференціала якого є головні шестерні та сателіти. Головні шестерні з'єднані з приводними валами коліс, а сателіти – з корпусом диференціала. Сателіти забезпечують передачу моменту та дозволяють колесам обертатися незалежно одне від одного під час поворотів.

Покращення керованості завдяки диференціалу автомобіль може легко керуватися і маневрувати на дорозі, що покращує його стійкість та безпеку.

Диференціали підвищеного тертя (LSD) деякі автомобілі обладнані диференціалами з підвищеним тертям (Limited Slip Differential), які забезпечують краще зчеплення на слизьких поверхнях. Вони частково блокують диференціал, зменшуючи різницю швидкості обертання коліс і покращуючи тягу.

Диференціал є важливою частиною трансмісії автомобіля, що забезпечує оптимальну керованість та безпеку під час руху.

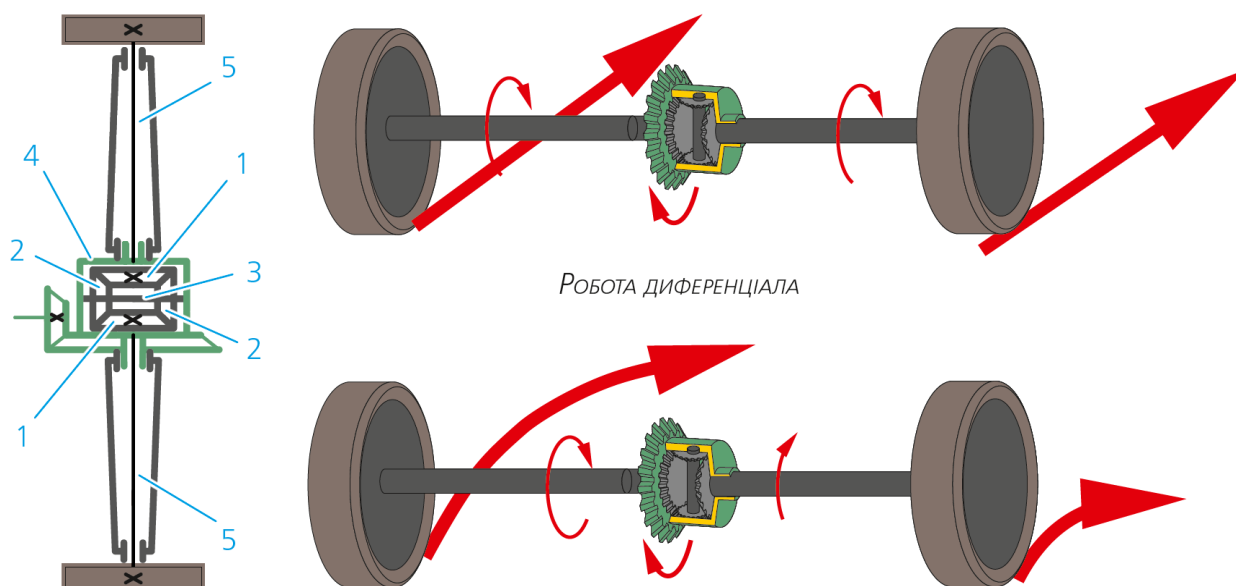


Рисунок 1.4 – Загальний вигляд диференціала

1.3 Методологія ремонту головної передачі автомобіля MAN

Ремонт головної передачі автомобіля MAN може включати кілька методів, залежно від ступеня пошкодження та типу передачі. Ось деякі загальні кроки.

Діагностика потрібна перед початком ремонту необхідно точно визначити причину проблеми. Це може включати перевірку на наявність пошкоджень, зносу або корозії.

Заміна пошкоджених частин, які втратили працездатність через тріщини і спрацювання деталей, їх потрібно замінити. Це може включати заміну шестерень, шлиць, кривошипів або інших компонентів.

Напилення для відновлення деяких частин щоб бути відновленими шляхом напилення, наприклад, шестерен або кривошипів.

Змащення після проведення ремонту необхідно правильно змастити передачу для запобігання зносу та забезпечення її нормального функціонування.

Для точних інструкцій рекомендується звернутися до інструкція по експлуатації автомобіля MAN або консультуватися з кваліфікованим механіком.

1.4 Методи випробування головної передачі автомобіля

Випробування головної передачі автомобіля є важливим кроком у забезпеченні її надійної роботи та довговічності. Ось кілька методів, які використовуються для тестування:

Першим кроком – це проведення ретельного огляду всіх компонентів головної передачі на наявність видимих пошкоджень, зносу або корозії.

Аналіз мастила на наявність металевих часток чи інших забруднень може свідчити про знос деталей. Аналіз мастила допомагає виявити ранні ознаки проблем.

Використання спеціалізованих тестових стендів дозволяє симулювати реальні умови роботи передачі та перевіряти її працездатність під різними навантаженнями.

Вимірювання шумів та вібрацій під час роботи передачі допомагає виявити можливі проблеми, такі як неправильне зчеплення зубців або дефекти в підшипниках.

Використання тепловізорів для моніторингу температури компонентів головної передачі дозволяє виявити перегрівання, що може вказувати на проблеми з мастилом або знос деталей.

Перевірка герметичності корпусу головної передачі для запобігання витокам мастила, що може призвести до зносу та пошкоджень.

Проведення тестів у реальних умовах експлуатації автомобіля, таких як перевезення вантажів або рух по різних типах доріг, дозволяє оцінити ефективність роботи головної передачі під навантаженням.

Всі ці методи допомагають забезпечити, що головна передача автомобіля працює належним чином і може витримувати навантаження та умови експлуатації.

1.5 Висновки до першого розділу

Головна передача є одним із головних вузлів трансмісії для якого є важливим своєчасність ремонту та відновлення деталей головної передачі для забезпечення надійної та безперебійної роботи автомобіля MAN.

Із проведеного огляду матеріалу можна зробити наступні висновки та завдання:

- Аналіз зносу компонентів із дослідженням матеріалів, які найкраще підходять для виготовлення деталей головної передачі. Вивчення впливу різних умов експлуатації (температура, вологість, навантаження) на знос деталей.

- Технології відновлення із розробкою нових методів відновлення зношених зубців шестерень. Випробування нових мастильних матеріалів та антикорозійних покриттів

- Методи діагностики створення більш точних і надійних методів діагностики стану головної передачі. Впровадження нових технологій, таких як ультразвуковий аналіз або інфрачервона спектроскопія, для виявлення прихованих дефектів.

- Експериментальні випробування із проведенням у лабораторних умовах для моделювання різних режимів роботи головної передачі. Оцінка ефективності нових методів ремонту і відновлення.

Впровадження запропонованих методів і способів для покращення ремонту та відновлення деталей головної передачі, що впливатиме на подальший термін експлуатації. Ці завдання допоможуть підвищити ефективність та надійність головної передачі, а також зменшити витрати на її обслуговування та ремонт.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Особливості і типи головної передачі

Головна передача – це важливий елемент трансмісії автомобіля, що відповідає за збільшення крутного моменту, отриманого від коробки передач, та передачу його на ведучі колеса. Вона також змінює напрямок обертання валу на 90 градусів. Конструктивно головна передача часто поєднана з диференціалом.

Основними функціями головної передачі є

- Збільшення крутного моменту для забезпечення необхідного зусилля на колесах для руху автомобіля.
- Передача крутного моменту під кутом зі зміною напрямку обертання від поздовжнього валу коробки передач на поперечний вал, що йде до коліс.
- Поєднання з диференціалом, що у більшості випадків головна передача об'єднана в одному корпусі з диференціалом, що забезпечує різну швидкість обертання коліс при повороті.

Типи головних передач поділяються за типом шестерень

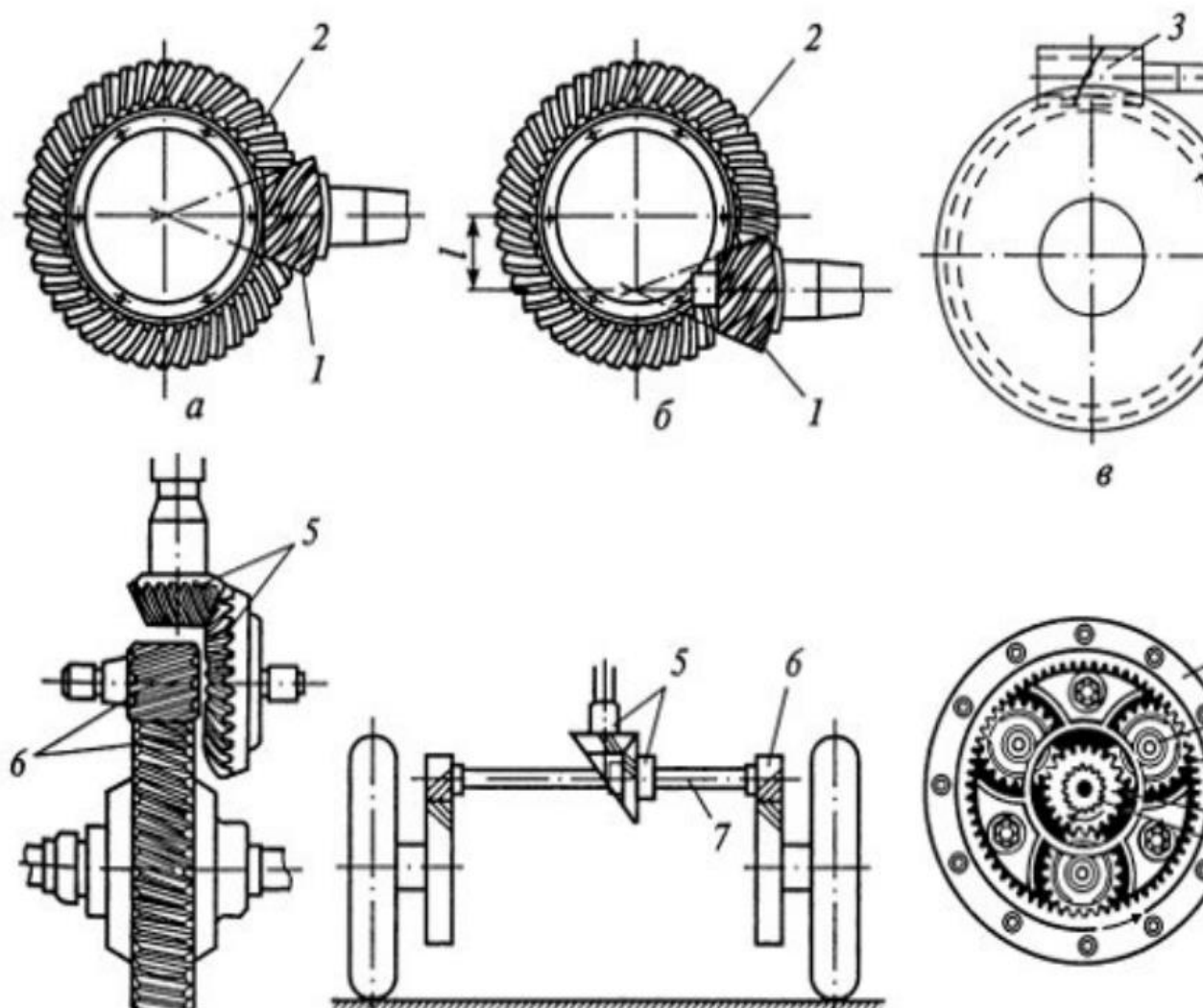
Конічні, в яких використовуються конічні шестерні з прямими, косими або спіральними зубами. Найпоширеніший тип, особливо в задньопривідних автомобілях з класичною компоновкою. Перевагами є проста конструкція, відносно низька вартість, а недоліками є більший рівень шуму порівняно з гіпоїдними передачами.

Гіпоїдні це різновид конічної передачі, де осі шестерень зміщені одна відносно одної. Це дозволяє зменшити розміри головної передачі та знизити рівень шуму. Широко використовуються в легкових автомобілях з заднім та повним приводом. Перевагами є менший рівень шуму та компактні розміри, а недоліками є складніша у виробництві та потребує спеціальних мастил.

Циліндричні, в яких використовуються циліндричні шестерні з прямими або косими зубами. Зустрічаються рідше, в основному в деяких типах

вантажівок та автобусів. Перевагами є високий ККД, а недоліком великі розміри, високий рівень шуму.

Черв'ячні в яких використовується черв'ячна передача. Рідко зустрічаються в автомобілях через низький ККД та високе тертя. Перевагами є можливість отримання великого передавального числа, а недоліком низький ККД, велике тертя, значне нагрівання.



1 – шестерня ведуча; 2 – шестерня ведена; 3 – черв'як; 4 – передача черв'якова;

5 – шестерня із конусом; 6 – шестерня циліндрична; 7 – пів вісь;

8 – шестерня сонячна; 9 – сателіт; 10 – віська; 11 – шестерня коронподібна;

1 – зміщення передачею гіпоїдною

Рисунок 2.1 – Загальний вигляд головних передач



Рисунок 2.2 – Вигляд гіпоїдної передачі автомобіля Ленд Ровер

Типи головних передач за кількістю пар зачеплень:

Одинарні, які мають одну пару шестерень. Найбільш поширений тип.

Подвійні, які мають дві пари шестерень. Застосовуються для отримання великого передавального числа, наприклад, у вантажних автомобілях та позашляховиках.

Центральні, коли обидві пари шестерень розташовані в одному корпусі.

Одноступеневі, коли одна пара конічних шестерень та одна пара циліндричних.

Двоступеневі, це коли дві пари конічних або циліндричних шестерень.

Рознесені («портальні мости») це у випадку, коли одна пара шестерень розташована безпосередньо біля колеса, що дозволяє збільшити дорожній просвіт. Характерні для позашляховиків та військової техніки.

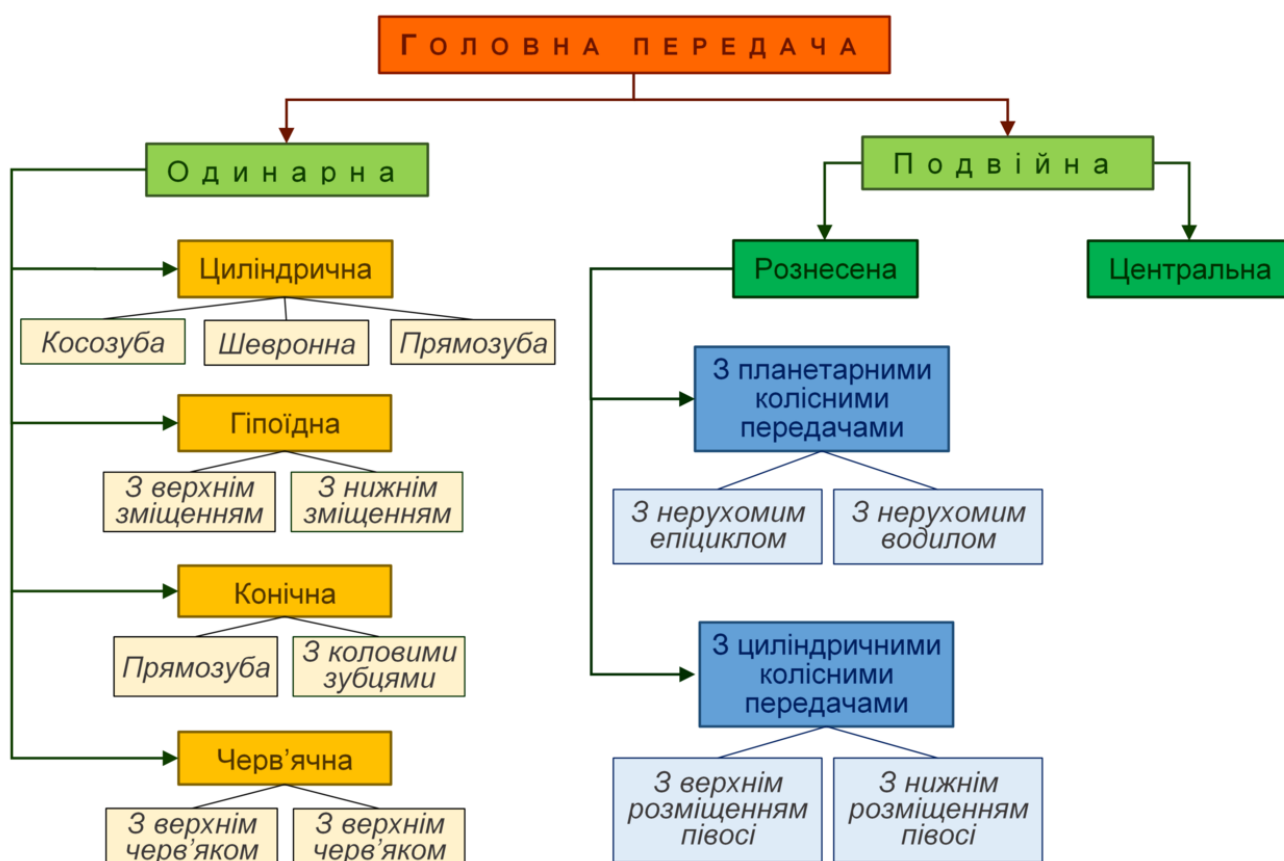


Рисунок 2.3 – Структура головної передачі

Конструкція головної передачі:

Конструкція головної передачі залежить від її типу, але загалом включає наступні елементи:

Ведуча шестерня яка з'єднана з валом коробки передач.

Ведена шестерня (зубчасте колесо), яка з'єднана з диференціалом.

Корпус який захищає шестерні від зовнішніх впливів та забезпечує їх змащення.

Підшипники, які забезпечують обертання шестерень з мінімальним тертям.

Вплив головної передачі на загальні характеристики автомобіля:

Передавальне число головної передачі впливає на динамічні характеристики автомобіля, а саме велике передавальне число, що забезпечує кращу динаміку розгону та тягу на низьких швидкостях, але зменшує максимальну швидкість та збільшує витрату палива на високих швидкостях.

Мале передавальне число, яке забезпечує вищу максимальну швидкість та

меншу витрату палива на високих швидкостях, але погіршує динаміку розгону та тягу на низьких швидкостях.

Вибір типу та конструкції головної передачі залежить від типу автомобіля, його призначення та необхідних вихідних характеристик.

2.2 Задачі та принципи роботи головної передачі

Головна передача автомобіля MAN є складовою частиною трансмісії, яка забезпечує передачу та перетворення крутного моменту від коробки передач до ведучих коліс.

Основними задачами головної передачі є

- Зміна напрямку обертання. Головна передача змінює вісь обертання крутного моменту з поздовжньої (від карданного валу) на поперечну (до ведучих коліс).
- Збільшення крутного моменту. Забезпечує підвищення крутного моменту, необхідного для ефективного руху автомобіля, особливо під час роботи з важкими вантажами або при русі на підйомах.
- Зменшення частоти обертів. Знижує швидкість обертання, яка надходить від карданного валу, до рівня, оптимального для роботи ведучих коліс.
- Рівномірний розподіл навантаження. Забезпечує рівномірну передачу потужності на обидва ведучі колеса через диференціал.
- Оптимізація тягових характеристик. Забезпечує відповідність передавального числа головної передачі потребам автомобіля, враховуючи його призначення (вантажний транспорт, тягач тощо).

Принципи використання головної передачі полягають у наступному

Надійність роботи в екстремальних умовах, головна передача має працювати стабільно під великими навантаженнями, в умовах високих температур та забруднень.

Забезпечення точного зачеплення зубців, зубчасте зачеплення ведучої і веденої шестерні має бути оптимальним, щоб уникнути передчасного

зношування та втрат енергії.

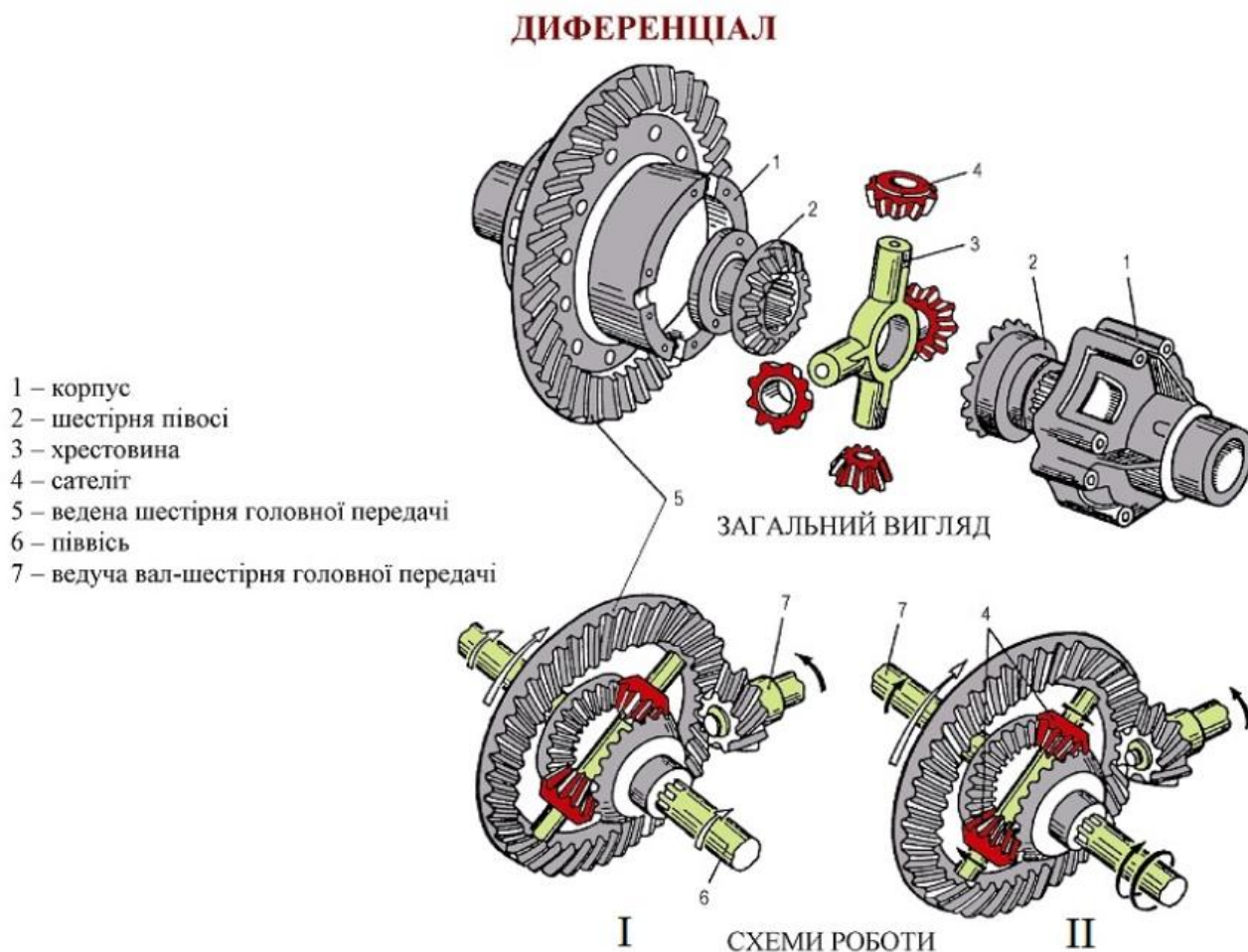


Рисунок 2.4 – Головна передача, диференціал

Використання відповідних паспорту автомобіля мастильних матеріалів для головної передачі, для забезпечення зменшення тертя і відведення тепла необхідно використовувати трансмісійне мастило відповідно до вимог виробника.

Регулярна діагностика і технічне обслуговування для запобігання виходу з ладу головної передачі потрібна перевірка стану підшипників, шестерень і ущільнювачів.

Дотримання рекомендованих навантажень для уникнення перевантажень, які можуть викликати деформацію шестерень, поломку корпусу або перегрів передачі.

Головні передачі ведучих мостів

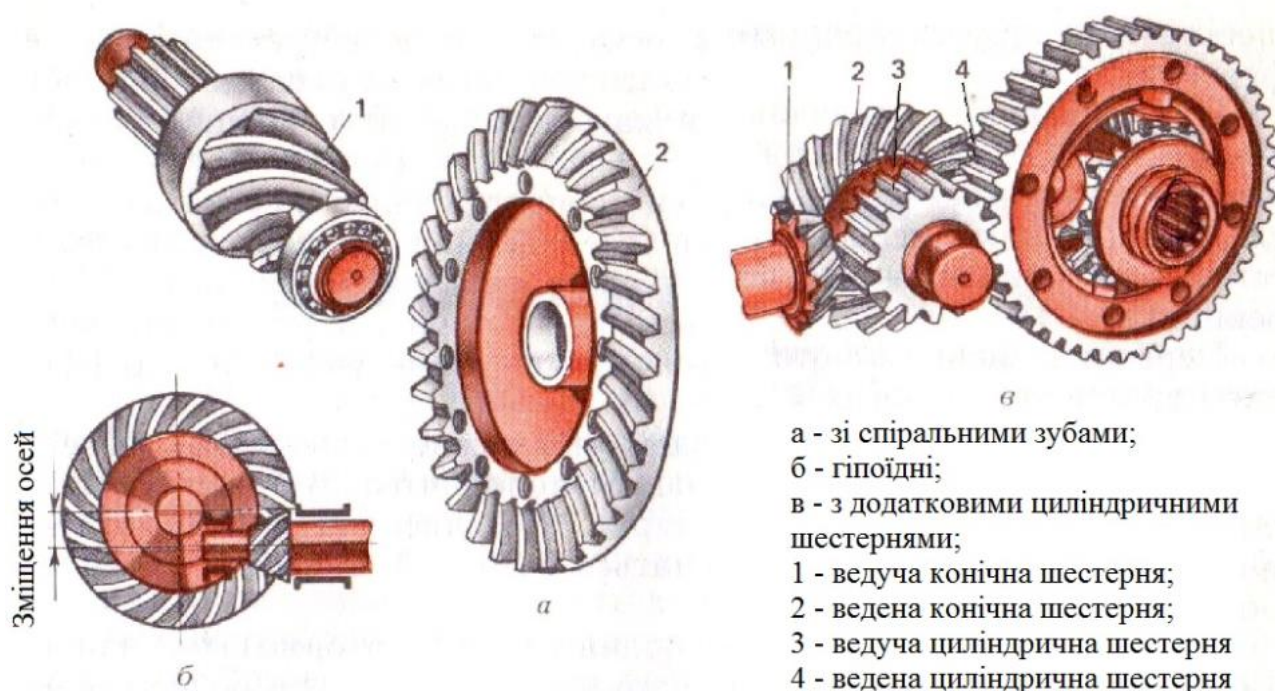


Рисунок 2.5 – Загальний вигляд головних передач

Використання конструкцій з необхідним передаточним числом для підбору головної передачі з урахуванням характеристик двигуна, коробки передач та умов експлуатації.

Завдяки дотриманню цих принципів головна передача забезпечує надійну та тривалу експлуатацію автомобіля в різних умовах, зменшуючи ризик поломок та простоїв.

2.3 Несправності головної передачі та способи їх усунення

Головна передача, як важливий елемент трансмісії, піддається зносу та може виходити з ладу. Розглянемо основні несправності головної передачі та способи їх усунення.

– Сторонні звуки із головної передачі, характерним звуком якого виття або гудіння, який посилюється зі збільшенням швидкості. Може змінюватися залежно від навантаження та режиму руху (прискорення, гальмування).

Причинами таких звуків є зношення шестерень, так, як з часом зуби

шестерень зношуються, що призводить до порушення їх зачеплення та виникнення шуму.

Неправильне регулювання зачеплення шестерень, неправильний зазор між зубами шестерень або неправильне положення шестерень відносно одна одної.

Недостатній рівень мастила або його низька якість, тобто недостатнє змащення призводить до підвищеного тертя та зносу деталей.

Пошкодження підшипників, зношення або їх руйнування, на яких обертаються шестерні.

Усунення даної несправності за допомогою перевірки рівня та стану мастила, а за необхідності долити або замінити мастило.

Регулювання зачеплення шестерень, ця процедура потребує спеціальних знань та інструментів, тому краще звернутися до фахівців. У разі значного зносу шестерні підлягають заміні, та заміна зношених або пошкоджених підшипників.

– Підтікання мастила в корпусу головної передачі. Можна помітити по масляних плямах на землі під автомобілем або на самому корпусі.

Причиною є зношення сальників. Сальники втрачають свою еластичність та герметичність з часом. Пошкодження прокладок між корпусом та кришками. Ослаблення кріплення болтів або гайок, що кріплять корпус. Тріщини в корпусі від механічних пошкодження корпусу.

Усунення даних несправностей, заміна зношених сальників на нові. Заміна пошкоджених прокладок. Перевірка та підтягування болтів та гайок кріплення. У разі тріщин або інших пошкоджень корпусу може знадобитися його ремонт або заміна.

– Удари та стуки характерні удари або стуки, що чуються під час руху, особливо при зміні навантаження або при русі по нерівній дорозі.

Причинами можуть бути зламані зуби шестерні наслідок механічного пошкодження зубів шестерень. Великі зазори в зачепленні шестерень через надмірний знос або неправильне регулювання.

Послаблення кріплення диференціала або головної передачі до корпусу

моста через недостатнє затягування болтів або гайок.

Заміна зламаних або сильно зношених шестерень.

Регулювання зачеплення шестерень перевіркою та регулюванням зазору між зубами. Підтягування кріплення та перевірка та затягування всіх кріпильних елементів.

– Вібрація стає відчутна, що передається на кузов автомобіля.

Причинами такого є дисбаланс карданного валу. Порушення балансування карданного валу, що передає крутний момент на головну передачу.

Пошкодження підшипників карданного валу або головної передачі через їх зношення або руйнування підшипників.

Деформація деталей головної передачі або корпусу моста через механічні пошкодження.

Усунути можна за допомогою балансування карданного валу. Проведення процедури балансування на спеціальному обладнанні. Заміна зношених або пошкоджених підшипників.

Ремонт або заміна деформованих деталей у разі серйозних пошкоджень може знадобитися заміна деталей.

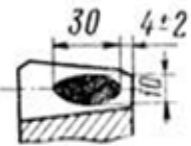
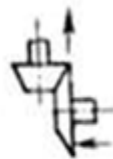
Регулярна перевірка рівня та стану мастила регулярно перевіряйте рівень мастила в картері головної передачі та своєчасно його замінюйте згідно з рекомендаціями виробника автомобіля.

Регулярно проводьте технічне обслуговування автомобіля, включаючи перевірку стану головної передачі.

Ремонт головної передачі потребує спеціальних знань та навичок, тому краще довірити цю роботу кваліфікованим фахівцям.

Ігнорування несправностей головної передачі може призвести до серйозних поломок та дорогого ремонту. Тому при появі перших ознак несправності необхідно звернутися до фахівців для діагностики та усунення проблеми.

Таблиця 2.1 – Несправності головної передачі і способи їх усунення

Положення контактної плями на веденій шестірні Рух вперед/Задній хід	Спосіб досягнення правильного зачеплення шестірень	
	Правильний контакт конічних шестірень	
	Присунути ведену шестірню до ведучої. Якщо при цьому вийде занадто малий бічний зазор між зубами шестірень, відсунути ведучу шестірню від веденої	
	Відсунути ведену шестірню від ведучої. Якщо при цьому вийде занадто великий бічний зазор між зубами шестірень, присунути ведучу шестірню до веденої	
	Присунути ведену шестірню до ведучої. Якщо при цьому необхідно буде змінити бічний зазор у зачепленні, присунути ведучу шестірню до веденої	
	Відсунути ведену шестірню від ведучої. Якщо при цьому необхідно буде змінити бічний зазор у зачепленні, відсунути ведучу шестірню від веденої	
	Присунути ведучу шестірню до веденої. Якщо бічний зазор у зачепленні буде занадто малий, відсунути ведену шестірню від ведучої	

2.4 Процес ремонту та відновлення деталей головної передачі

Процес ремонту та відновлення деталей головної передачі – це складний та відповідальний процес, який потребує спеціальних знань, навичок та обладнання.

– Діагностика – Першим етапом є ретельна діагностика, яка дозволяє визначити причину несправності та обсяг необхідних робіт. Діагностика включає в себе -візуальний огляд при Перевірці корпусу на наявність тріщин, сколів та інших пошкоджень, перевірка стану сальників та прокладок на предмет витікання мастила.

Перевірка рівня та стану мастила. Оцінка рівня мастила, його кольору та наявності сторонніх домішок (стружка, металеві частинки).

Перевірка люфтів вимірюванням осьового та радіального люфтів валів та шестерень.

Перевірка шуму під час роботи прослуховуванням роботи головної передачі на різних швидкостях та під навантаженням для виявлення сторонніх шумів (виття, стукіт, гул).

Після розбирання головної передачі проводиться детальна перевірка кожної деталі на наявність зносу, пошкоджень, тріщин.

– Розбирання головної передачі проводиться в певній послідовності з використанням спеціальних інструментів. Важливо маркувати деталі, щоб уникнути плутанини під час збирання.

– Дефектування деталей після розбирання кожна деталь ретельно оглядається та перевіряється на наявність дефектів.

Перевірка зубів шестерні на знос, сколи, тріщини, викришування. Перевірка підшипників на знос, люфт, пошкодження сепаратора та тіл кочення. Сальники та прокладки: Перевірка на знос, тріщини, втрату еластичності.: Перевірка корпусу на тріщини, деформації, пошкодження різьблення.

Відновлення або заміна деталей в залежності від ступеня зносу або пошкодження, деталі підлягають відновленню або заміні.

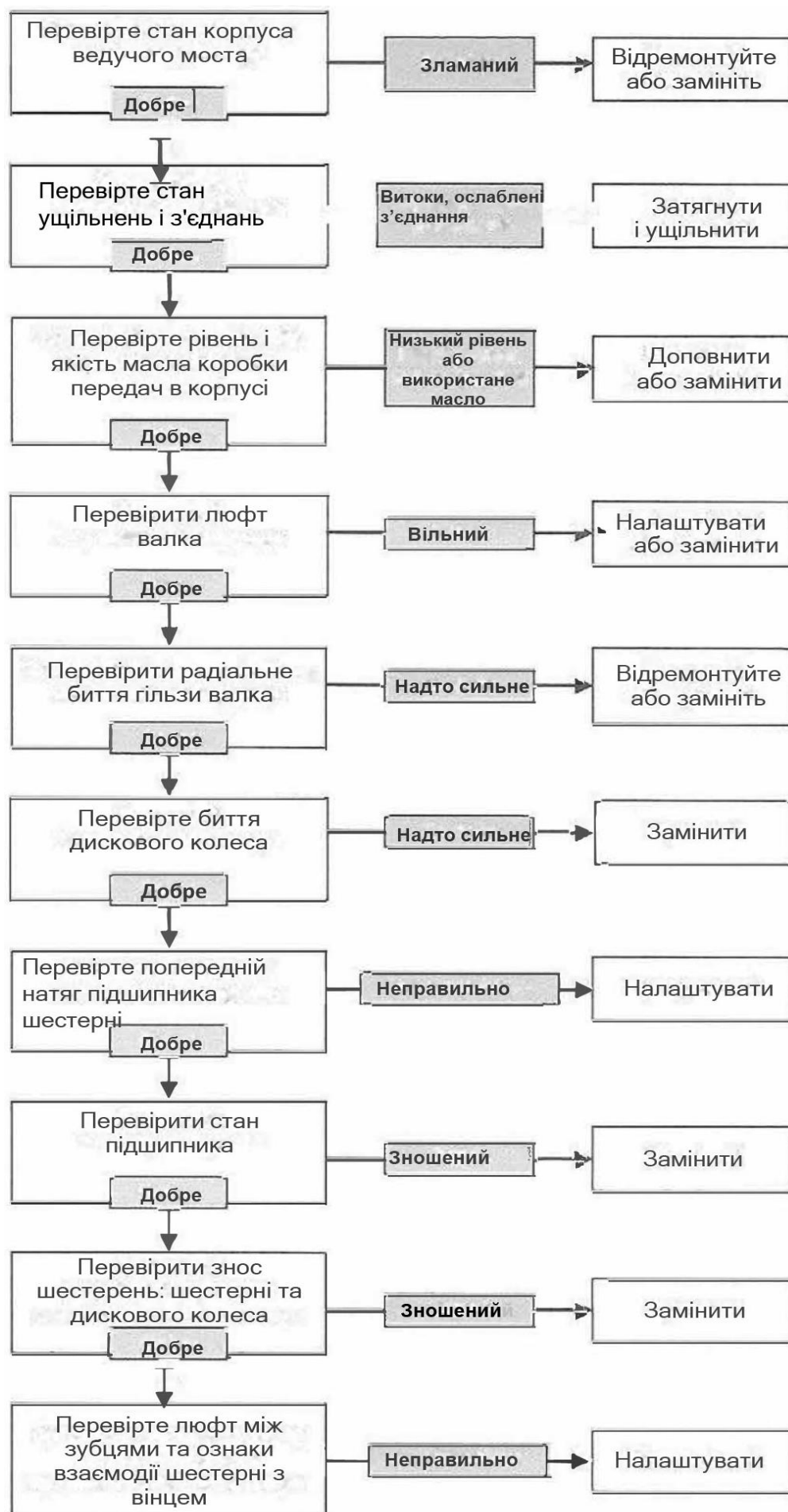


Рисунок 2.6 – Блок схема пошуку несправності головної передачі

Відновлення шестерень шліфуванням зубів, яке застосовується при невеликому зносі зубів.

Наплавлення металу з подальшою обробкою: Застосовується при значному зносі або сколах зубів.

Хіміко-термічна обробка для відновлення твердості поверхневого шару зубів.

При значних пошкодженнях або зносі, що не підлягає відновленню, шестерні замінюються на нові. Підшипники завжди замінюються на нові при будь-яких ознаках зносу або пошкодження. Сальники та прокладки завжди замінюються на нові при кожному ремонті.

Ремонт корпусу за допомогою зварювання тріщин: Застосовується при невеликих тріщинах. Ремонт різьблення відновлення пошкодженого різьблення за допомогою вставок або нарізання нового різьблення. У разі серйозних пошкоджень корпус замінюється на новий.

– Збирання головної передачі проводиться в зворотній послідовності з дотриманням усіх моментів затягування та регулювань. Важливо використовувати нові сальники та прокладки.

– Регулювання після збирання проводиться регулювання зачеплення шестерень та попереднього натягу підшипників. Це важливий етап, який впливає на термін служби та безшумність роботи головної передачі.

– Випробування після збирання та регулювання головна передача проходить випробування на стенді для перевірки її працездатності та відсутності шумів.

Особливості ремонту різних типів головних передач:

Конічні та гіпоїдні передачі: Особлива увага приділяється регулюванню зачеплення шестерень та контакту зубів.

Черв'ячні передачі: Важливо забезпечити якісне змащення та точне регулювання осевого положення черв'яка.

Вимоги до ремонту Чистота: Усі роботи повинні проводитися в чистих умовах, щоб уникнути потрапляння бруду та пилу в механізм.

Точність: Важливо дотримуватися всіх розмірів та регулювань згідно з технічною документацією.

Кваліфікація: Ремонт головної передачі повинен виконуватися кваліфікованими фахівцями, які мають необхідні знання та досвід.

Дотримання цих рекомендацій дозволить якісно відремонтувати головну передачу та забезпечити її надійну та довготривалу роботу. У разі відсутності необхідних навичок та обладнання, рекомендується звертатися до спеціалізованих сервісних центрів.

2.5 Методи покращення технології ремонту та відновлення головної передачі

Способи покращення технології ремонту та відновлення головної передачі, що існує кілька напрямків, де можна впровадити покращення.

Вдосконалення діагностики

Використання сучасних методів діагностики із застосування вібродіагностики, акустичної діагностики, аналізу мастила на наявність продуктів зносу дозволяє більш точно визначити стан деталей без повного розбирання. Це зменшує час та вартість діагностики.

Комп'ютерна діагностика із застосуванням програмного забезпечення для аналізу даних, отриманих з датчиків, дозволяє автоматизувати процес діагностики та підвищити його точність.

Використання ендоскопа дозволяє оглянути внутрішні порожнини головної передачі без розбирання, що корисно для виявлення пошкоджень зубів шестерень та інших деталей.

Оптимізація процесу розбирання та збирання

Використання спеціалізованого інструменту та обладнання, тобто застосування гідравлічних знімачів, пресів, стендів для розбирання та збирання дозволяє спростити та прискорити процес, а також зменшити ризик пошкодження деталей.

Створення технологічних карт та інструкцій, розробка детальних інструкцій з послідовністю операцій, моментами затягування та іншими параметрами дозволяє мінімізувати помилки під час збирання.

Використання складальних стендів та кондукторів та спеціального пристосування, які фіксують деталі в правильному положенні під час збирання, забезпечують точність та якість з'єднання.

Вдосконалення технологій відновлення деталей

Застосування сучасних методів наплавлення із використанням лазерного наплавлення, плазмового напилення або інших сучасних методів дозволяє отримати більш якісне покриття з кращими характеристиками зносостійкості та твердості.

Використання сучасних матеріалів із застосуванням зносостійких сплавів, кераміки або композитних матеріалів для відновлення деталей дозволяє підвищити їх термін служби.

Автоматизація процесів обробки із застосування верстатів з ЧПУ для обробки відновлених деталей дозволяє забезпечити високу точність та якість обробки.

Застосування методів зміцнення поверхні застосуванням методів термічної обробки (гартування, цементація), хіміко-термічної обробки (азотування, ціанування) або поверхневого пластичного деформування (наклеп, обкатка) дозволяє підвищити зносостійкість та міцність деталей.

Контроль якості

Впровадження системи контролю якості на кожному етапі ремонту: Перевірка деталей після кожного етапу обробки дозволяє своєчасно виявити та усунути дефекти.

Використання сучасних методів контролю розмірів та геометрії: Застосування координатно-вимірювальних машин або інших точних вимірювальних приладів дозволяє забезпечити високу точність відновлених деталей.

Випробування на стенді проведенням випробувань головної передачі на стенді після ремонту дозволяє перевірити її працездатність та відповідність технічним вимогам.

Впровадження інформаційних технологій

Створення бази даних з інформацією про ремонти із зберіганням інформації про проведені ремонти, використані запчастини та результати випробувань дозволяє аналізувати дані та покращувати технологію ремонту.

Використання програмного забезпечення для управління ремонтом із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення дозволяє оптимізувати процес ремонту, планувати роботи та контролювати виконання.

Впровадження цих заходів дозволить значно покращити технологію ремонту та відновлення головної передачі, підвищити якість ремонту, зменшити час та вартість ремонту, а також збільшити термін служби відновлених деталей.

2.6 Аналіз конструктивних особливостей елементів головної передачі автомобіля MAN

Аналіз конструктивних особливостей елементів головної передачі автомобілів MAN вимагає врахування широкого модельного ряду цих вантажівок, оскільки конструкція може відрізнятися залежно від призначення, вантажопідйомності та інших параметрів. Однак, можна виділити загальні риси та деякі особливості, характерні для вантажівок MAN.

Загальні характеристики головних передач MAN

Гіпоїдні передачі присутні у більшості сучасних вантажівок MAN використовуються гіпоїдні головні передачі. Це дозволяє зменшити габарити редуктора, знизити рівень шуму та забезпечити більший дорожній просвіт порівняно з конічними передачами.

Міцність та надійність головних передач MAN проектується з

урахуванням високих навантажень, характерних для вантажних автомобілів. Використовуються високоміцні сталі та сучасні технології термообробки для забезпечення довговічності та надійності.

Оптимізація передавальних чисел головної передачі MAN пропонує широкий вибір передавальних чисел головної передачі для різних умов експлуатації. Це дозволяє оптимізувати тягові характеристики автомобіля та витрату палива.

Інтеграція з диференціалом головної передачі зазвичай об'єднана в одному корпусі з диференціалом, що спрощує конструкцію та зменшує кількість деталей.

Система змащення головної передачі MAN ретельно продумана для забезпечення ефективного змащення всіх деталей та відведення тепла.

Конструктивні особливості окремих елементів

Корпус редуктора виготовляється з міцного чавуну або алюмінієвого сплаву. Він має жорстку конструкцію, що забезпечує точне положення шестерень та запобігає деформаціям під навантаженням.

Ведуча та ведена шестерні, шестерні виготовляються з високоякісної сталі та проходять спеціальну термообробку для забезпечення високої твердості та зносостійкості. Форма зубів оптимізована для мінімізації шуму та забезпечення плавного зачеплення.

Підшипники головної передачі MAN використовуються високоякісні підшипники, які забезпечують надійну підтримку валів та мінімізують втрати на тертя.

Сальники для запобігання витіканню мастила використовуються сучасні сальники з високою герметичністю.

Особливості, що стосуються ремонту та обслуговування

При проведенні ремонту виробник рекомендує замінювати ведучу та ведену шестерні комплектом, щоб забезпечити правильне зачеплення та продовжити термін служби передачі.

Для головних передач MAN рекомендується використовувати спеціальні мастила, які відповідають вимогам виробника.

Регулювання зачеплення шестерень та попереднього натягу підшипників потребує спеціальних знань та інструментів.

Враховуючи вищезазначене, можна зробити висновок, що головні передачі MAN відрізняються високою надійністю, міцністю та оптимізовані для різних умов експлуатації.

2.7 Розрахунки головної передачі автомобіля MAN

Розрахунок моментів

Проведення розрахункових моментів на валі передачі M_P (Н·м)

Після двигуна

$$M_P^D = M_{e \max} U_{K1} U_D^H \quad (2.1)$$

після щеплення

$$M_P^\varphi = G_{\text{сц}} \varphi_{\max} r_K / U_0 \quad (2.2)$$

де $M_{e \max}$ – максимальний крутний момент на двигуні
 $M_{e \max} = 696,20 \text{ Н} \cdot \text{м},$

$U_{K1} = 7,98$ – Передавальне число КПП,

$U_D^H = 1,56$ – передавальне число роздавальної коробки;

$G_{\text{сц}} = 98623,2 \text{ Н}$ – інерційна вага.

$\varphi_{\max}$ – коеф. Зчеплення шини

$r_K = 0,507$ – колісний радіус

– двигун

$$M_P^D = 696,20 \cdot 7,98 \cdot 1,56 = 8666,85 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$$

– зчеплення

$$M_p^{\text{з}} = 98623,2 \cdot 0,8 \cdot 0,507 / 6,75 = 5926,16 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$$

Проведення розрахунку на міцність $M_{j \max}$

$$M_{j \max} = K_{jM} M_{e \max} U_{K1} U_{\text{Д}}^{\text{Н}} \tag{2.3}$$

де $K_{jM} = 1,6-3,2$ – максимальне динамічне навантаження

$$M_{j \max} = 2,5 \cdot 696,20 \cdot 7,98 \cdot 1,56 = 21667,14 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Переваги примінення спеціалізованого пристосіблення для ремонту головної передачі в умовах АТП

Застосування спеціалізованих пристосувань для ремонту головної передачі в умовах авторемонтного підприємства має ряд суттєвих переваг, які позитивно впливають на якість, швидкість та безпеку ремонтних робіт.

Підвищення точності та якості ремонту

Фіксація деталей у правильному положенні за допомогою спеціалізованого пристосування забезпечують точну фіксацію деталей головної передачі під час розбирання, збирання та регулювання. Це дозволяє уникнути помилок, пов'язаних з неправильним положенням деталей, та забезпечити правильне зачеплення шестерень.

Контроль параметрів пристосування можуть бути оснащені вимірювальними елементами, що дозволяють контролювати важливі параметри, такі як зазори, натяги та моменти затягування. Це забезпечує відповідність ремонту технічним вимогам виробника.

Зменшення ризику пошкодження деталей та застосування спеціальних знімачів, оправлень та інших пристосувань дозволяє уникнути пошкодження деталей під час розбирання та збирання, що часто трапляється при використанні підручних засобів.

Збільшення швидкості ремонту

Спрощення та прискорення операцій за допомогою спеціалізованого пристосування спрощують та прискорюють виконання багатьох операцій, таких як зняття підшипників, встановлення сальників, регулювання зачеплення шестерень. Це дозволяє скоротити час ремонту та збільшити пропускну здатність підприємства.

Оптимізація робочого процесу із використання пристосувань дозволяє організувати робочий процес більш ефективно, зменшивши кількість переміщень та зайвих операцій.

Підвищення безпеки праці

Запобігання травмам при використанні спеціальних пристосувань дозволяє уникнути травм, пов'язаних з використанням підручних засобів та неправильним виконанням операцій.

Зменшення фізичного навантаження за допомогою механізованих та автоматизованих пристосувань дозволяють зменшити фізичне навантаження на працівників, що сприяє збереженню їх здоров'я та підвищенню продуктивності праці.

Зменшення собівартості ремонту

Зменшення витрат на ремонт із запобігання пошкодженню деталей та скорочення часу ремонту дозволяє зменшити витрати на запчастини та оплату праці.

Підвищення продуктивності праці збільшенням швидкості та якості ремонту дозволяє підвищити продуктивність праці та збільшити прибуток підприємства.

Знімачі підшипників для безпечного та швидкого зняття підшипників з валів та корпусів.

Оправлення для точного та рівномірного встановлення сальників без їх пошкодження.

Стенди для регулювання зачеплення шестерень та контролю контакту зубів.

Пристосування фіксації валів під час розбирання та збирання.

Гідравлічні преси для виконання в різних операцій, таких як випресовування та запресовування деталей.

Застосування спеціалізованих пристосувань є необхідною умовою для якісного та ефективного ремонту головної передачі в умовах сучасного

авторемонтного підприємства. Вони дозволяють підвищити точність, швидкість та безпеку ремонту, а також зменшити його собівартість. Тому інвестування в придбання спеціалізованого обладнання є вигідним вкладенням, яке сприяє розвитку та конкурентоспроможності підприємства.

3.2 Аналіз стенда для ремонту головної передачі

При виконання ремонту виникає потреба у стенді для закріплення та обертання головної передачі автомобіля MAN в умовах авторемонтного підприємства зумовлена низкою факторів, пов'язаних зі складністю конструкції, вагою агрегату та вимогами до якісного ремонту. Ось основні причини, чому такий стенд є необхідним при ремонті.

Зручність та безпека виконання робіт

Головна передача, особливо у вантажних автомобілів MAN, є досить важким агрегатом. Стенд забезпечує надійну фіксацію передачі в зручному для роботи положенні, запобігаючи її падінню та травмуванню працівників.

Стенд дає можливість обертання передачі навколо своєї осі дозволяє отримати доступ до всіх її елементів без необхідності її переміщення вручну. Це значно полегшує виконання таких операцій, як розбирання, збирання, регулювання та дефектування.

Підвищення точності та якості ремонту

Стенд забезпечує точне позиціонування передачі під час виконання різних операцій, що сприяє підвищенню точності ремонту та запобігає помилкам.

Регулювання зачеплення шестерень та інших параметрів головної передачі вимагає високої точності. Стенд забезпечує зручний доступ до регульовальних елементів та можливість їх точного налаштування.

Стенд дозволяє проводити контроль якості виконаних робіт, обертуючи передачу та перевіряючи плавність ходу, відсутність шумів та люфтів.

Збільшення швидкості ремонту

Стенд дозволяє оптимізувати робочий процес, скоротивши час на переміщення та встановлення передачі.

Можливість обертання передачі забезпечує швидкий доступ до всіх її елементів, що скорочує час виконання ремонтних операцій.

Професійний підхід та імідж підприємства

Наявність сучасного обладнання, такого як стенд для ремонту головних передач, свідчить про професійний підхід підприємства до виконання ремонтних робіт та підвищує довіру клієнтів.

Конкретні приклади використання стенду

Фіксація передачі на стенді значно полегшує розбирання та збирання, особливо з урахуванням ваги агрегату.

Стенд забезпечує зручний доступ до підшипників та сальників, що спрощує їх заміну.

Стенд дозволяє точно регулювати зачеплення шестерень, забезпечуючи оптимальну роботу головної передачі.

Обертання головної передачі на стенді дозволяє ретельно оглянути всі її елементи та виявити дефекти.

Стенд для закріплення та обертання головної передачі автомобіля MAN є необхідним обладнанням для сучасного авторемонтного підприємства, що спеціалізується на ремонті вантажних автомобілів. Він забезпечує зручність, безпеку, точність та швидкість виконання ремонтних робіт, що позитивно впливає на якість обслуговування та прибуток підприємства.

Конструктивні особливості стенду для закріплення та обертання головної передачі автомобіля MAN можуть варіюватися залежно від виробника та моделі самого стенду, але існують загальні характеристики, які визначають його функціональність та призначення.

Рама та основа виготовляються з міцної сталі, здатної витримувати значну вагу головної передачі. Рама може бути звареною або збірно-розбірною. Важливо, щоб конструкція була жорсткою та стійкою, запобігаючи перекиданню або деформації під навантаженням.

Основа може бути стаціонарною (закріпленою до підлоги) або мобільною (на колесах з фіксаторами). Мобільна основа забезпечує зручність переміщення стенду в межах ремонтного цеху.

Стенд має універсальні кріплення, які дозволяють фіксувати головні передачі різних моделей MAN. Це можуть бути регульовані опори, захоплення, фланці або комбінація цих елементів.

Кріплення повинні забезпечувати надійну фіксацію передачі, запобігаючи її зміщенню або падінню під час роботи.

Конструкція кріплень повинна забезпечувати швидке та зручне встановлення та зняття головної передачі зі стенду.

Механізм обертання може бути ручний або механічний привід: Обертання передачі може здійснюватися вручну за допомогою рукоятки або за допомогою механічного приводу (гідравлічного, пневматичного або електричного). Механічний привід забезпечує більш плавне та контрольоване обертання, особливо при роботі з важкими передачами.

Механізм обертання повинен мати фіксатори, які дозволяють зафіксувати передачу в різних положеннях для зручного доступу до різних її елементів. Стенд повинен забезпечувати обертання на 360° для повного доступу до всіх елементів передачі.

Оскільки головні передачі MAN, особливо на вантажних автомобілях, є досить важкими та мають специфічну конструкцію, стенд повинен мати підвищену вантажопідйомність: спеціальні кріплення.

Вибір конкретної моделі стенду залежить від потреб авторемонтного підприємства, типу та ваги головних передач MAN, що обслуговуються, та бюджету. Важливо звернути увагу на якість виготовлення, надійність конструкції та наявність необхідних функцій.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд стунду для ремонту головної передачі

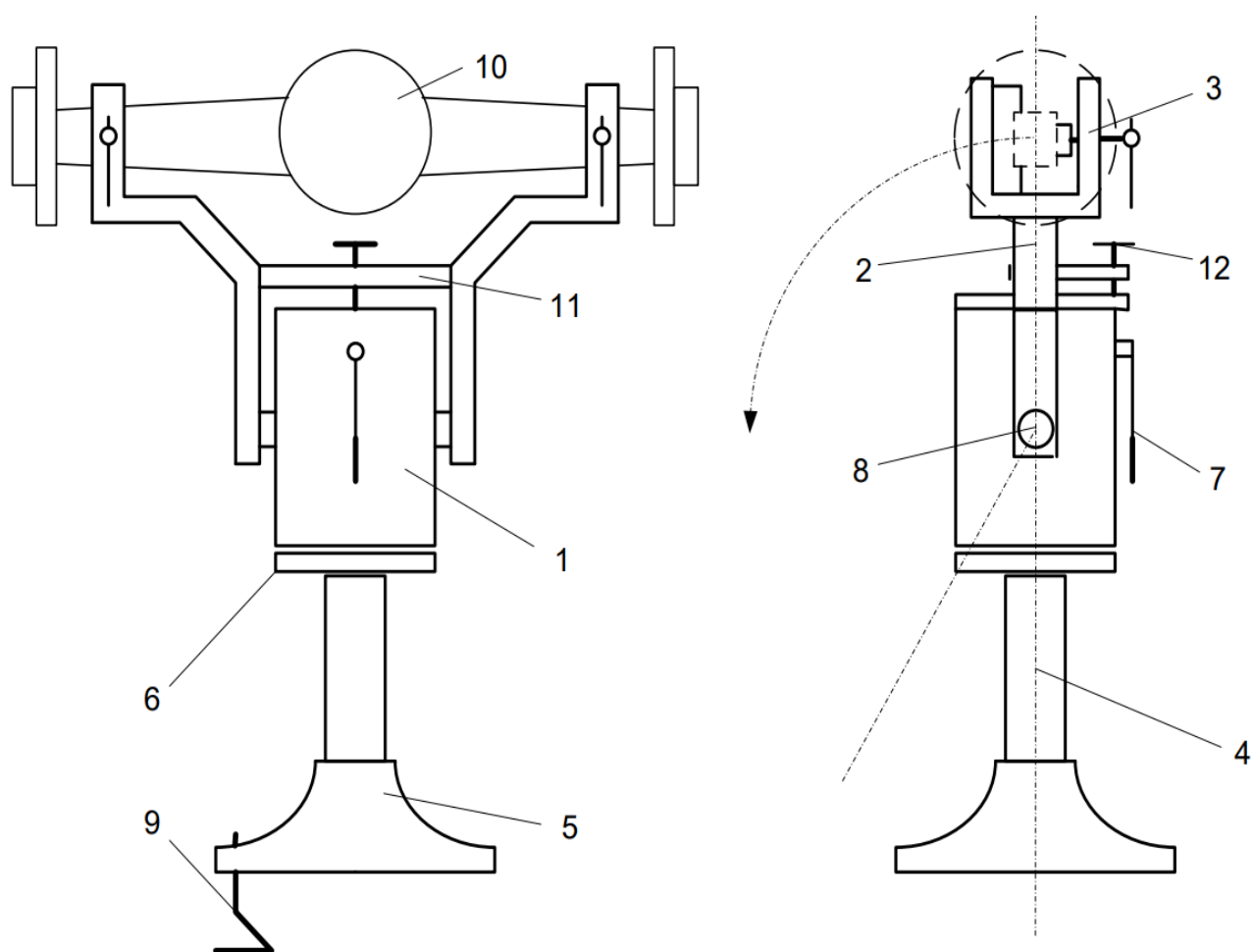


Рисунок 3.2 – Стенд для ремонту головної передачі

3.3 Розрахунок стенду на міцність

Проведемо простий розрахунок балки рами стенду на згин.

Визначаємо навантаження, коли вага головної передачі G , прикладена в середині балки.

Вибираємо матеріал: Сталь Ст3.

Визначаємо геометричні характеристики балки

Довжина L , ширина b , висота h .

Розраховуємо момент згину

$$M = (G * L) / 4.$$

Розраховуємо момент опору перерізу

$$W = (b * h^2) / 6.$$

Розраховуємо напруження згину

$$\sigma = M / W.$$

Порівнюємо з допустимим напруженням

$$\sigma \leq [\sigma],$$

де $[\sigma]$ – допустиме напруження для сталі Ст3.

Розрахунок стенду на міцність є обов'язковим етапом його проектування. Він дозволяє забезпечити надійність та безпеку експлуатації стенду, запобігти аваріям та травмам. Для складних конструкцій рекомендується використовувати програмне забезпечення для інженерного аналізу.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Дослідження працездатності головної передачі автомобіля MAN 18.320

Дослідження працездатності головної передачі автомобіля MAN 18.320, як і будь-якого іншого вантажного автомобіля, включає комплекс методів та способів, спрямованих на оцінку її технічного стану та виявлення потенційних несправностей.

Візуальний огляд

Огляд корпусу редуктора на перевірку на наявність тріщин, сколів, деформацій, слідів витікання мастила.

Перевірка сальників та ущільнень: Оцінка стану сальників на фланцях валів, перевірка на наявність тріщин, зносу, втрати еластичності. Витікання мастила є ознакою несправності.

Перевірка рівня та стану мастила: Контроль рівня мастила в картері головної передачі за допомогою щупа або контрольного отвору. Оцінка кольору та прозорості мастила. Наявність металевої стружки або інших забруднень свідчить про знос деталей.

Перевірка люфтів

Перевірка осьового люфту валів на вимірювання осьового зміщення валів за допомогою індикатора або щупа. Надмірний люфт свідчить про знос підшипників або шестерень.

Перевірка радіального люфту валів для вимірювання радіального зміщення валів. Великий радіальний люфт також вказує на знос підшипників.

Перевірка люфту в зачепленні шестерень та оцінка люфту між зубами шестерень. Надмірний люфт може призвести до підвищеного шуму та зносу.

Діагностика під час руху

Прослуховування шумів під час руху автомобіля на різних швидкостях та під навантаженням необхідно звертати увагу на наявність сторонніх шумів, таких як виття, гул, стукіт. Ці шуми можуть свідчити про знос шестерень, підшипників або інші несправності.

Перевірка надмірного нагріву корпусу редуктора який може бути ознакою недостатнього змащення, зносу підшипників або неправильного регулювання зачеплення шестерень.

Інструментальна діагностика

Вібраційна діагностика для використання віброметра для вимірювання рівня вібрації корпусу редуктора. Аналіз спектру вібрації дозволяє виявити конкретні дефекти, такі як знос зубів шестерень, пошкодження підшипників, дисбаланс.

Акустична діагностика, що використовує шумомір або спеціальних акустичних датчиків для аналізу шумів, що виникають під час роботи головної передачі.

Лабораторний аналіз мастила дозволяє визначити наявність продуктів зносу (металевої стружки, частинок), забруднень, а також стан самого мастила (в'язкість, кислотність).

Діагностика на стенді

Випробування на стенді для більш детальної діагностики головну передачу можна встановити на спеціальний стенд, де проводяться випробування під різними навантаженнями та швидкостями. Це дозволяє імітувати реальні умови експлуатації та виявити приховані дефекти.

Особливості діагностики головної передачі автомобіля MAN 18.320

Враховуючи конструктивні особливості вантажівок MAN, зокрема моделі 18.320, слід звертати увагу на наступні вузли

Гіпоїдна передача, особлива увага приділяється регулюванню зачеплення гіпоїдних шестерень, оскільки від цього залежить їх термін служби та рівень шуму. Центральний редуктор для перевірки стану підшипників та сальників

центрального редуктора. Міжосьовий диференціал перевірка працездатності міжосьового диференціала та його блокування.

Загальні рекомендації

Регулярне технічне обслуговування, включаючи заміну мастила згідно з регламентом виробника, є важливим фактором для забезпечення довготривалої та надійної роботи головної передачі.

При виявленні будь-яких ознак несправності необхідно провести діагностування та ремонт.

Комплексне застосування перелічених методів дозволяє ефективно діагностувати стан головної передачі MAN 18.320 та своєчасно виявляти потенційні несправності, що сприяє запобіганню серйозним поломкам та забезпеченню безпечної експлуатації автомобіля.

4.2 Моделювання навантажень на деталі головної передачі

Комп'ютерне моделювання навантажень на деталі головної передачі є потужним інструментом для аналізу та оптимізації конструкції, що дозволяє покращити її надійність, довговічність та ефективність. Воно дозволяє віртуально досліджувати поведінку деталей під різними навантаженнями без необхідності виготовлення дорогих прототипів.

Основні цілі комп'ютерного моделювання

Визначення напружень та деформацій за допомогою моделювання, яке дозволяє розрахувати розподіл напружень та деформацій у деталях головної передачі під впливом різних навантажень (крутний момент, осьові та радіальні сили). Це допомагає виявити зони концентрації напружень, де найбільш ймовірно виникнення тріщин та руйнування.

Оцінка міцності та довговічності на основі розрахунку напружень, можна оцінити запас міцності деталей та прогнозувати їх термін служби.

Оптимізація геометрії за допомогою моделювання дозволяє досліджувати вплив різних геометричних параметрів (форма зубів шестерень, товщина стінок корпусу) на розподіл напружень та деформацій. Це дає можливість

оптимізувати конструкцію для досягнення максимальної міцності та мінімальної ваги.

Аналіз динамічних навантажень моделюванням дозволяє досліджувати поведінку головної передачі під час динамічних навантажень, таких як зміна швидкості обертання, удари та вібрації.

Дослідження теплових навантажень за допомогою моделювання дозволяє розрахувати температурний режим роботи головної передачі та оцінити вплив температури на міцність та зносостійкість деталей.

Методи комп'ютерного моделювання

Метод скінченних елементів (МСЕ) – це найбільш поширений метод, який полягає в розбитті деталі на безліч дрібних елементів та розрахунку напружень та деформацій в кожному елементі.

Метод граничних елементів (МГЕ) – це метод який використовується для моделювання задач з великою площею поверхні відносно об'єму.

Метод дискретних елементів (МДЕ) – це метод який застосовується для моделювання поведінки сипких середовищ та контактних задач.

Програмне забезпечення для моделювання

ANSYS – це потужний універсальний пакет для МСЕ аналізу.

ABAQUS – це ще один популярний пакет для МСЕ аналізу, який добре підходить для моделювання нелінійних задач.

COMSOL Multiphysics – це пакет для моделювання задач з різними фізичними явищами, включаючи механіку, теплопередачу та електромагнетизм.

SolidWorks Simulation – який будований в SolidWorks модуль для МСЕ аналізу.

Етапи комп'ютерного моделювання

Створення 3D моделі деталей головної передачі за допомогою CAD програм.

Створення сітки скінченних елементів розбиттям моделі на безліч дрібних елементів.

Задання граничних умов для визначення умов закріплення деталі та прикладених навантажень.

Виконання розрахунку за допомогою обраного методу та програмного забезпечення.

Аналіз отриманих результатів (розподіл напружень, деформацій, температур) та порівняння їх з допустимими значеннями.

Застосування комп'ютерного моделювання для головної передачі MAN 18.320 може бути використане для аналізу навантажень на шестерні, для визначення напружень в зубах шестерень під час передачі крутного моменту.

Оптимізації форми зубів для покращення їх геометрії для зменшення напружень та шуму.

Аналізу навантажень на підшипники та вибір оптимального типу підшипників.

Аналізу корпусу редуктора на міцність та жорсткості корпусу під навантаженням.

Перевагами комп'ютерного моделювання є зниження витрат на розробку, скорочення часу розробки, швидке дослідження різних варіантів конструкції, покращення якості та надійності і виявлення потенційних проблем на ранніх етапах проектування, оптимізація конструкції, створення більш ефективної та легкої конструкції.

Комп'ютерне моделювання є незамінним інструментом для сучасного проектування та аналізу головних передач, дозволяючи створювати більш надійні, довговічні та ефективні конструкції.

4.3 Моделювання деталей головної передачі

Моделювання вала-шестерні головної передачі – це процес створення комп'ютерної моделі цієї деталі для аналізу її поведінки під різними навантаженнями. Це дозволяє оптимізувати конструкцію, підвищити її міцність та довговічність, а також зменшити рівень шуму та вібрацій.

Геометричне моделювання Створення 3D-моделі вала-шестерні з урахуванням всіх геометричних параметрів (форма зубів, розміри валу, тощо). Для цього використовують CAD-програми, такі як SolidWorks, CATIA, Inventor.

Створення сітки скінченних елементів: Розбиття моделі на безліч дрібних елементів для проведення чисельного аналізу.

Задання граничних умов: Визначення умов закріплення вала-шестерні та прикладених навантажень (крутний момент, радіальні та осьові сили).

Розрахунок: Проведення розрахунку з використанням методу скінченних елементів (МСЕ) або інших чисельних методів. Для цього використовують спеціалізовані програми, такі як ANSYS, ABAQUS, COMSOL.

Аналіз результатів: Аналіз розподілу напружень, деформацій, температур та інших параметрів для оцінки міцності та працездатності вала-шестерні.

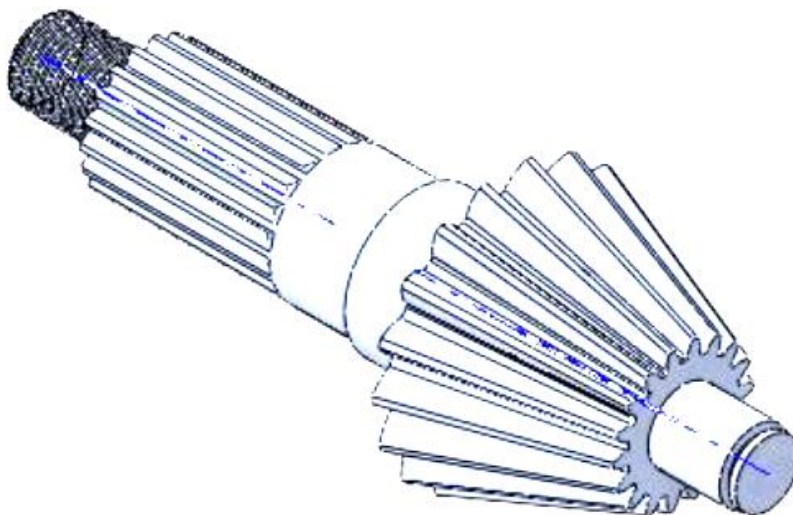


Рисунок 4.1 – Геометрична модель вала-шестерні

На даній деталі для подальшого дослідження проводимо її закріплення із подальшим прикладанням крутильних моментів

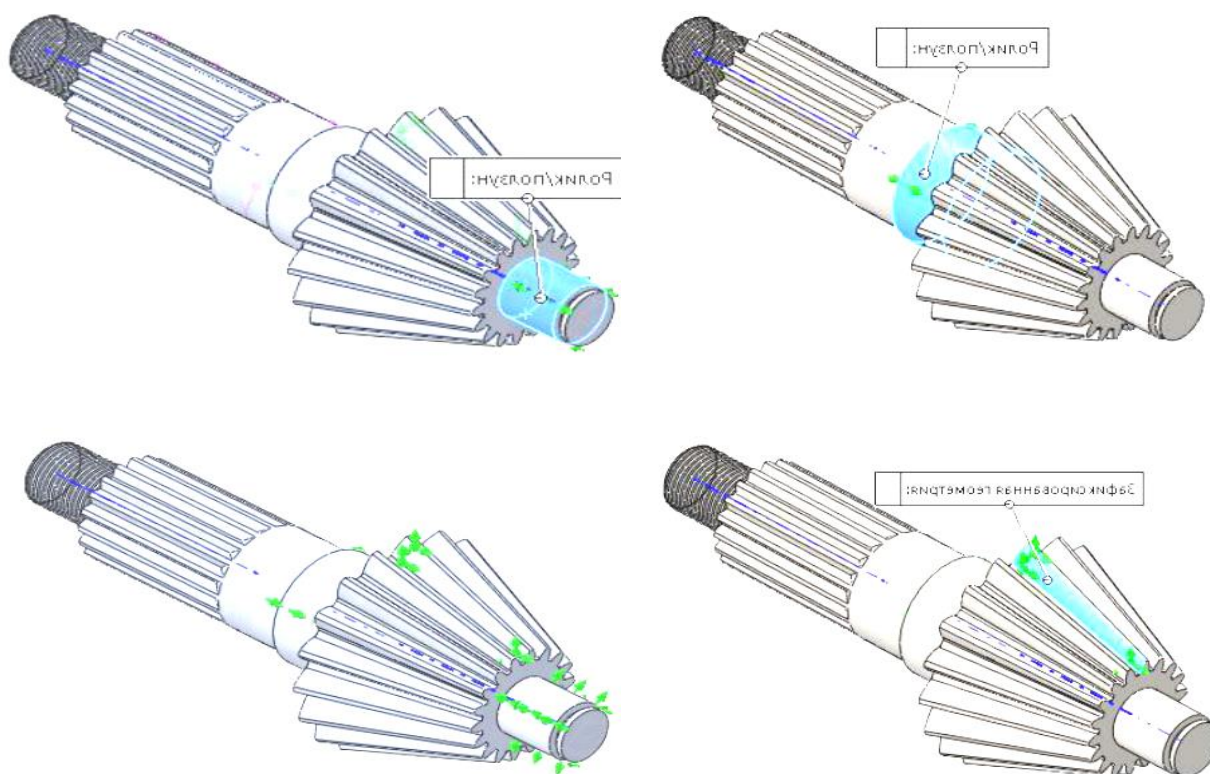


Рисунок 4.2 – Поверхні для закріплення деталі

Створення сітки (мешування, англ. meshing) під час моделювання деталей головної передачі – це процес розбиття складної геометрії деталі на сукупність простіших елементів (сітку). Цей процес є критично важливим для чисельного аналізу методом скінченних елементів (МСЕ), оскільки саме на основі цієї сітки відбувається розрахунок напружень, деформацій, теплових потоків та інших фізичних величин.

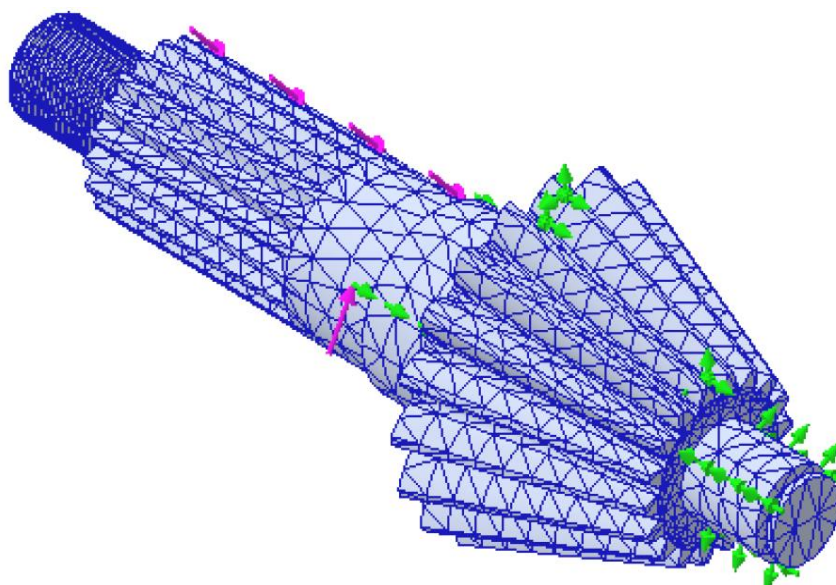


Рисунок 4.3 – Розбиття на дрібні елементи сітки

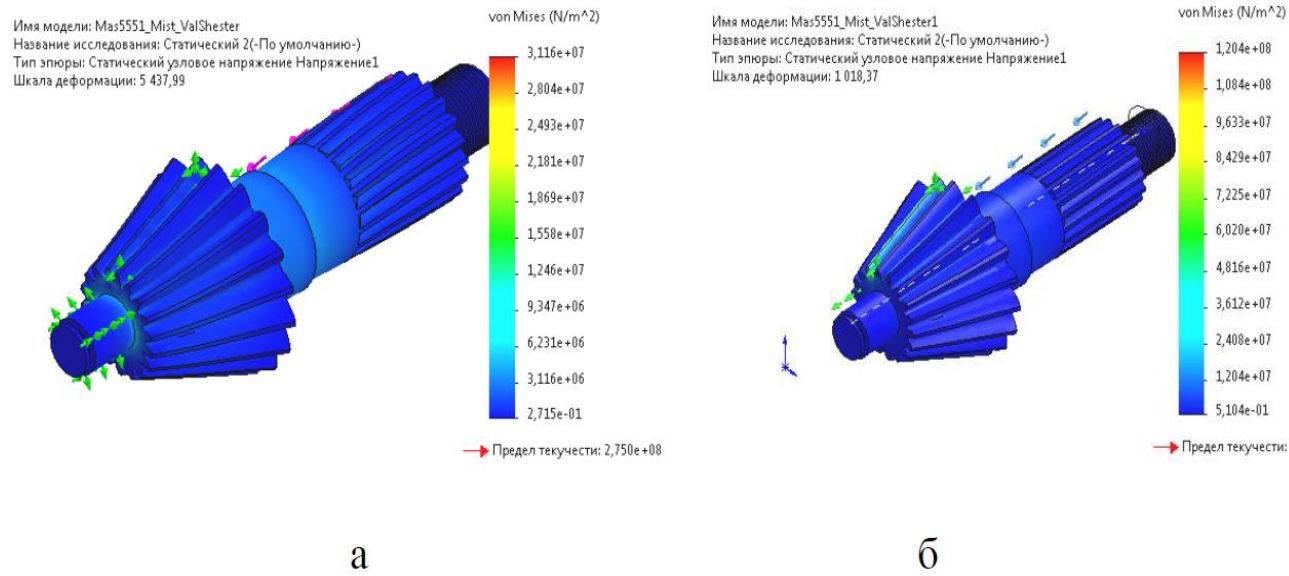


Рисунок 4.3 – Результаты напряжень

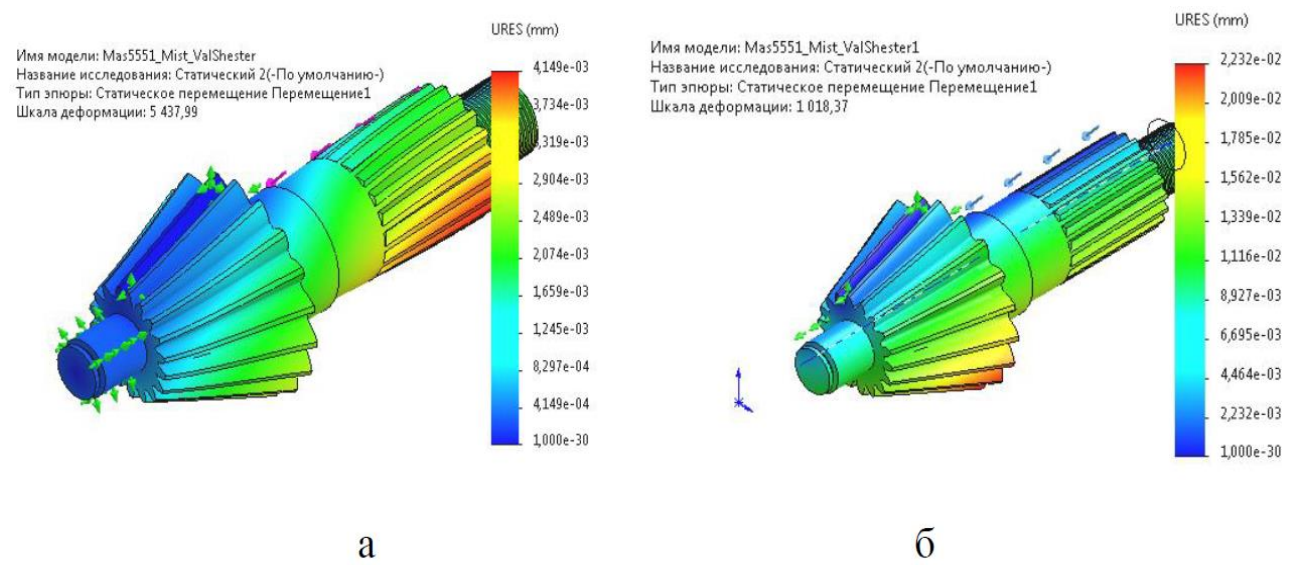
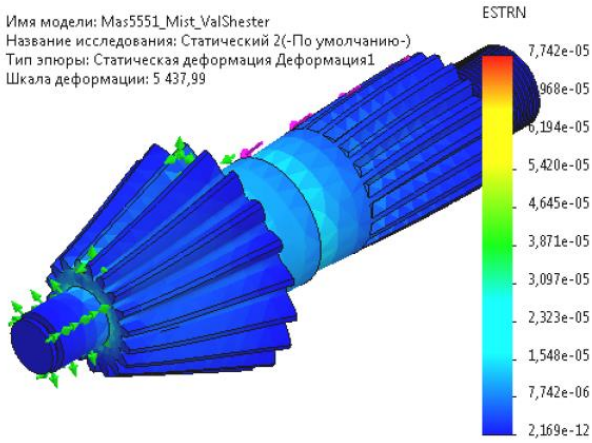
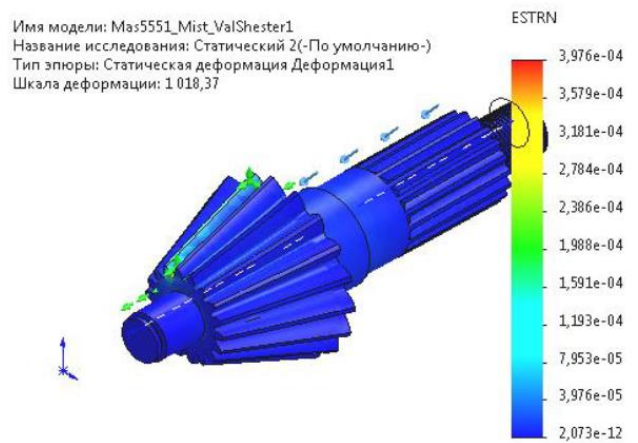


Рисунок 4.4 – Результаты переміщення

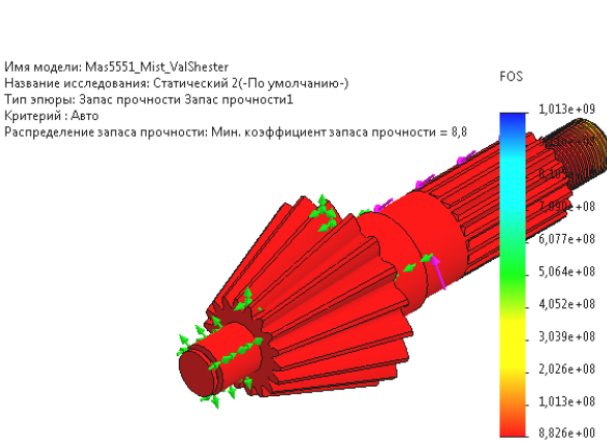


а

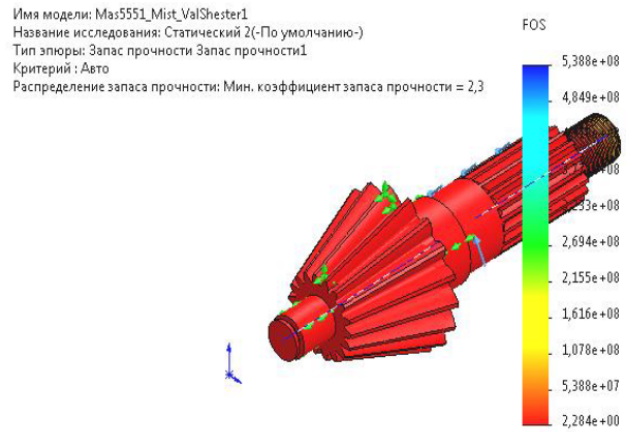


б

Рисунок 4.5 – Результаты деформации



а



б

Рисунок 4.6 – Результаты запаса прочности

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Основні положення про охорону праці

У країнах миру, залежно від економічного розвитку й політичного положення, існують закони й нормативні документи, які повністю або частково захищають людину від небезпечних і шкідливих умов праці, забезпечують охорону його здоров'я. Соціально й законодавчо захищений людина зацікавлена у своїй праці, цінує свою роботу, яка дає йому можливість гідно існувати, підтримувати родину, годувати й виховувати своїх дітей.

Основним законодавчим документом у галузі охорони праці є Закон України “Про охорону праці”, дія якого поширюється на всі підприємства, установи, організації незалежно від форм власності й видів їх діяльності, на всіх громадян, які працюють, а також притягнуті до праці на цих підприємствах. Цей закон регулює участь відповідних державних органів у відносинах між власником підприємства, установи й організації або уповноваженим їм органом і працівником з питань безпеки, гігієни праці й виробничого середовища й установлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

У даному законі передбачена нова система фінансування охорони праці, формування системи страхування від нещасних випадків і профзахворювань

5.2 Техніка безпеки

Забезпечення безпечної роботи на токарських верстатах. Затискні пристрої верстатів забезпечують надійне кріплення оброблюваних деталей.

Багатошпиндельні, одношпиндельні, токарно-револьверні й інші верстати, на яких для виготовлення деталей використовуються металеві прутки мають трубчасте огороження, у якому розміщують ці прутки.

Механізм кріплення патронів забезпечує надійний затискач і точне центрування інструмента. Для свердлення отворів у грузлих матеріалах використовуються спіральні свердли зі стружковідвідною канавкою. Оброблювані деталі встановлюють і закріплюють у лещатах, кондукторах і інших пристосуваннях, які обов'язково надійно укріплені на столі або плиті свердлильного верстата.

Забезпечення безпечної роботи на фрезерних верстатах. Верстати обладнані швидкодіючими гальмовими пристроями. Частина фрези, яка не стикається з поверхнею оброблюваної деталі, обгороджений зручним в експлуатації огороженням.

Крани в цілому і їх окремі елементи зазнали статистичним випробуванням, при навантаженні на 25% перевищуючу номінальну вантажопідйомність механізму.

Знімні вантажопідйомні засоби (стропи, кліщі, ланцюги й траверси) випробували навантаженням на 25% перевищуючої їхню номінальну вантажопідйомність.

Лебідка, що самотормогальмуючим яка обладнана черв'ячною передачею, що домкрати випробувані навантаженням на 10% перевищуючої номінальну вантажопідйомність.

Забезпечення безпечної експлуатації посудин працюючих під тиском.

Усі балони пройшли спочатку гідравлічне випробування пробним тиском, а потім пневматичне випробування робочим тиском із зануренням балона у воду для виявлення можливого витоку.

Запобіжні клапани по кількості, розмірі й пропускної здатності підібрані так, щоб тиск у посудині зміг перевищити робоче на 15% для посудин з тиском від 0,9 до 6 МПа.

5.3 Охорона навколишнього середовища

Фактори, що шкідливо впливають на навколишнє середовище можливі на проєктованому підприємстві:

– викиди в атмосферу шкідливих і отруйних речовин (свинець, марганець, озон, хлор, пар соляної кислоти, аміак, фосген газів, що відробили, ацетон, пар бензину й ін.);

– влучення в ґрунт і ґрунтові води шкідливих і отруйних речовин (неочищених стічних вод, нафтопродуктів, кислот, лугів і ін.).

Таблиця 5.1 – Шкідливі, небезпечні, пожежонебезпечні фактори, що несприятливо впливають на людину й навколишнє середовище заходу щодо забезпечення захисту від них на проєктованому підприємстві

№	Фактори	Заходи
1	2	3
1	Металевий пил	Удосконалювання технологічних процесів (пилеутворюючі речовини роблять вологими). Автоматизація техпроцесу. Застосування місцевої вентиляції. Індивідуальні засоби захисту.
2	Вібрація	Дистанційне керування. Віброізоляція (фундамент верстатів зведений на пружних прокладках, віброізолюючі опори).

3	Шум	Засобу індивідуального захисту. Дистанційне керування будівельно- акустичні заходи.
4	Електричний струм	Заземлення. Ізоляція. Гумові килимки. Огородження й блокування.
5	Механізми, що рухаються машини й	Світлофори, розмітка шляхів. Сигнальні пристрої. Різні огороження.
6	Шкідливі речовини	Застосування ефективної системи вентиляції, системи фільтрів, кондиціонерів, індивідуальних засобів захисту.
7	Недостатнє висвітлення	Використання сполученого висвітлення (природнього й штучного). Дотримання всіх норм по освітленості.
8	Пожежа	Використання ефективної системи пожежогасіння й попередження пожеж.
9	Іонізуюче випромінювання	Використання стаціонарних і пересувних захисних екранів. Дотримання заходів безпеки.
10	Поразка блискавкою	Використання систем громозахисту
11	Поразка від розриву знімних вантажопідйомних засобів	Дотримання техніки безпеки. Періодичні випробування ПТМ
12	Поразка від витоку з посудин працюючих під тиском	Проведення своєчасного огляду й випробувань. Дотримання техніки безпеки.

Заходу, початі на проєктованому підприємстві, для зниження небезпечних факторів:

- застосування технологічних процесів і встаткування, що знижують утвір шкідливих речовин;
- заміна токсичних речовин на нетоксичні;

- застосована надійна герметизація встаткування, у якому перебувають шкідливі речовини;
- оснащення підприємства ефективною системою вентиляції;
- застосування запалі й туманоутворювачі;
- зберігання шкідливих і отруйних речовин у спеціалізованих, захищених приміщеннях;
- застосування механічних, хімічних і біологічних систем очищення стічних вод;
- застосування відстійників, нафтопасток, гідроциклонів, флотационних установок.

5.4 Розрахунки контуру заземлення

Захисне заземлення повинне забезпечувати усунення небезпеки поразки електричним струмом у випадку дотику людей до неструмоведучих металевих частин устаткування, коли вони через несправності електроустановок виявляться під напругою.

Розрахунки захисного заземлення проводиться в наступному порядку:

Визначаємо нормовану величину опору заземлюючого пристрою R_n .
Ухвалюємо $R_n = 4 \text{ Ом}$.

Питомий опір ґрунту, у якому встановлюються заземлювачі, визначається по формулі:

$$\rho_{расч} = \psi \cdot \rho, \quad (5.1)$$

де ψ – коефіцієнт, що враховує кліматичні умови, $\psi = 1,4 \div 2,0$.

Ухвалюємо $\psi = 1,4$;

ρ – обмірюваний питомий опір ґрунту, ухвалюємо ґрунт – глину, для глини $\rho = 0,5 \cdot 10^2 \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

$$\rho_{расч} = 1,6 \cdot 0,5 \cdot 10^2 = 0,8 \cdot 10^2 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Для контуру заземлення вибираємо штучний заземлювач – трубу $\varnothing 50 \text{ мм}$, довжиною $l=3 \text{ м}$, товщина стінки 5 мм . Поглиблення труби в ґрунт на $t=2 \text{ м}$.

Смуга зв'язку – сталева, ширина смуги $b=40 \text{ мм}$.

Розраховуємо опір одиночного заземлювача R_0 по формулі:

$$R_0 = \frac{\rho_{расч}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{r_0} + \frac{l}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot l + 7 \cdot t}{l + 7 \cdot t} \right), \quad (5.2)$$

$$R_0 = \frac{0,8 \cdot 10^2}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,025} + \frac{3}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 3 + 7 \cdot 2}{3 + 7 \cdot 2} \right) = 26 \text{ Ом}.$$

Орієнтовне число одиночних заземлювачів визначається по формулі

$$n = \frac{R_0}{R_n \cdot \eta_0}, \quad (5.3)$$

$$n = \frac{26}{4 \cdot 2} = 3,25.$$

Слід побрати 4 труби, щоб виконати умова $R_0 < R_n$.

Труби розташовуємо в ряд з інтервалом 3 м, тоді відношення відстані між заземлювачами до їхньої довжини $a = a/l = 3/3 = 1$. При цьому коефіцієнт використання заземлювачів $\eta_i = 0,85$.

Опір вертикальних заземлювачів, які становлять контур, визначається по формулі

$$R_{\epsilon} = \frac{R_n}{n \cdot \eta_0} \quad (5.4)$$

$$R_{\epsilon} = \frac{26}{4 \cdot 0.85} = 7.6 \text{ Ом}.$$

Коефіцієнт використання сполучної смуги при $n = 4$, $a/l = 1$ становить 0,77. Довжина смуги зв'язки для 4 труб, розташованих з інтервалом 3м становить $L=9$ м

Опір смуги визначається по формулі

$$R_n = \frac{\rho_{расч}}{\pi \cdot L} \cdot \ln \frac{1.5 \cdot L}{\sqrt{b \cdot t}}, \quad (5.5)$$

$$R_n = \frac{0.8 \cdot 10^2}{3.14 \cdot 9} \cdot \ln \frac{1.5 \cdot 9}{\sqrt{0.04 \cdot 2}} = 9.9 \text{ Ом}.$$

Опір сполучних смуг з урахуванням коефіцієнта використання, визначається по формулі

$$R_{nu} = \frac{R_n}{\eta_n}, \quad (5.6)$$

$$R_{ni} = \frac{9.9}{0.77} = 12.86 \text{ Ом}.$$

Загальний опір контуру визначається зі співвідношення:

$$R_o = \frac{R_e \cdot R_n}{R_e + R_n}, \quad (5.7)$$

$$R_o = \frac{7.6 \cdot 9.9}{7.6 + 9.9} = 4.3 \text{ Ом}.$$

Опір заземлюючого пристрою для установок менш 1000 У и потужність менш 100 кВа не повинне перевищувати 10 Ом, а для електроустановок напругою більш 100 кВа – 4 Ом. У цьому випадку потужність споживача менш 100 кВа, отже, розрахований загальний опір контуру відповідає вимогам СН 102-76.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Головна передача є ключовим елементом трансмісії автомобіля, що забезпечує передачу крутного моменту від карданного валу до ведучих коліс

У конструкторській частині ми розглянули Стенд для закріплення та обертання головної передачі є необхідним обладнанням для якісного та ефективного ремонту. Він забезпечує зручність, безпеку та точність виконання ремонтних операцій.

Комп'ютерне моделювання є важливим інструментом для аналізу та оптимізації конструкції головної передачі. Воно дозволяє віртуально досліджувати поведінку деталей під різними навантаженнями, оптимізувати геометрію та підвищити надійність.

Головна передача є складним та відповідальним елементом трансмісії автомобіля. Її ефективна та надійна робота головної передачі є критично важливою для безпечної та комфортної експлуатації транспортного засобу. Застосування сучасних методів моделювання, розрахунків та використання спеціалізованого обладнання для ремонту дозволяє забезпечити високу якість та довговічність головних передач.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Міронов Д.В., Тесля В.О. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 274 Автомобільний транспорт галузі знань 27 Транспорт. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2023. – 60 с.
2. Gypka, A., Aulin, V., Mironov, D., Leshchuk, R., Yarema, I., Bukhovets, V., & Teslia, V. (2024). Structural and energetic self-organization of antifriction composite materials of car parts during friction and wear. *Problems of Tribology*, 29(2/112), 67–73.
3. Левкович М.Г. , Пиндус Ю.І. , Тесля В.О. , Босюк П.В. Конспект лекцій з дисципліни «Автомобілі. аналіз конструкцій, робочі процеси та основи розрахунку автомобілів» для студентів всіх форм навчання за напрямком підготовки «Автомобільний транспорт» / Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2016. – 242 с.
4. Ways to increase the indicators of diesel engines of tractors and cars in the conditions of ordinary operation / A. Pugach et al. *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences*. 2023. Vol. 2, no. 8(39). P. 125–133.
5. Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт». -Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 136 с.
6. Lyasuk , OL; Gypka , AB; Tesla , VO Operational methods of increasing the wear resistance of friction pairs of a car . Innovative technologies of development and efficiency of motor transport operation : International scientific and practical Internet conference , Central Ukrainian National Technical University Kropivnitsky , Collection of scientific materials (November , 14-15), Ukraine : Kropivnitsky , 2018, pp . 212-217.

7. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія [Текст]: Підручник. / О.А. Лудченко. - Київ: Знання-Прес, 2007. - 527с.
8. Тесля В.О., Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. Конспект лекцій з дисципліни “Діагностика автомобілів” для студентів спеціальності 274 “Автомобільний транспорт” усіх форм навчання / Тернопіль: ТНТУ, 2023. – 296 с.
9. Тесля В.О., Слободян Л.М., Сіправська М.Д. Методичні вказівки для лабораторних робіт з дисципліни “Діагностика автомобілів” для студентів спеціальності 274 “Автомобільний транспорт” усіх форм навчання / Тернопіль: ТНТУ, 2023. – 140 с.
10. Theoretical and Methodological Principles of Increasing the Efficiency of the Use of a Fleet of Cars in Regional Transport Systems and Enterprises Based on Leasing Relations / V. Aulin et al. Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences. 2023. Vol. 2, no. 7(38). P. 165–180.
11. Абрамов Д.В., Тесля В.О. Визначення доцільності проведення позапланового технічного обслуговування автомобілів за критерієм витрат на паливо в експлуатації / Вісник Національного транспортного університету науково-технічний збірник. – Київ: НТУ, – Випуск 25. – 2012. – С. 286-290.
12. Пулька Ч.В., Кузнецов В.Д., Д.В. Степанов, В.С. Сенчишин Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни «Наплавлення та напилення» / Ч.В. Пулька, В.Д. Кузнецов, Д.В. Степанов, В.С. Сенчишин. – Тернопіль.: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. – 59 с.
13. Impact of Fuel Parameters on Vehicle Technical Condition During Operation / D. Abramov et al. Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences. 2023. Vol. 2, no. 8(39). P. 169-175.

14. Ляшук, О.Л., Гупка, А.Б., Тесля, В.О. Експлуатаційні методи підвищення зносостійкості пар тертя автомобіля / Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту : Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 14-15 листоп. 2018 р. Кропивницький : ЦНТУ, 2018. - С. 212-217.
15. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С. Стручок. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. – 156 с.
16. Стручок В.С. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека». Навчальний посібник / В.С. Стручок, – Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулля, 2022. – 150 с.