

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технологічного процесу ремонтувалу привода
колеса автомобіля CHERY Tiggo5 з дослідженням сил, що діють на колеса

Виконав: студент 6 курсу, групи МАМ-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Вікторіо ДОЦЕНКО

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Іван ГЕВКО

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Роман ХОРОШУН

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«12» листопада 2024 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 Доценку Вікторію

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технологічного процесу ремонту валу привода колеса автомобіля CHERY Tiggo5 з дослідженням сил, що діють на колеса

Керівник роботи Гевко Іван Богданович., д.т.н., проф.

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

Затверджені наказом ректора від « 12 » листопада 2024 року № 4/7-1089

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2024

3. Вихідні дані до роботи

двигуна.

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)

Обладнання для виконання робіт ТП – 1А1.

Технологічний процес заміни лівого приводного валу – 1А1.

Пристосування для затискання деталей – 1А1.

Результати наукових досліджень – 2А1.

Дільниця для заміни привідних валів – 1А1.

Виробничий корпус – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 12.11.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	21.11.24р	
2	Технологічний розділ	28.11.24р	
3	Конструкторський розділ	03.12.24р	
4	Науково-дослідний розділ	12.12.24р	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	19.12.24р	
6	Оформлення графічної частини	19.12.24р	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	23.12.24р	

Студент _____
(підпис)

Доценко Вітторіо _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Гевко Іван Богданович _____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Удосконалення технологічного процесу ремонту валу привода колеса автомобіля CHERY Tiggo5 з дослідженням сил, що діють на колеса».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра Гевко Іван Богданович., д.т.н., проф.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 74 сторінки формату А4 та 8 аркушів формату А1 графічної частини 2 сторінки додатків.

Ключові слова: якість, надійність, аналіз, відновлення, технологія.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	9
1.1 Загальні відомості про підвіски легкових автомобілів.....	9
1.2 Розподіл річних обсягів робіт по видах і місцю виконання.....	18
1.3 Розрахунки числа автомобіле-місць очікування і зберігання.....	23
1.4 Визначення складу і площ приміщень.....	24
1.5 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра.....	26
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	27
2.1 Пристрій валу привода колеса CHERY Tiggo5.....	27
2.2 Опис обладнання технологічного процесу.....	29
2.3 Опис технологічного процесу заміни лівого приводного валу.....	32
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	40
3.1 Обґрунтування доцільності проведення конструкторських розробок....	40
3.2 Конструкція та розрахунок силової установки підйомника.....	42
3.3 Призначення та принцип дії пристосування для затискання деталей.....	47
3.4 Розрахунок елементів пристосувань.....	49
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	52
4.1 Дослідження впливу систем автомобіля на його паливно-економічні характеристики.....	52
4.2 Сили, що діють на обертові колеса.....	53
4.3 Визначення коефіцієнта опору повітря.....	56
4.4 Опір повітря для різних конструкцій ободів.....	57
4.5 Альтернативний підхід до врахування вентиляційного опору в рівнянні сили опору руху.....	61
4.6 Приклад аналізу потужності.....	62
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	64
5.1 Аналіз умов праці на ергономічні ризики.....	64
5.2 Шляхи зменшення ергономічних ризиків.....	67

5.3 Установки для проведення повної санітарної обробки та їх технічні характеристики.....	69
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	71
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	72
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Автомобільна промисловість є однією з найважливіших галузей сучасного машинобудування, яка динамічно розвивається, постійно вдосконалюючи технології виробництва, експлуатації та ремонту транспортних засобів. Забезпечення надійної та довготривалої експлуатації автомобілів вимагає застосування ефективних методів обслуговування і ремонту їх основних агрегатів та систем. Серед ключових вузлів автомобіля, що визначають його працездатність та безпеку руху, особливе значення мають системи приводу коліс, зокрема вал приводу.

Автомобіль CHERY Tiggo 5, як популярний представник серед кросоверів, часто використовується в умовах різних дорожніх покриттів і навантажень, що сприяє підвищеному зносу та пошкодженню валу приводу коліс. Внаслідок цього виникає необхідність удосконалення технологічних процесів його ремонту для зниження витрат часу і ресурсів, забезпечення високої якості відновлення та продовження терміну служби.

Додатково, для оптимізації експлуатаційних характеристик автомобіля, важливо враховувати динамічні сили, що діють на колеса під час руху. Ці сили значно впливають на знос компонентів приводу, а також на безпеку та стабільність автомобіля в русі. Аналіз та врахування цих факторів дозволяє більш точно підходити до проєктування та вдосконалення ремонтних процесів.

Метою магістерської роботи є вдосконалення технологічного процесу ремонту валу приводу колеса автомобіля CHERY Tiggo 5 з урахуванням дослідження сил, що діють на колеса, для підвищення ефективності та якості відновлення вузла.

Провести аналіз існуючих технологічних процесів ремонту валів приводу коліс. Дослідити сили, що діють на колеса автомобіля CHERY Tiggo 5, у різних режимах експлуатації.

Розробити вдосконалений технологічний процес ремонту валу приводу, що враховує специфіку його навантажень.

Провести розрахунок і вибір необхідного обладнання та інструментів для реалізації технологічного процесу.

Оцінити економічну доцільність запропонованого процесу.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення надійності та тривалості роботи валів привода коліс сучасних автомобілів. Оптимізація технологічного процесу ремонту та врахування динамічних навантажень забезпечить не лише продовження терміну служби вузла, але й покращить загальні експлуатаційні характеристики автомобіля. Це має велике значення для споживачів, автосервісних центрів і загалом для підвищення якості обслуговування автомобілів.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальні відомості про підвіски легкових автомобілів

Підвіска автомобіля являє собою комплекс елементів, вузлів і механізмів, які виконують функцію з'єднувальної ланки між кузовом транспортного засобу та дорожнім покриттям. Вона є складовою частиною шасі автомобіля і має вирішальне значення для забезпечення комфорту, керованості та безпеки під час руху.

Згідно з ДСТУ 2947-94, підвіска визначається як система пристроїв, що з'єднують міст або колеса з рамою чи кузовом автомобіля. Її основне призначення — зниження динамічних навантажень, що виникають під час руху нерівними ділянками дороги, а також забезпечення передачі всіх сил і моментів, які діють між колесами та кузовом (рамою) автомобіля.

Підвіска не лише згладжує нерівності дорожнього покриття, але й сприяє стабільному зчепленню коліс з дорогою, що впливає на керованість і стійкість автомобіля. Завдяки її конструктивним особливостям забезпечується ефективне функціонування всіх компонентів транспортного засобу, які залежать від якості контакту з дорогою.

Підвіска автомобіля — це комплекс механізмів і пристроїв, які забезпечують пружний зв'язок між кузовом (або рамою) та мостами або колесами транспортного засобу. Її основне призначення полягає у зменшенні динамічних навантажень, які діють на кузов і колеса, поглинанні коливань, що виникають під час руху, а також у підтримці стабільного положення кузова автомобіля. Іншими словами, підвіска повинна одночасно забезпечувати високий рівень комфорту, хорошу керованість і максимальну активну безпеку.

Як проміжна ланка між дорожнім покриттям і кузовом автомобіля, підвіска повинна мати легку конструкцію, яка сприяє досягненню високого рівня безпеки руху без зниження комфортабельності. Для цього вона повинна забезпечувати точну кінематику коліс, високу інформативність управління

автомобілем (не лише рульової системи), а також ефективну ізоляцію кузова від дорожнього шуму та жорсткості руху шин, особливо низькопрофільних радіальних.

Крім того, підвіска виконує функцію передачі на кузов сил, що виникають у зоні контакту колеса з дорожнім покриттям. У зв'язку з цим її елементи повинні бути надійними та довговічними. Шарніри мають легко обертатися, залишатися жорсткими, водночас забезпечуючи шумоізоляцію. Важелі повинні витримувати передачу сил у різних напрямках, а також тягових і гальмівних моментів, при цьому залишаючись достатньо легкими.

Пружні елементи конструкції повинні бути компактними, забезпечувати достатній хід підвіски та ефективно використовувати матеріали, з яких вони виготовлені. Комплекс цих властивостей дозволяє підвісці виконувати всі свої функції, зберігаючи ефективність і надійність під час експлуатації автомобіля.

Вимоги до підвіски автомобіля. До автомобільної підвіски висувається ряд ключових вимог, які спрямовані на забезпечення її ефективності, надійності та безпеки під час експлуатації. Основні з них включають:

Пружна характеристика. Підвіска повинна забезпечувати високий рівень плавності руху автомобіля, мінімізуючи удари в обмежувачі ходу. Вона має протидіяти надмірним кренам під час поворотів, уникати "кльовків" при гальмуванні або прискоренні автомобіля, зберігаючи стабільність положення кузова.

Кінематична схема. Конструкція підвіски повинна забезпечувати мінімальні зміни ширини колії та кутів установки коліс під час руху. Кінематика коліс має бути узгоджена з кінематикою рульового приводу, що дозволяє уникнути небажаних коливань керованих коліс навколо осі повороту.

Оптимальне загасання коливань. Підвіска повинна забезпечувати ефективне гасіння коливань як кузова, так і коліс для підтримання комфортного та безпечного руху.

Надійна передача зусиль. Елементи підвіски мають надійно передавати на кузов або раму автомобіля як поздовжні, так і поперечні зусилля та моменти, які виникають під час руху.

Мінімальна маса. Важливо забезпечити малу масу елементів підвіски, особливо безпружинних частин, щоб знизити інерційні навантаження та підвищити ефективність роботи підвіски.

Міцність і довговічність. Конструктивні елементи підвіски повинні мати високу міцність і тривалий термін служби. Це особливо стосується пружних елементів, які є одними з найбільш навантажених частин конструкції.

Виконання цих вимог забезпечує не лише комфорт і зручність водіння, але й підвищує загальний рівень безпеки автомобіля та довговічність його експлуатації.

Основні функції та елементи підвіски автомобіля. Підвіска виконує важливу роль у конструкції автомобіля, забезпечуючи ефективний зв'язок між колесами та несучою системою транспортного засобу (кузовом або рамою). Основними функціями підвіски є:

З'єднання коліс або нерозрізних мостів із несучою системою автомобіля. Підвіска забезпечує надійне механічне з'єднання елементів ходової частини з кузовом або рамою.

Передача зусиль і моментів. Вона передає сили та моменти, що виникають під час взаємодії коліс з дорожньою поверхнею, на несучу систему автомобіля.

Забезпечення плавності ходу. Підвіска контролює характер переміщення коліс відносно кузова або рами, сприяючи комфортному руху автомобіля навіть на нерівній дорозі.

Складові частини підвіски. Усі види підвісок легкових автомобілів включають три основні групи елементів [2-4]:

Пружні елементи. Це компоненти, які забезпечують необхідну характеристику пружного зв'язку між колесами та кузовом (рамою), водночас

підтримуючи надійний контакт коліс із дорожньою поверхнею. У сучасних конструкціях використовуються:

Металеві елементи: ресори, пружини, торсіони. Неметалеві елементи: гумові або полімерні матеріали, повітря або газ.

Напрямні елементи. Вони забезпечують задану кінематику переміщення коліс або мостів відносно кузова (рами) автомобіля. Також напрямні елементи відповідають за передачу сил, які діють між колесами (мостами) і несучою системою.

Гасильні елементи. До цієї групи належать амортизатори, які виконують функцію поглинання коливань, що виникають внаслідок нерівностей дорожнього покриття. Вони запобігають надмірним вібраціям і забезпечують стабільність руху.

Додаткові елементи. Окрім основних складових, підвіска може включати додаткові елементи, які не належать до вищезазначених трьох груп, але також виконують важливі функції в роботі системи. Це можуть бути стабілізатори поперечної стійкості, буфери обмеження ходу, а також різні кріплення та підшипники.

Такий багатокомпонентний підхід до конструкції підвіски дозволяє забезпечити комфорт і безпеку руху, водночас зберігаючи надійність та ефективність у складних умовах експлуатації.

Еластичні елементи підвіски виконують функцію з'єднання її компонентів із кузовом автомобіля, а в деяких випадках — із опорною частиною колеса. Зазвичай це з'єднання реалізується через підрамник, який забезпечує додаткову жорсткість конструкції. Основна функція еластичних елементів полягає у поглинанні вібрацій певного діапазону частот, що дозволяє знизити рівень шуму, який передається через підвіску на кузов автомобіля. Це значно покращує акустичний комфорт у салоні та зменшує навантаження на інші вузли транспортного засобу.

Шарові опори є важливим елементом шарнірних з'єднань у підвісці. Вони забезпечують ступінь свободи, яка необхідна для правильної геометрії

повороту ведучих коліс. Зазвичай шарові опори встановлюються на нижніх важелях передньої підвіски, а також на кінцях тяг рульового механізму. Така конструкція дозволяє забезпечити плавність і точність керування автомобілем.

Для зручності обслуговування та ремонту шарові опори виготовляються знімними. Це значно спрощує процес їх заміни у разі зносу, забезпечуючи економію часу та ресурсів. Використання якісних матеріалів і сучасних технологій у виробництві цих компонентів дозволяє підвищити їх довговічність і надійність у різних умовах експлуатації.

Таким чином, еластичні та шарові елементи підвіски відіграють ключову роль у забезпеченні плавності, керованості та акустичного комфорту автомобіля, виконуючи свої функції з високою ефективністю.

Підвіски автомобілів класифікують за різними критеріями, одним із яких є кінематика переміщення коліс відносно рами або кузова транспортного засобу [7]. Згідно з цим критерієм, підвіски поділяються на два основних типи:

Залежні підвіски.

Для цього типу характерним є жорсткий зв'язок між колесами однієї осі. Будь-яке переміщення одного з коліс безпосередньо впливає на положення іншого. Така конструкція є однією з найдавніших і бере свій початок ще з конструкцій підвісок кінних екіпажів.

До залежних підвісок належать:

На поперечній ресорі. У цьому варіанті ресора виконує функцію як пружного елемента, так і напрямного механізму. Цей тип підвіски раніше активно використовувався у вантажних автомобілях.

На поздовжніх ресорах. Така конструкція широко застосовувалась у старих моделях легкових і вантажних автомобілів. Ресори тут розташовані вздовж осі автомобіля, виконуючи роль пружних і напрямних елементів.

З направляючими важелями. Використання направляючих важелів дозволяє обмежити рух коліс у небажаних напрямках, покращуючи стабільність і керованість автомобіля.

Система «Де Діон». У цій конструкції колеса з'єднуються жорсткою балкою, але диференціал кріпиться до кузова або рами. Це дозволяє знизити масу безпружинних елементів і поліпшити комфорт під час руху.

Залежні підвіски, хоча й поступово втрачають популярність через появу незалежних конструкцій, все ще знаходять своє застосування, особливо у важких вантажних автомобілях та інших спеціалізованих транспортних засобах, де простота, міцність і надійність є ключовими факторами.

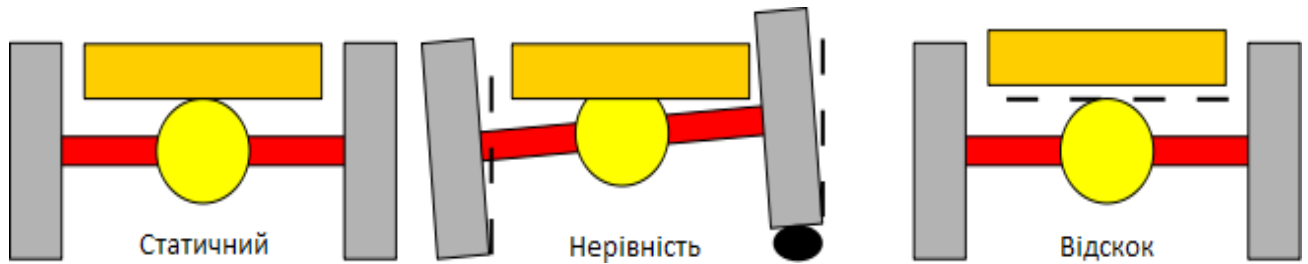


Рисунок 1.1 – Схема поведінки залежної підвіски

Незалежна підвіска відрізняється від залежної тим, що колеса однієї осі не мають жорсткого зв'язку між собою. Переміщення одного колеса або зовсім не впливає на положення іншого, або цей вплив є мінімальним. Такий підхід забезпечує кращу плавність ходу, особливо на нерівних дорогах, оскільки кожне колесо реагує на дорожні умови окремо.

Однак у конструкціях незалежної підвіски можлива зміна деяких установчих параметрів, таких як ширина колії, кут розвалу коліс, а в окремих типах підвісок — навіть колісна база. Ці зміни можуть відбуватися під час стискання або відбою підвіски, іноді в досить значних межах.

На сьогодні незалежна підвіска є однією з найпоширеніших завдяки її оптимальному співвідношенню вартості, технологічності виготовлення та високих кінематичних характеристик. До її основних типів належать:

З коливальними півосями. Використовується в конструкціях, де потрібна простота та мінімальна вага.

Система «Мак-Ферсон». Один із найпоширеніших варіантів, який поєднує компактність і низьку вартість. Використовується переважно в легкових автомобілях.

Торсіонні підвіски. Використовують торсіон як пружний елемент, забезпечуючи компактність і довговічність конструкції.

Пневматичні та гідروпневматичні системи. Забезпечують високу плавність ходу та можливість регулювання дорожнього просвіту.

На поздовжніх важелях. Забезпечують кінематику, яка мінімізує зміни геометрії колеса під час руху.

На косих важелях. Використовуються для покращення керованості й підвищення стабільності автомобіля.

На поздовжніх і поперечних важелях. Така конфігурація дозволяє забезпечити оптимальний баланс між керованістю, комфортом і стійкістю.

Підвіски на подвійних поздовжніх і поперечних важелях. Використовуються в автомобілях преміумкласу, де необхідна висока точність кінематики коліс для покращення керованості.

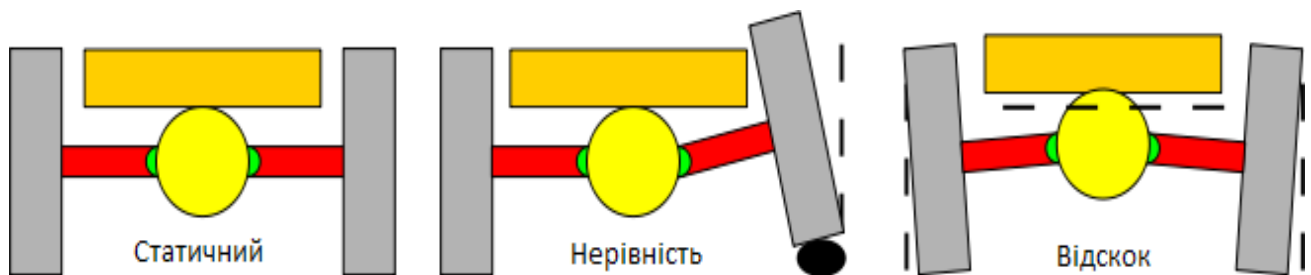


Рисунок 1.2- Схема поведінки незалежної підвіски.

За типом пружного елемента підвіски класифікують на кілька основних видів. Одним із таких є пружинні підвіски, у конструкції яких застосовуються гвинтові пружини. Зазвичай вони встановлюються між важелями підвіски, забезпечуючи основний пружний зв'язок між колесами та несучою системою автомобіля.

Переваги пружинної підвіски. Головною перевагою використання гвинтових пружин є можливість завдяки геометрії важелів забезпечити мінімальні зміни кута розвалу та ширини колії під час роботи підвіски. Така характеристика важлива для підтримання стабільності автомобіля при русі, особливо на нерівностях дороги.

На рисунку 1.5 показано приклад конструкції пружинної підвіски, де чітко видно взаємодію пружного елемента з важелями системи. Цей тип

підвіски широко застосовується в сучасних автомобілях завдяки простоті, довговічності та ефективності.

Пружинні підвіски є універсальним рішенням, що поєднує високу надійність із можливістю регулювання геометричних параметрів ходової частини, що позитивно впливає на керованість і комфорт автомобіля.

На рисунку 1.6 наведено приклад конструкції поперечної торсіонної підвіски, де показано принцип роботи та закріплення елементів. Такий підхід до використання торсіонів дозволяє не лише забезпечити комфортний рух, але й підвищити стійкість автомобіля під час поворотів і різких маневрів.

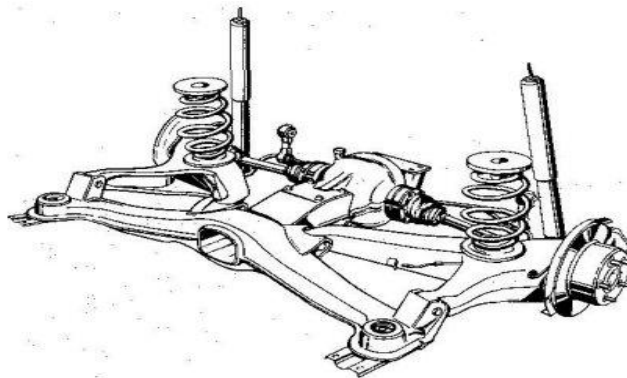


Рисунок 1.5 – Пружинна підвіска

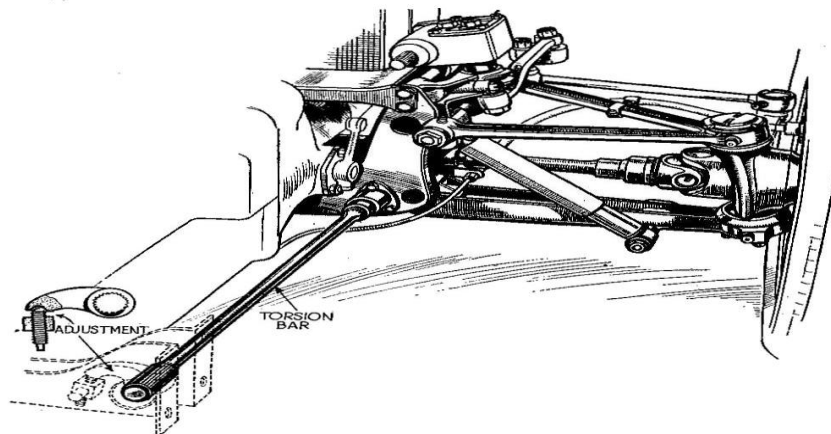


Рисунок 1.6 – Торсіонна підвіска автомобіля Citroen

в) Пневматичні підвіски часто використовуються на позашляховиках і транспортних засобах, де важлива здатність змінювати висоту для подолання складних умов руху. На рисунку 1.7 зображено приклад конструкції пневматичної підвіски, яка демонструє принцип її дії та основні компоненти.

Завдяки своїм перевагам пневматична підвіска знаходить широке застосування в сучасному автомобілебудуванні, забезпечуючи комфорт, надійність і функціональну гнучкість у різних умовах експлуатації.

Найчастіше комбіновані підвіски використовуються в комерційному транспорті, важких вантажівках і позашляховиках. У цих сегментах важливо забезпечити баланс між високою вантажопідйомністю, комфортом руху та адаптивністю до умов експлуатації.

На рисунку 1.8 наведено приклад комбінованої підвіски, де ефективно поєднуються пружинні та ресорні елементи, а також пневматичні компоненти. Такий підхід дозволяє досягти оптимального балансу між характеристиками підвіски, забезпечуючи стабільність, комфорт і надійність у роботі транспортного засобу.

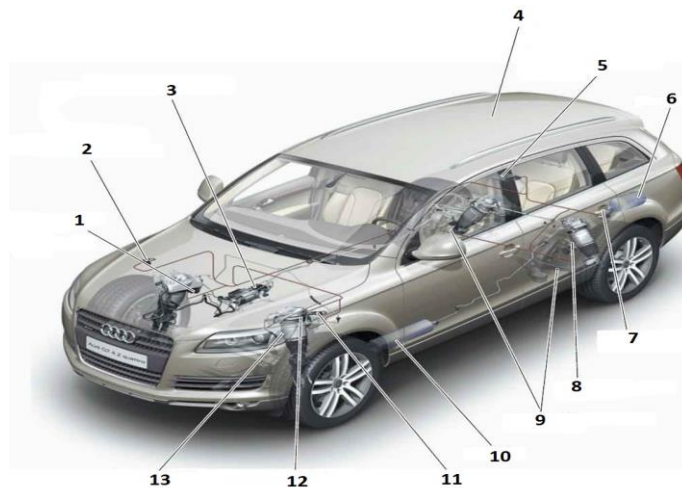


Рисунок 1.7 – Пневмопідвіска автомобіля Audi Q7:

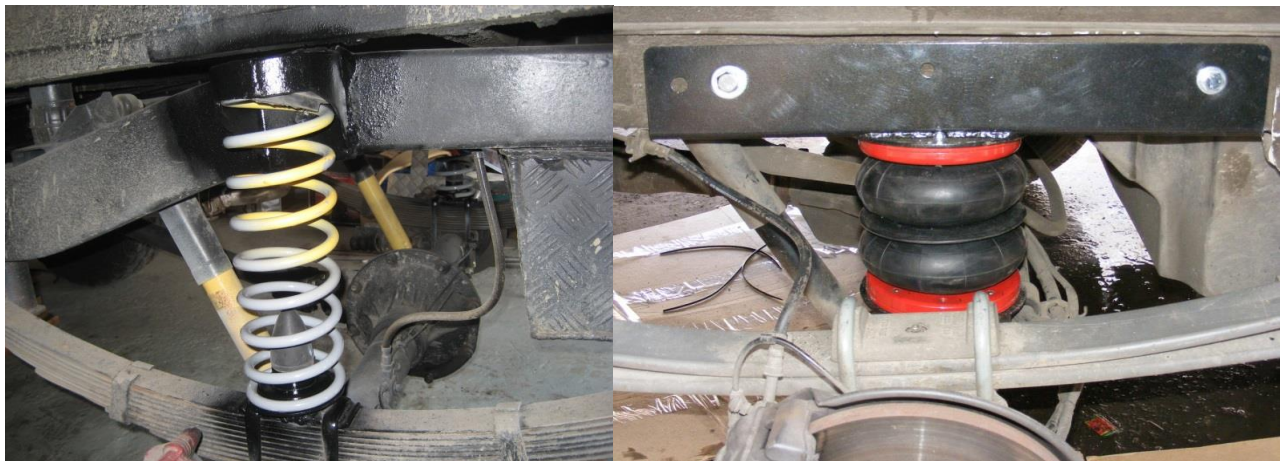


Рисунок 1.8 – Комбінована підвіска: зліва – ресорна і пневматична, справа – ресорна і пружинна.

1.2 Розподіл річних обсягів робіт по видах і місцю виконання

Для визначення оптимального розподілу обсягу робіт на станції технічного обслуговування (СТО) попередню кількість робочих постів можна розрахувати за допомогою такого виразу.

Ця формула дозволяє оцінити початкову потребу в робочих постах для забезпечення рівномірного завантаження станції. Отримані результати необхідно доповнити аналізом реальних умов роботи СТО, враховуючи нерівномірність потоку автомобілів, складність ремонтних операцій, технічне забезпечення та спеціалізацію постів.

Для більш точного розрахунку слід враховувати ймовірні перерви в роботі, сезонні коливання обсягу робіт та інші фактори, що можуть впливати на завантаження станції.

$$X = \frac{T \cdot \varphi \cdot K_{\Pi}}{D_{\text{роб.р}} \cdot T_{\text{зм}} \cdot C \cdot P_{\Pi} \cdot \eta_{\Pi}} \quad (1.1)$$

$$X = \frac{38396 \cdot 1,15 \cdot 0,8}{305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 0,9} = 8,04 = 8 \quad \text{робочих постів}$$

На станції технічного обслуговування (СТО) виконується не весь спектр робіт, а лише 49% від загального обсягу технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР). Для уточнення обсягів робіт за видами та місцем їх виконання необхідно перерахувати річний обсяг робіт. Розрахунок виконується за наступними формулами:

Річний обсяг робіт з ТО і ПР:

$$\text{ТО-ПР} = 37981 \cdot 49\% \approx 18611 \text{ люд.-год.}$$

Обсяг допоміжних робіт:

$$T_{\text{ДОП}} = (18611 + 416) \cdot 0,1 \approx 1903 \text{ люд.-год.}$$

На основі проведених розрахунків складено розподіл річного обсягу робіт з ТО і ПР за їх видами та місцем виконання, який представлено у таблиці 1.1.

Розрахунок виконується з урахуванням річного обсягу робіт і коефіцієнта змінності. Формула має вигляд:

$$P_T = \frac{T}{\Phi_T}, \quad (1.2);$$

$$P_{III} = \frac{T}{\Phi_{III}}, \quad (1.3)$$

Таблиця 1.1 - Розподіл річного обсягу робіт з ТО і ПР за видами та місцем виконання.

Вид робіт	Розподіл обсягу робіт ТО і ПР по видам		Розподіл обсягу робіт ТО і ПР по місцю виконання			
			на робочих постах		на виробничих ділянках	
	%	чол· годин	%	чол· годин	%	чол· годин
Діагностичні	8	1519	100	1519	0	0
ТО в повному обсязі	45	8356	100	8356	0	0
Мастильні	6	1139	100	1139	0	0
Регулювальні по установці кутів керованих коліс	16	3038	100	3038	0	0
Шиномонтажні	25	4558	30	1367	70	3190
Разом	100	18611		15420		3190

Результати проведених розрахунків щодо чисельності персоналу станції технічного обслуговування (СТО) представлені в таблиці 1.7. Ці дані є основою для визначення оптимального штату працівників, необхідного для забезпечення належного функціонування СТО з урахуванням обсягів робіт, їх складності та специфіки.

Результати виконаних розрахунків чисельності виробничого персоналу для виконання технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР) з урахуванням видів робіт та місць їх виконання наведено в таблиці 1.3. Ця інформація дозволяє оцінити потреби в робітниках для забезпечення

безперебійної роботи станції технічного обслуговування (СТО) та оптимального виконання всіх операцій.

Таблиця 1.7 - Розподіл чисельності персоналу СТО

Вид робіт	Загальний річний обсяг робіт	Р _т		Р _ш	
		розрах.	прийняте	розрах.	прийняте
ТО-ПР	18611	9,2	9	10,5	11
Приймання і видача	416	0,2	0	0,2	0
Разом	19027	9,4	9	10,7	11
Допоміжні роботи	1903	0,94	1	1,07	1
Разом	20929	10,36	10	11,82	12

Таблиця 1.3 – Результати розрахунку чисельності виробничого персоналу для ТО та ПР

Вид робіт	Обсяг робіт ТО і ПР		Чисельність виробничих робітників							
			на постах				на ділянках			
	на постах	на ділянках	Р _т		Р _ш		Р _т		Р _ш	
			розрах.	прийн.	розрах.	прийн.	розрах.	прийн.	розрах.	прийн.
Діагностичні	1519	0	0,75	1	0,86	1	0,00	0	0,00	0
ТО в повному обсязі	8356	0	4,14	4	4,72	5	0,00	0	0,00	0
Масильні	1139	0	0,56	0	0,64	0	0,00	0	0,00	0
Регулювальні по установці кутів керованих коліс	3038	0	1,50	2	1,72	2	0,00	0	0,00	0
Шиномонтажні	1367	3190	0,68	1	0,77	1	1,58	2	1,80	2
Разом	15420	3190	7,63	8	8,71	9	1,58	2	1,80	2

Результати проведених розрахунків щодо кількості робочих постів, необхідних для виконання технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР), представлені у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Кількість робочих постів для виконання ТО та ПР

Вид робіт	Річний обсяг робіт, чол.годин	Чисельність робочих постів	
		розрах.	прийняте
Діагностичні	1519	0,40	1
ТО в повному обсязі	8356	2,19	2
Мастильні	1139	0,30	0
Регулювальні по установці кутів керованих коліс	3038	0,80	1
Шиномонтажні	1367	0,36	0
Разом	15420	4,04	4

На основі проведеного аналізу даних із таблиць 1.1–1.4 сформовано рекомендації щодо оптимальної кількості робочих постів для виконання різних видів робіт на станції технічного обслуговування (СТО). У рамках цих рекомендацій передбачається організація наступних постів:

Три робочі пости, що виконуватимуть такі функції:

Діагностика – включає оцінку технічного стану автомобіля перед проведенням обслуговування чи ремонту. [7]

Технічне обслуговування (ТО) – забезпечення виконання всього обсягу робіт, передбачених нормативами.

Мастильні роботи – проведення змащувальних операцій, необхідних для забезпечення справності рухомих частин.

Один спеціалізований пост, що використовуватиметься для виконання:

Регулювання кутів установки керованих коліс – робота, спрямована на забезпечення правильної геометрії керованих коліс для покращення керуваності.

Шиномонтажні роботи – включає зняття, монтаж і балансування коліс.

Розподіл постів на станції технічного обслуговування

$$X_{\text{пв}} = \frac{416 \cdot 1.15}{305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.9} = 0,22$$

Прийняття та передача автомобілів клієнтам раціонально організувати безпосередньо на постах, призначених для діагностичних і технічних обслуговувань. Такий підхід дозволяє оптимізувати використання робочих зон, зменшити час на логістичні операції та забезпечити комплексне виконання всіх необхідних процедур.

Таблиця 1.5 – Розподіл чисельності робітників і кількості робочих постів

Види робіт	Чисельність виробничих робітників								Число робочих постів	
	на постах				на ділянках					
	P_T		P_{III}		P_T		P_{III}		розрах.	прийн.
	розрах.	прийн.	розрах.	прийн.	розрах.	прийн.	розрах.	прийн.		
Діагностичні, ТО в повному обсязі, мастильні	5,45	5	6,22	6	0,00	0	0,00	0	2,88	3
Регулювальні по установці кутів керованих коліс, шиномонтажні	2,18	3	2,49	3	1,58	2	1,80	2	1,15	1
Разом	7,63	8	8,71	9	1,58	2	1,80	2	4,04	4

Розрахунки, виконані для визначення загальної кількості робочих постів, свідчать про необхідність їх раціонального розподілу за видами робіт. Результати представлені в узагальненому вигляді в таблиці 1.6. [17]

Таблиця 1.6 – Розподіл робочих постів за видами впливів

Загальне число робочих постів X_{Σ}	Число постів по видам впливів	
	Діагностичні, ТО в повному обсязі, мастильні	Регулювальні по установці кутів керованих коліс, шиномонтажні
4	3	1

1.3 Розрахунки числа автомобіле-місць очікування і зберігання

Кількість місць для очікування постановки автомобілів на робочі пости технічного обслуговування та ремонту розраховується, виходячи з коефіцієнта 0,5 автомобіле-місця на кожен робочий пост. Згідно з цим розрахунком, необхідна кількість автомобіле-місць визначається наступним чином:

$$X_{\text{оч}} = 4 \times 0,5 = 2 \text{ автомобіле-місця.}$$

Отже, на території СТО передбачається організувати два автомобіле-місця для очікування постановки автомобілів на робочі пости.

$$X_{\text{гот}} = \frac{N_{\text{д}} \cdot T_{\text{пр}}}{T_{\text{в}}} , \quad (1.4)$$

$$N_{\text{д}} = \frac{220 \cdot 2,3 + 245 \cdot 1,6 + 240 \cdot 1,4 + 230 \cdot 1,5 + 235 \cdot 1,7}{305} = 3,18 \text{ заїздів,}$$

$$\text{Отже, } X_{\text{гот}} = \frac{3,18 \cdot 4}{8} = 1,59 = 2 \text{ автомобіле-місця.}$$

На території СТО передбачається облаштувати два автомобіле-місця, призначених для розміщення транспортних засобів, готових до видачі клієнтам. Ці місця забезпечуватимуть зручність організації процесу передачі автомобілів після завершення технічного обслуговування або ремонту, а також сприятимуть ефективному управлінню простором і забезпеченню належного рівня сервісу.

1.4 Визначення складу і площ приміщень

Виробничу площу, яка використовується для розміщення робочих та допоміжних постів, а також автомобіле-місць для очікування і зберігання, розраховують за наступною методикою. Спочатку враховують кількість необхідних робочих постів, допоміжних зон, а також місць для тимчасового очікування та зберігання автомобілів. Для кожного з цих елементів визначають нормативну площу, яка забезпечує комфортне розташування обладнання, персоналу та транспортних засобів. Потім ці площі сумуються з урахуванням проїздів, проходів і зон технічного обслуговування:

$$F = f_a \cdot X \cdot K_{\text{щ}}, \quad (1.5)$$

Площа найбільшого автомобіле-місця в плані: $f_a = 4,5 \cdot 1,8 = 8,1 \text{ м}^2$.

Таблиця 1.7 – Площа виробничих постів

Виробничі пости	Число робочих постів	Площа, м ²
Діагностичні, ТО в повному обсязі, мастильні	3	140
Регулювальні по установці кутів керованих коліс, шиномонтажні	1	64
Разом	4	204

Вибір необхідного обладнання та розрахунок площі здійснюємо за допомогою формули:

$$F_y = f_{об} \cdot K_{\text{щ}} \quad (1.6)$$

Таблиця 1.8 — Перелік технологічного обладнання

№ п/п	Найменування устаткування	Модель	Кіл-сть	Габаритні розміри		Площа, м ²
				довжина	ширина	
1	Візок інструментальний	ТИ-У	3	1000	500	1,50

2	Верстат слюсарний	ВЛД-3Д	3	1390	700	2,92
3	Стелаж для деталей та приладів	ПСТ	2	1570	750	2,36
4	Маслороздавальний бак	RAASM 23024	1	280	330	0,09
5	Установка для збору мастила	RAASM 42065	1	600	420	0,25
6	Стойка	APAC 1606	2	550	650	0,72
7	Вогнегасник	ВП-50	2	Ø 450		0,41
8	Шафа для інструментів	3004	2	1140	400	0,91
9	Пуско-зарядний пристрій	DYNAMIC 520	1	365	460	0,17
10	Установка заправки кондиціонерів	ЕСК 890	1	550	600	0,33
11	Стелаж для мастила	ВВ	1	2000	600	1,20
Площа обладнання						10,85
12	Підіймач двостійковий	KPS 327 Н	2	3500	4500	31,50
13	Машино-місце	-	1	1800	4500	8,10

Площа зони технічного обслуговування, враховуючи необхідне обладнання, розрахована за формулою:

$$F = 10,85 \cdot 2 + (31,5 + 8,1) \cdot 3 = 140,5 \approx 140 \text{ м}^2$$

Таблиця 1.9 — Площа відділень[19]

Найменування відділення	Площа, м ²
Загальна виробнича площа:	204
Адміністративні приміщення:	12
Побутові приміщення:	19
Клієнтська	11
Загальна розрахункова площа приміщень СТО:	246

1.5 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра

Оптимізація технологічних процесів заміни приводного валу колеса CHERY Tiggo5, розробка вдосконалених конструкторських рішень для механізмів затискання деталей, а також дослідження впливу різних систем автомобіля на його паливну ефективність.

Описати пристрій приводного валу колеса CHERY Tiggo5, виявити ключові елементи та їх функції. Оцінити обладнання, необхідне для проведення технологічних процесів заміни валу, зокрема устаткування для демонтажу та монтажу валу. Розробити детальний технологічний процес заміни лівого приводного валу, включаючи підготовчі, основні та заключні етапи роботи.

Обґрунтувати необхідність проведення конструкторських змін на основі аналізу існуючих проблем і потреб. Проектування силової установки для підйомника, розрахунок необхідної міцності та ефективності. Описати пристосування для затискання деталей, їх призначення та принцип дії. Провести розрахунок елементів пристосувань, визначити оптимальні матеріали та розміри.

Дослідити, як системи автомобіля впливають на паливну економічність CHERY Tiggo5, використовуючи різні методики тестування. Аналізувати сили, що діють на обертові колеса під час руху, їх вплив на знос та динаміку автомобіля.

Підвищення ефективності обслуговування, покращення паливної економічності та зниження вартості виробництва і технічного обслуговування автомобіля через впровадження вдосконалених конструкторських рішень і технологічних процесів.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Пристрій валу привода колеса CHERY Tiggo5

Приводний вал – це ключовий компонент трансмісії автомобіля, призначений для передачі крутильного моменту від диференціала до ведучого колеса. Його функція полягає у забезпеченні рухомого зв'язку між двигуном і ведучими колесами, сприяючи ефективній передачі зусилля, що необхідно для руху автомобіля. При цьому вал зберігає можливість повороту коліс, зменшує вібрації на кермі та запобігає ривкам під час руху.

На автомобілі CHERY Tiggo5 конструкція приводного валу (рис. 2.1) включає два шарніри – зовнішній і внутрішній, що є шарнірами рівних кутових швидкостей (ШРКШ), а також сам вал. Для фіксації шарнірів на обох кінцях валу виконуються спеціальні шліцьові з'єднання та канавки для стопорних кілець, що забезпечують надійність кріплення. [14]

Основні причини пошкоджень приводних валів. У процесі експлуатації автомобіля приводний вал зазнає значних навантажень, особливо під час руху по нерівних або розбитих дорогах, а також при пересуванні бездоріжжям. Ризик пошкоджень зростає у таких ситуаціях:

Різкі повороти на високій швидкості. Це створює підвищений крутильний момент, який впливає на шарніри. Старт з вивернутими колесами. Подібні дії збільшують навантаження на механізми валу.

Їзда по розбитих дорогах. Нерівності дорожнього покриття спричиняють ударні навантаження, що можуть викликати швидкий знос компонентів валу.

Таким чином, надійна експлуатація та обслуговування приводного валу є важливими умовами для забезпечення довговічності автомобіля та комфортного руху.

Приводний вал є довговічною і надійною складовою автомобіля, однак його поломки не виключені. Основними причинами виходу валу з ладу є:

Зношення пильовиків; Пошкодження кульових з'єднань.

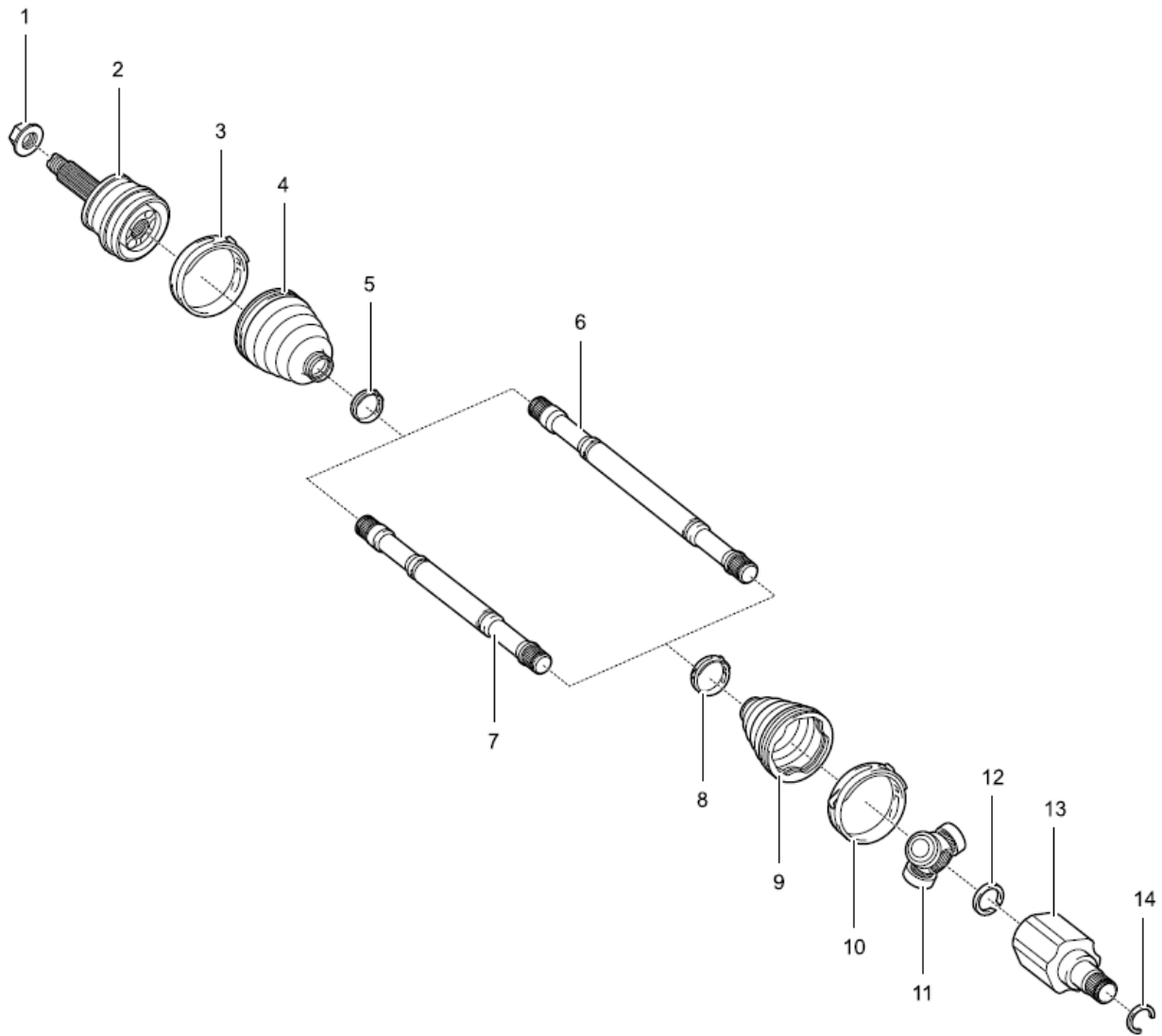


Рисунок 2.1 – Пристрій валу привода колеса CHERY Tiggo5:

У процесі експлуатації автомобіля мастило в шарнірі рівних кутових швидкостей (ШРКШ) нагрівається, змінюючи свою консистенцію, і під дією відцентрових сил може витікати через пошкоджений пильовик. У результаті через мікротріщини або розриви в пильовику до шарніра проникає волога, яка поступово вимиває залишки мастила і провокує корозійні процеси. Крім того, пил і бруд, що потрапляють до вузла, стають абразивним середовищем, що прискорює зношення елементів шарніра і зрештою робить ШРКШ непридатним для використання.

Ще однією проблемою може стати розбובтування шліцьових з'єднань або їх пошкодження, що може призвести до поломки приводного валу.

Описані несправності можуть виникати як через випадкові обставини, так і внаслідок тривалого або недбалого використання автомобіля. Зокрема, недостатня увага до технічного обслуговування, несвоєчасна заміна пошкоджених пильовиків і ігнорування ознак несправностей можуть значно прискорити вихід приводу з ладу.

2.2 Опис обладнання технологічного процесу

ля виконання заміни приводного валу автомобіля CHERY Tiggo5 застосовується спеціалізоване технологічне обладнання, яке забезпечує точність і зручність проведення робіт. Основним пристроєм у цьому процесі є двостійковий підйомник із нижньою синхронізацією вантажопідйомністю 4,0 т, модель PWR-240A-220 від виробника POWERLIFT (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Підйомник 2-х стійковий 4,0 т з нижньою синхронізацією 220В
PWR-240A-220 POWERLIFT

Даний підйомник працює від мережі з напругою 220 В, що забезпечує його універсальність для різних типів сервісних станцій. Конструкція із двома стійками дозволяє рівномірно розподілити навантаження, забезпечуючи безпеку робіт із підняттям автомобіля. Наявність нижньої синхронізації сприяє

стабільності підйому, а також зручному доступу до нижньої частини автомобіля для проведення заміни приводного валу. [6]

Таке обладнання є обов'язковим елементом оснащення сучасних станцій технічного обслуговування, оскільки воно дозволяє виконувати роботи з максимальною ефективністю та забезпечувати якісне технічне обслуговування.

Набір інструментів Torptul GCAI150R 1/2", 1/4" (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Набір інструментів Torptul GCAI150R 1/2", 1/4"

Комплектація інструментів включає широкий асортимент пристроїв, необхідних для технічного обслуговування та ремонту автомобільних вузлів і механізмів. Розглянемо склад комплекту:

Торцеві головки з приєднувальним квадратом 1/2 дюйма:

Набір із 20 одиниць, розміри від 8 до 32 мм.

Головки E10-E20 — 6 одиниць.

Довгі торцеві головки — 5 одиниць, розміри від 14 до 22 мм.

Торцеві головки з приєднувальним квадратом 1/4 дюйма:

Набір із 12 одиниць, розміри від 4 до 13 мм.

Головки E4-E8 — 5 одиниць.

Довгі торцеві головки — 8 одиниць, розміри від 6 до 13 мм.

Свічкові головки 1/2 дюйма:

На 16 і 21 мм.

Насадки 5/16 дюйма:

32 мм PH3 для ударної викрутки.

HEX L-30 мм на 12 і 14 мм.

TORX T45 і T50, L-30 мм.

Набори біт:

4 комплекти, кожен по 7 одиниць:

HEX від 2 до 8 мм.

SL від 4x0,5 до PZ2.

Torx T10-T40 (з отвором і без).

Два тримачі для біт: 1/4x1/4 і 1/2x5/16.

Комірці:

На 1/4 дюйма: два по 115 мм (з плаваючою головкою та викруткою з гумовою ручкою).

На 1/2 дюйма: Г-подібний 260 мм і шарнірний 380 мм.

Додаткові інструменти:

П'ять зубил і виколоток.

Г-подібні шестигранники, 7 одиниць, розміри від 2,5 до 10 мм.

Хром-молібденові бокорізи та плоскогубці з прогумованими рукоятками.

Нікельовані кліщі з фіксатором і регулюванням розміру.

Ключі:

Тріскачки на 1/2 і 1/4 дюйма (36 зубців).

Подовжувачі:

Два на 1/4 дюйма: 50 і 100 мм.

Гнучкий подовжувач 1/4 дюйма, довжина 150 мм.

Два на 1/2 дюйма: 125 і 250 мм.

Сімнадцять комбінованих ключів (6-24 мм).

Чотири розрізні ключі.

Викрутки:

Три шліцьові: 6,5x25 мм, 6,5x150 мм, 5,5x100 мм.

Три хрестоподібні: PH1x80 мм, PH2x25 мм, PH2x100 мм.

Інші інструменти:

Кардани на 1/2 і 1/4 дюйма.

Перехідник з 3/8 на 1/2 дюйма.

Молоток масою 500 грамів.

Цей набір обладнання відповідає сучасним вимогам до технічного обслуговування автомобілів і дозволяє виконувати широкий спектр ремонтних робіт.

Динамометричний ключ з двосторонньою дією моделі TOPTUL DT-340I4 (рис. 2.4) являє собою високоточний інструмент, призначений для контролю та регулювання моменту затягування різьбових з'єднань.



Рисунок 2.4 – Динамометричний ключ двосторонньої дії TOPTUL DT-340I4

2.3 Опис технологічного процесу заміни лівого приводного валу

Процедура зняття лівого приводного валу. Підготовка до зняття валу:

Поїздка на сервісний пост.

Налаштування керма для руху прямо.

Вимкнення всіх електричних систем і запалювання.

Демонтаж колеса:

Спочатку слабкими обертаннями ключа послабити, але не знімати, болти кріплення колеса.

Підйом автомобіля на підйомнику.

Остаточне відвертання болтів та зняття лівого переднього колеса.

Злив мастила з трансмісії:

Розміщення ємності під коробку передач для збору мастила.

Відкручування зливної пробки (маркована стрілкою на схемі, див. рис. 2.5) за допомогою гайкового ключа.

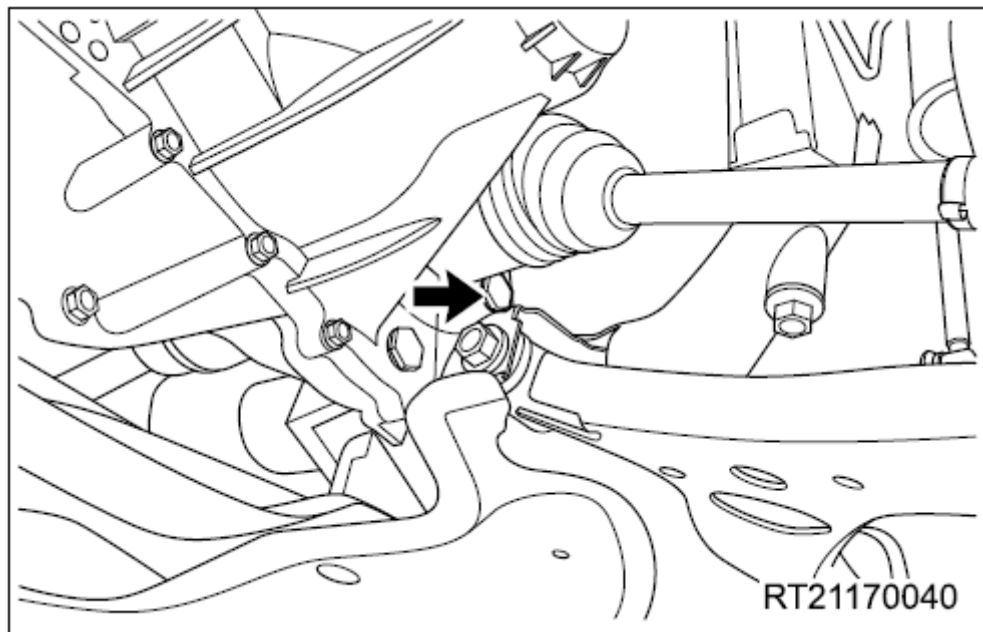


Рисунок 2.5 – Заливна пробка КПП.

Процес зняття приводного валу переднього лівого колеса

Відкручування пробки зливного отвору:

За допомогою гайкового ключа відкрутити пробку зливного отвору, яка позначена стрілкою на схемі (див. рис. 2.6).

Зняття гайки кріплення приводного валу:

Розслаблення гайки кріплення приводного валу переднього лівого колеса. Для цього може знадобитися застосування зубила і молотка, щоб відігнути край буртика гайки (див. рис. 2.7).

Відвертання гайки кріплення валу колеса, в той час як педаль гальма знаходиться в натиснутому стані (див. рис. 2.8).

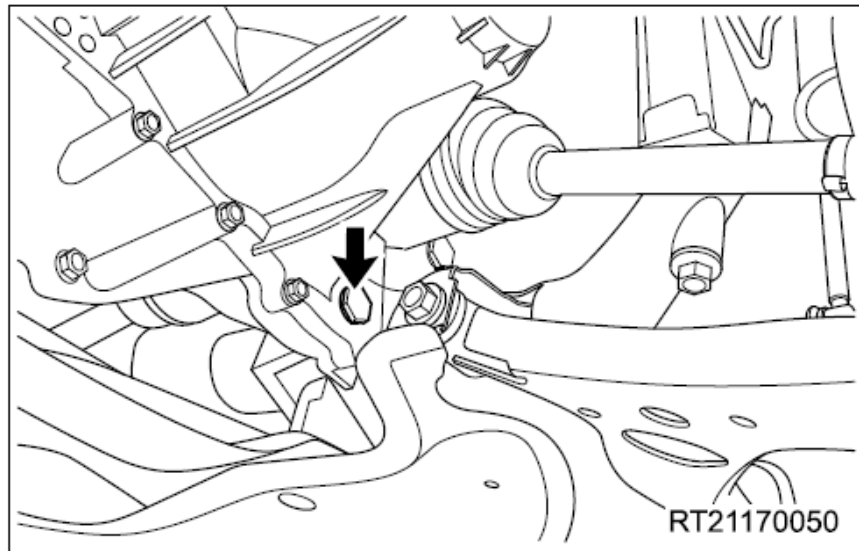


Рисунок 2.6 – Зливна пробка КПП.

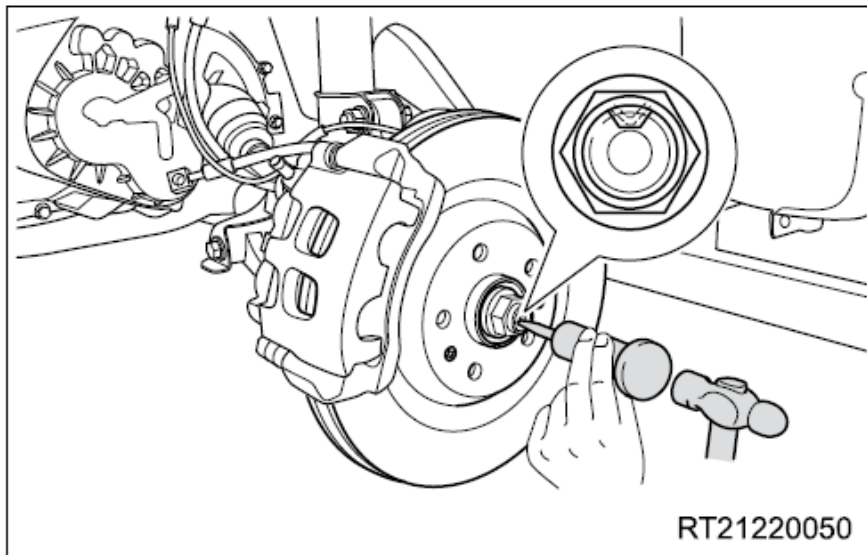


Рисунок 2.7 – Відгинання краю буртика гайки.

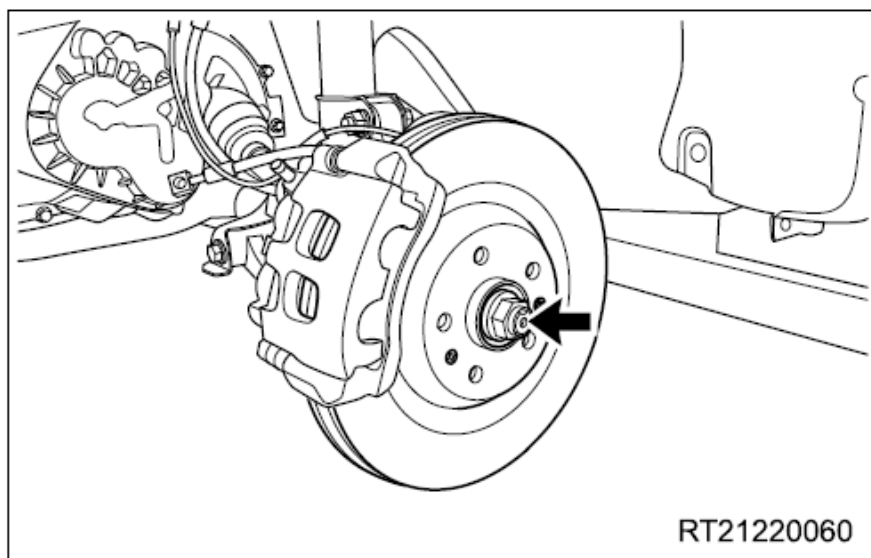


Рисунок 2.8 – Відкручування гайки.

Кроки для зняття приводного валу колеса. Від'єднання електричних і гідравлічних з'єднань:

Ретельно відключити джгут проводів датчика швидкості обертання переднього лівого колеса. Це необхідно для запобігання пошкодженням електричної системи під час демонтажу валу.

Обережно від'єднати шланг гальмівного механізму переднього лівого колеса, щоб уникнути витіку гальмівної рідини та запобігти введенню повітря в систему.

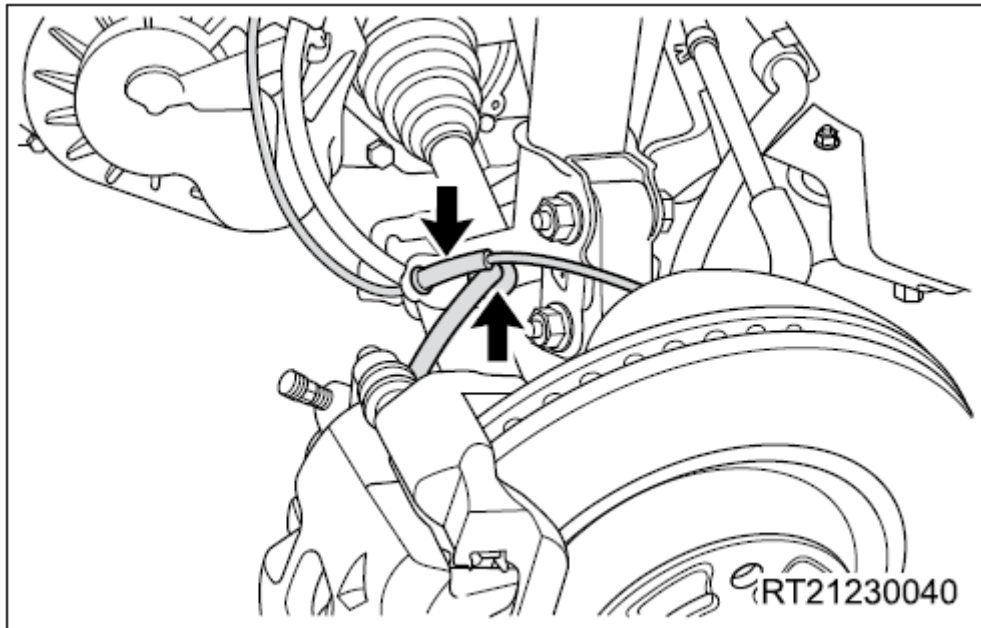


Рисунок 2.9 – Від'єднання джгута проводів датчика швидкості.

Інструкція з демонтажу датчика швидкості обертання колеса. Підготовка до роботи. Забезпечте безпечне положення автомобіля на підйомнику чи на іншому обладнанні, що забезпечує доступ до колісної архітектури.

Локалізація болта кріплення. Візуально визначте місце розташування болта, що утримує датчик швидкості обертання переднього лівого колеса. Зазвичай, він вказаний стрілкою для зручності розпізнавання (див. рис. 2.10).

Відкручування болта. За допомогою підходящого гайкового ключа або викрутки обережно відверніть болт кріплення. Будьте уважні, щоб не пошкодити головку болта та сам датчик.

Від'єднання датчика швидкості обертання. Після відвертання болта обережно від'єднайте датчик швидкості обертання. Зверніть увагу на те, щоб не пошкодити проводку та конектор датчика.

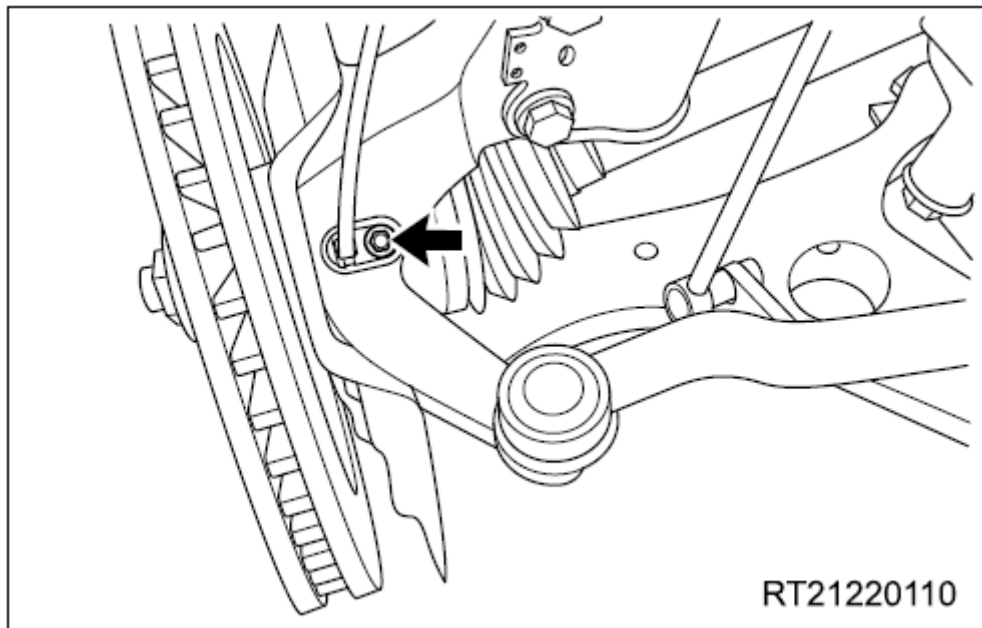


Рисунок 2.10 – Відвертання болта кріплення датчика швидкості.

Переконайтеся, що автомобіль надійно зафіксовано на підйомнику або на стенді. Забезпечте доступ до передньої частини автомобіля та відповідних елементів підвіски. [10]

Огляньте область передньої лівої амортизаторної стійки та знайдіть гайки і болти, які її фіксують до поворотного кулака переднього лівого колеса. Для зручності у розпізнаванні цих елементів кріплення, вони можуть бути позначені на рис. 2.11.

Використовуючи гайковий ключ або рожковий ключ відповідного розміру, обережно відверніть гайки та болти кріплення. Під час цієї операції необхідно звертати увагу на збереження різьби та стан кріпильних елементів.

Після відкручування всіх кріпильних елементів, акуратно від'єднайте амортизаторну стійку від поворотного кулака, вживаючи заходів, щоб не пошкодити інші компоненти підвіски або гальмівної системи.

Обережно вставте кінець монтажного інструмента між приводним валом і його кріпленням. Використовуйте монтажну лопатку для акуратного відділення валу від шестерні або ступиці колеса, згідно з вказівками на рис. 2.12.

Важливо діяти обережно, щоб не пошкодити деталі приводу та близько розташовані компоненти.

Після зняття валу проведіть його огляд на предмет зносу або пошкоджень. Зверніть увагу на стан шарнірів, пильовиків та кріпильних елементів.

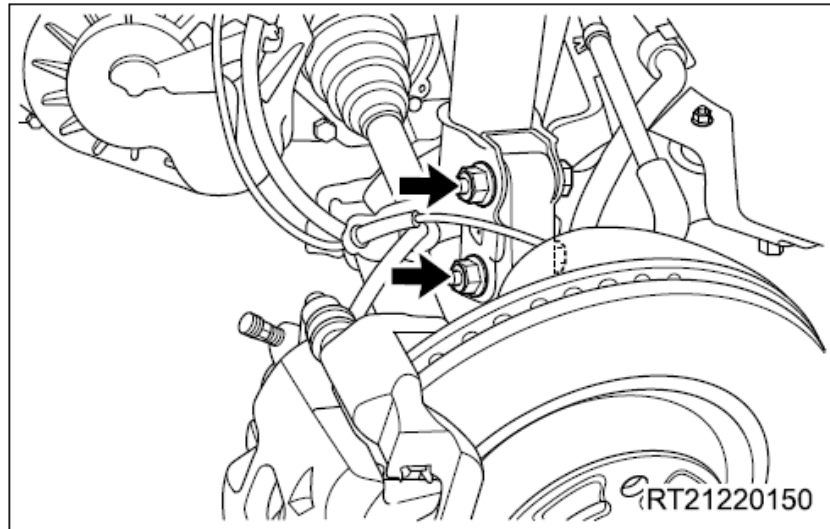


Рисунок 2.11 – Відвертання болтів кріплення амортизаторної стійки.

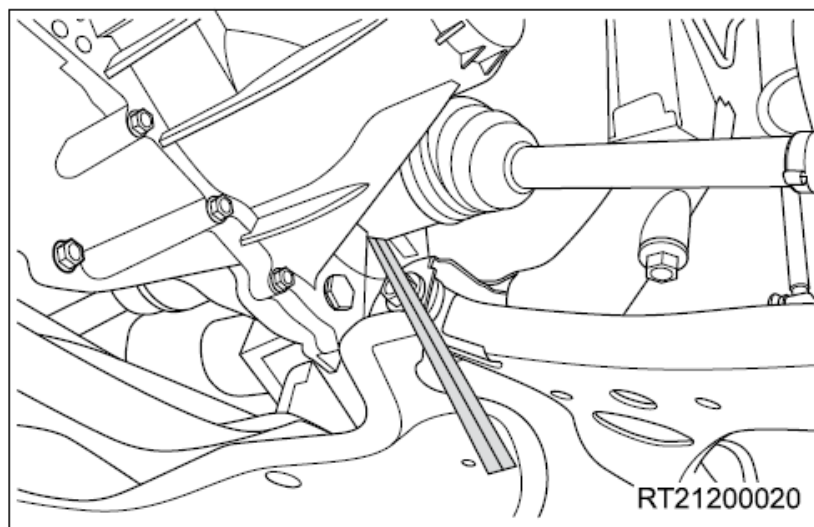


Рисунок 2.12 – Зняття валу приводу колеса.

Використовуючи підготовлені інструменти, акуратно захопіть кінець установчого кільця. Обережно потягніть кільце, щоб звільнити його з кріплення, як показано на рис. 2.13.

Уникайте застосування надмірної сили, щоб не пошкодити кільце або отвір, з якого воно знімається.

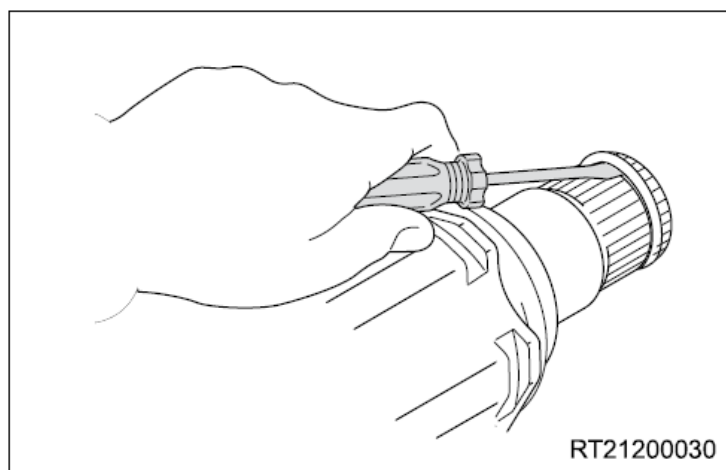


Рисунок 2.13 – Зняття установочного кільця

Інструкція з установки лівого приводного валу.

Перед початком установки впевніться, що місце кріплення чисте і підготовлене.

Встановіть установче кільце відповідно до рис. 2.13.

Обережно встановіть вал приводу колеса згідно з рис. 2.12.

Затягніть гайки та болти кріплення передньої лівої амортизаторної стійки до поворотного кулака переднього лівого колеса до моменту затягування 180 Нм, як показано на рис. 2.11.

Закрутіть болт кріплення датчика швидкості обертання переднього лівого колеса до поворотного кулака, як показано на рис. 2.10, і обережно під'єднайте датчик. Момент затягування становить 20 Нм.

Під'єднайте джгут проводів та шланг гальмівного механізму переднього лівого колеса згідно з рис. 2.9.

Закрутіть гайку кріплення валу приводу переднього лівого колеса. Під час затягування утримуйте педаль гальма, момент затягування — 300 Нм (рис. 2.8).

За допомогою зубила та молотка зафіксуйте край буртика гайки, як показано на рис. 2.7.

Перед заливанням олії встановіть нову шайбу на зливну пробку і вкрутіть її на місце з моментом затягування 40 Нм (рис. 2.6).

За допомогою заправного пристосування залийте оливу в коробку передач до рівня заливного отвору (рис. 2.14).

Після завершення заливки олії вкрутіть зливну пробку з новою шайбою з моментом затягування 40 Нм (рис. 2.5). [16]

Нанесіть антикорозійний склад на привалочну поверхню колеса. Встановіть колесо, вкрутіть та затягніть болти кріплення вручну для початкового кріплення.

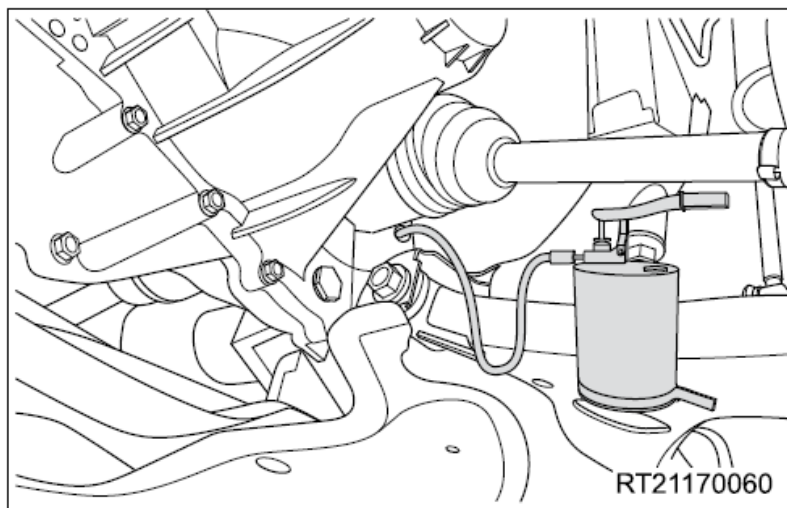


Рисунок 2.14 – Заправка оливою КПП.

Акуратно опустіть автомобіль з підйомника, переконавшись, що всі інструменти та обладнання видалено з-під машини.

Використовуючи динамометричний ключ, затягніть болти кріплення коліс до моменту затягування 110 Нм. Перевірте кожен болт, щоб забезпечити надійність та безпеку кріплення коліс.

Поверніть ключ в замку запалювання для активації електричної системи автомобіля. Перевірте, чи працюють всі панельні індикатори та прилади правильно.

Обережно виїжджайте з поста технічного обслуговування. Перевірте реакцію автомобіля на кермове управління та гальмівні системи під час перших метрів руху, щоб впевнитися у їх коректній роботі після ремонтних робіт.

Цей комплексний підхід забезпечить не тільки коректне завершення технічного обслуговування, але й безпеку подальшої експлуатації автомобіля. Важливо виконувати всі кроки з особливою увагою та акуратністю.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

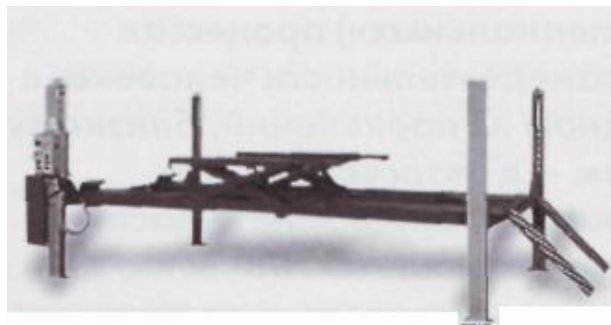
3.1 Обґрунтування доцільності проведення конструкторських розробок

Виконання технічного діагностування на спеціалізованому посту для легкових автомобілів вимагає не лише використання сучасного діагностичного устаткування, такого як стенди, прилади для вимірювань та інші спеціальні інструменти, але й забезпечення оптимального доступу до всіх необхідних вузлів авто. Часто доступ до ключових компонентів, таких як генератор, стартер, насос гідропідсилювача чи насос системи кондиціонування, ефективніше реалізувати знизу, а не зверху. Це зумовлює необхідність використання спеціалізованих стендів або підйомників, що дозволяють регулювати положення автомобіля у вертикальному напрямку для полегшення доступу та роботи технічних фахівців.

На сучасному ринку технологічного обладнання для автосервісів представлений широкий спектр підйомних стендів різних конструкцій та виробників, включаючи як вітчизняні, так і імпорتنі моделі (див. рис. 3.1).



а)



б)

Рис. 3.1. - Найбільш поширені конструкції стаціонарних підйомників для зміни просторового положення легкових автомобілів:

А) Двостійкові електрогідравлічні та електромеханічні підйомники: Ці системи забезпечують надійне підняття автомобілів з мінімальними вимогами до простору, ідеальні для проведення швидких ремонтних робіт, включаючи заміну коліс та гальмових систем. Б) Чотирьохстійкові електрогідравлічні та

електромеханічні підйомники із траверсою і рухомими площинами: Ці установки відмінно підходять для робіт, які потребують стабільності автомобіля на висоті і доступу до нижніх його частин. Вони надають додаткову безпеку та гнучкість при виконанні складних технічних обслуговувань чи діагностики.

Особливістю функціонування діагностичних постів для легкових автомобілів є варіативне використання спеціалізованого обладнання. За статистикою, загальний час використання підйомників на таких постах не перевищує 30% від загального робочого часу.

Для забезпечення ефективності роботи на діагностичному посту критично важливим є забезпечення вільного доступу до обладнання, а також наявність достатньої кількості вільного простору для його маневрування. Більшість діагностичних пристроїв мають мобільність, тому часто їх розташовують безпосередньо біля автомобіля, що перевіряється. [11]

Під час вибору типу підйомника для такого посту, особливу увагу слід звернути на компактність обладнання в складеному стані. Наприклад, оптимальним вибором може стати підлоговий підйомник, який не має вертикальних стійок у складеному стані, що дозволяє максимально ефективно використовувати робочий простір (рис. 3.2).

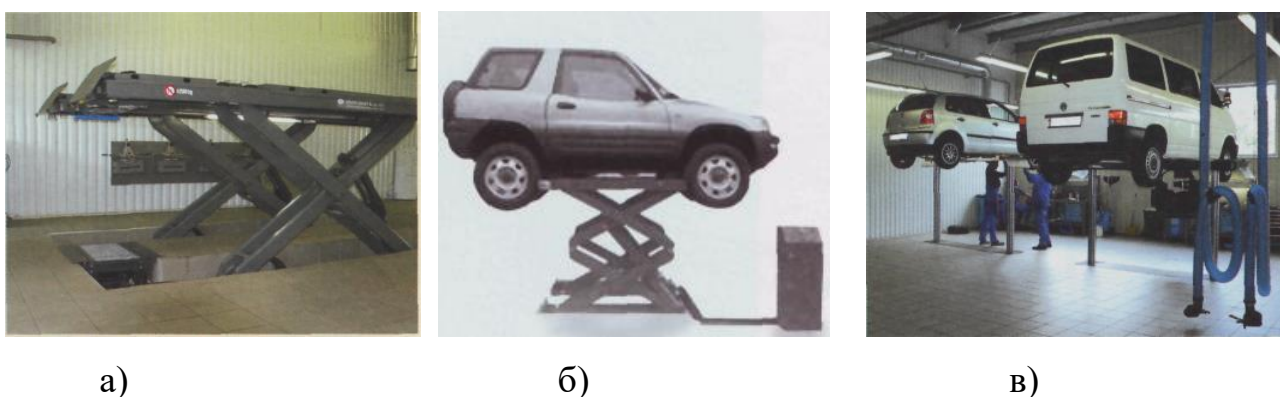


Рис. 3.2. - Конструкції стаціонарних безстійкових підлогових підйомників для зміни просторового положення легкових автомобілів:

а) Підйомники ножицевого типу – це універсальні системи, ідеально підходять для ремонтних і діагностичних робіт, що потребують швидкого та зручного доступу до нижньої частини автомобіля. Вони компактні в

складеному стані, що забезпечує економію простору. б) Підйомники подвійного ножицевого типу – характеризуються підвищеною вантажопідйомністю і забезпечують більшу висоту підйому. Ці підйомники ідеально підходять для сервісів, які виконують комплексні ремонти та обслуговування важкої техніки. в) Плунжерні підйомники – відрізняються тим, що мають максимально відкритий доступ до автомобіля з боків, оскільки конструктивно складаються з одного або декількох плунжерів, що рухаються вертикально. Це робить їх ідеальними для використання у місцях, де критично важлива зручність доступу до боків автомобіля, наприклад, при роботах з боковими частинами або при встановленні великих деталей.

Одним із ключових аспектів, який слід враховувати при виборі підйомного обладнання, є його вантажопідйомність. Багато підйомників, що виробляються в Україні, мають ліміт вантажопідйомності у діапазоні від 3 до 4 тонн, що не задовольняє потреби обслуговування важчих автомобілів, таких як ті, що належать до бізнес-класу. Для цієї категорії авто потрібно обладнання з мінімальною вантажопідйомністю 5-6 тонн, яке здебільшого постачається з-за кордону відомими виробниками з Німеччини, Італії, США та інших країн, та часто супроводжується високою ціною.

Широкий спектр підйомників пропонують такі компанії, як "CONSUL" з Італії, "MAXA" з Німеччини, та "BOSCH" також з Німеччини. У контексті вибору найоптимальнішого варіанту, важливо врахувати техніко-економічні показники цих стендів, які були детально проаналізовані та порівняні у подальшому дослідженні.

3.2 Конструкція та розрахунок силової установки підйомника

Основним умовою, яку висуває виробник підйомного обладнання, є використання електрогідравлічного приводу в поставленому обладнанні. Засновані на цьому, ми проводимо розробку комплексної схеми для силової установки. Визначальним елементом установки обрано масляний насос

високого тиску. Аналізуючи різноманітність насосних конструкцій, шестеренні насоси виявилися найбільш ефективними через свою доступність, відсутність потреби у частій регуляції, надійність, тривалий термін служби, а також різноманітність розмірів.

Привід для масляного насосу високого тиску реалізується через електромотор 1 (див. рис. 3.3), з'єднаний із шестеренним насосом за допомогою гнучкої муфти 2, що захищає від можливих механічних перешкод. Підшипникова опора 3 забезпечує стабільну фіксацію насоса та балансування приводного валу. З огляду на безпосередній привід насосу, важливо узгодити швидкісні характеристики електродвигуна і насоса для оптимальної роботи системи.

Далі відбувається розрахунок та вибір конкретного типу і розміру насоса, що має генерувати потрібний тиск у системі підйомника.

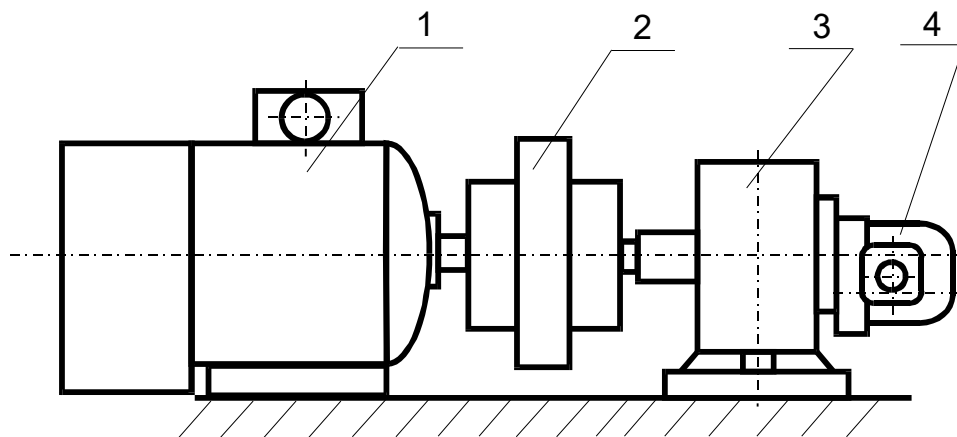


Рис. 3.3. - Схема силової установки підйомника.

Для забезпечення потрібного тиску в напірній магістралі підйомника, згідно із технічними специфікаціями, обрано шестеренний насос високого тиску моделі НШ-32У-2. Визначаючи оптимальні параметри для гідравлічного насосу, початковим кроком є розрахунок ефективності цієї установки. Основою для розрахунків служить коефіцієнт корисної дії, який визначається за наступною формулою:

На основі розрахунків ККД можемо підібрати електродвигун, що забезпечить достатній оборотний момент для насоса відповідно до схеми

силової установки, яка зображена на рисунку 3.2. Вибір потужності двигуна та його обертової частоти має бути синхронізований з робочими параметрами шестеренного насосу для забезпечення ефективної роботи всієї системи.

$$\eta = \eta_{on}^2 \cdot \eta_m \cdot \eta_{нас}, \quad (3.1)$$

Приймаємо $\eta_m = 0,98$. $\eta_{on} = 0,99$; $\eta_{нас} = 0,875$.

Розрахунок ККД допомагає в ідентифікації потенційних втрат потужності та недоліків в системі.

$$\eta = 0,99^2 \cdot 0,98 \cdot 0,875 = 0,84.$$

Визначення потужності двигуна, що необхідна для ефективної роботи насоса НШ-32У-2, базується на аналізі споживаної потужності насоса. Спочатку необхідно врахувати загальну продуктивність насоса та його енергетичну вимогливість, а також тип робочої рідини та умови її руху через насосну систему $N_{нас} = 4,5 \text{ кВт}$:

Для визначення оптимальної потужності двигуна, яка забезпечить належну роботу стенду, спершу аналізуємо технічні характеристики устаткування, що має бути обслуговуване. Основні параметри, які необхідно врахувати, включають максимальне навантаження, що витримує стенд, та ефективність передачі енергії між насосом і двигуном:

$$P_{дв} = \frac{P_p}{\eta} = \frac{4,5}{0,84} = 5,35 \text{ кВт}. \quad (3.2)$$

За отриманою величиною потужності двигуна вибираємо двигун марки 4АМ112М4У3, який має наступні характеристики:

$$N_{дв} = 5,5 \text{ кВт}, n_{ном} = 1445 \text{ об/хв}.$$

Визначення найбільш підходящого електродвигуна відіграє ключову роль у забезпеченні ефективності та довговічності підйомника. Обрані параметри електродвигуна, включаючи потужність та обороти, цілком відповідають вимогам нашої системи, забезпечуючи оптимальне співвідношення між продуктивністю та енергоспоживанням.

Для гарантування стабільної та надійної роботи підйомного обладнання, ми здійснюємо його оснащення двома гідравлічними циліндрами, відповідно до встановлених норм і стандартів виробництва. Це забезпечує збалансоване розподілення сил і допомагає уникнути передчасного зносу компонентів.

Для забезпечення оптимальної ефективності та безпеки роботи гідравлічного підйомника, ми проводимо детальний аналіз і розрахунок параметрів силових гідравлічних циліндрів. Вихідні дані для розрахунків включають тиск, який створюється у напірній магістралі за допомогою силового приводу, а також конструктивні особливості самих циліндрів.

З огляду на вантажопідйомність підйомника у 5,0 тонн, кожен з гідравлічних циліндрів повинен забезпечувати вантажопідйомність мінімум у 2,5 тонн. Для досягнення цих показників, ми проведемо розрахунки, спираючись на наступні характеристики:

Максимальна швидкість поршня: Розглядаємо час підйому платформи підйомника, який складає 25 секунд, з подальшим висуванням штока з циліндру на відстань 1,2 метра. Це означає, що хід штока становить 1,2 метра. Враховуючи ці дані, швидкість висування штока і відповідно швидкість ходу поршня буде розраховуватися як відношення відстані висування штока до загального часу підйому:

$$V_n = \frac{L}{t} = \frac{1,2}{16,5} = 0,073 \text{ м/с}. \quad (3.3)$$

2. Хід штоку гідрциліндру - $L = 1,2 \text{ м}$.
3. Час розгону поршня при прямому ході - $f = 0,02 \text{ с}$.
4. Тиск у напірній лінії системи - $P = 6,0 \text{ МПа}$.
5. ККД циліндра - $\eta = 0,95$.

Приймаємо величину зусилля, яке розвиває гідравлічний циліндр

$$P_{n\partial} = P_{cm} = 25 \text{ кН}.$$

Для визначення сили інерції поршня під час розгону ми використовуємо основні параметри руху поршня у гідравлічному циліндрі. Розрахунок цієї сили залежить від маси поршня, швидкості його руху та прискорення:

$$P_{in} = \frac{25000}{9,81 \cdot 0,02} 0,073 = 9301,7 \text{ Н.}$$

Фактична сила:

$$P_{\phi} = P_{cm} + P_{in}, \quad (3.4)$$

$$P_{\phi} = 25000,0 + 9301,7 = 34301,7 \text{ Н}$$

Розрахункове зусилля:

$$P_p = \frac{P_{\phi}}{\eta} = \frac{34301,7}{0,95} = 36107,1 \text{ Н.} \quad (3.5)$$

Для визначення внутрішнього діаметра гідроциліндра використовуємо таку формулу:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P_p}{P \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 36107,1}{6,0 \cdot 3,14}} = 117,6 \text{ мм.} \quad (3.6)$$

Отримане значення округлюємо до стандартного значення. Приймаємо $D_{\phi} = 125,0 \text{ мм.}$

Визначаємо діаметр штоку циліндра:

$$d_{um} = D \cdot (0,2 \dots 0,7); \quad (3.7)$$

$$d_{um} = 125,0 \cdot 0,288 = 36,0 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_{um} = 36 \text{ мм.}$

Визначаємо товщину стінки циліндра:

$$\delta_{cm} = \frac{D}{2} \sqrt{\frac{[\sigma]_p + 1,2P}{[\sigma]_p - 1,2P}} - 1, \quad (3.8)$$

$$[\sigma]_p = 180 \text{ МПа}, P = 6,0 \text{ МПа.}$$

$$\delta_{cm} = \frac{125}{2} \sqrt{\frac{180 + 1,2 \cdot 6,0}{180 - 1,2 \cdot 6,0}} - 1 = 12,9 \text{ мм.}$$

Приймаємо $\delta_{cm} = 13,0 \text{ мм.}$

Для визначення потужності гідроциліндра при статичному навантаженні важливо знати, що потужність у гідравлічних системах вираховується як добуток робочого тиску на потік рідини через систему. Проте, якщо циліндр

знаходиться під статичним навантаженням (тобто рух поршня відсутній), потік рідини відсутній, а отже, потужність, що споживається, зводиться до нуля. Втім, для забезпечення підтримки навантаження без руху, головним параметром є робочий тиск, що забезпечує необхідну силу:

$$N = P_{cm} \cdot V = 25000 \cdot 0,073 = 1825 \text{ Вт} = 1,83 \text{ кВт}. \quad (3.9)$$

Визначаємо витрату робочої рідини в гідроциліндру:

$$Q = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}; \quad Q = 0,073 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,125^2}{4} = 0,00046 \text{ м}^3 / \text{с}. \quad (3.10)$$

Знаходимо перепад тиску в гідроциліндрі:

$$\Delta P = \frac{P_{\phi}}{S \cdot \eta_m}, \quad (3.11)$$

$$\Delta P = \frac{4 \cdot 34301,7}{3,14 \cdot 125^2 \cdot 0,95} = 5,6 \text{ МПа}.$$

3.3 Призначення та принцип дії пристосування для затискання деталей

Різноманітність завдань, які виникають під час технічного обслуговування, ремонту та діагностики автомобілів, зумовлює необхідність використання універсального обладнання, а також широкого спектру спеціальних пристосувань та інструментів. Впровадження різних пристосувань сприяє зростанню продуктивності праці, підвищенню якості продукції та розширенню технологічних можливостей обладнання, а також полегшує умови праці та збільшує безпеку робітників.

У цій дипломній роботі представлено конструкцію пневматичних лещат, використання яких дозволяє скорочувати час виконання слюсарних, розбірних та складальних робіт, асоційованих з технологічними процесами технічного обслуговування та ремонту автобусів.

Запропоноване у дипломному проекті пристосування для фіксації деталей використовується під час технічного сервісу та ремонту автобусів, дозволяючи

затиснути різноманітні деталі. Його ключова перевага полягає у зменшенні часу, необхідного для затискання деталей, що значно покращує умови праці слюсарів.

Конструктивно пристосування складається з пневматичного циліндра, який генерує необхідну силу для затискання. Ця сила передається на рухомий зажим за допомогою важеля. Основа пристосування включає корпус, прижимні пластини та змінні губки, що дозволяє адаптувати його під різні задачі. На ілюстрації 3.4 представлений загальний вигляд цього пристосування.

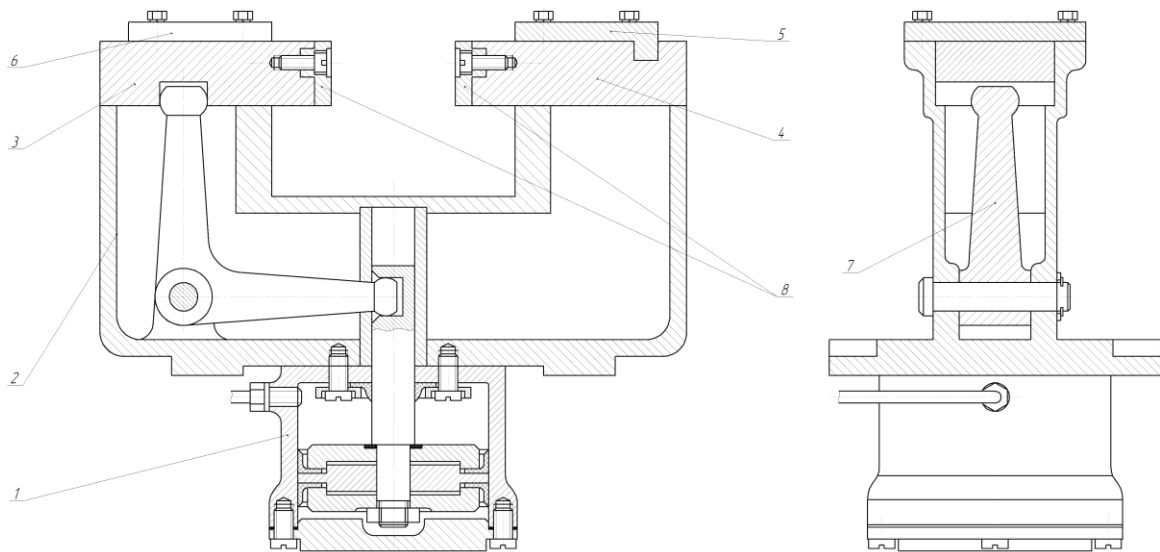


Рисунок 3.4 – Пристосування для затискання деталей

1 – пневмоциліндр, 2 – корпус, 3 – зажим рухомий, 4 – зажим нерухомий, 5 – притискна пластина нерухомого зажиму, 6 – притискна пластина рухомого зажиму, 7 – важіль, 8 – змінні губки. [5]

Принцип дії цього пристосування базується на використанні пневмоциліндра, який підключається до системи подачі стиснутого повітря. Для затискання деталі її розміщують між губками пристосування. Запуск подачі стиснутого повітря активує пневмоциліндр: повітря тисне на поршень, який висуває шток вниз. Шток через важіль передає рух рухомому затискачу, який зміщується, надійно фіксуючи деталь між губками. Затиск зберігається, поки триває подача повітря. Після зупинки подачі повітря поршень повертається у вихідне положення, що дозволяє послабити та звільнити деталь. Цей процес можна повторювати відповідно до потреби.

Зміна губок на губки з іншою конфігурацією дозволяє затискати деталі різної форми. Також, регулюючи тиск у пневмосистемі, можна точно контролювати силу затискання, що забезпечує велику гнучкість використання пристосування та покращує умови праці операторів. [2] [3] [4]

3.4 Розрахунок елементів пристосувань

Для розрахунку діаметра пневмоциліндра, необхідного для досягнення максимального зусилля, використовується наступна формула:

$$P_u = p \cdot \frac{\pi \cdot d_u^2}{4} . \quad (3.12)$$

Для визначення діаметра пневмоциліндра потрібно взяти до уваги:

$$d_u = \sqrt{\frac{4 \cdot P_u}{p \cdot \pi}} , \quad (3.13)$$

$$P_u = 8000 \text{ Н}; p = 0,2 \text{ Н/мм}^2.$$

$$d_u = \sqrt{\frac{4 \cdot 8000}{0,2 \cdot \pi}} = 225 \text{ мм.}$$

З огляду на конструктивні особливості та стандартизовані серії діаметрів, обираємо діаметр пневмоциліндра d_u рівний 240 мм. На основі цього діаметра розраховуємо зусилля, яке може генерувати пневмоциліндр.:

$$P_u = \left(\frac{\pi \cdot 240^2}{4} - \frac{\pi \cdot 54^2}{4} \right) \cdot 0,2 = 8045 \text{ Н} \approx 8 \text{ кН.}$$

Для визначення площі перетину поршня пневмоциліндра необхідно використати формулу площі круга. Знаючи діаметр поршня, розрахунок площі перетину поршня виконується за формулою:

$$F = \pi \cdot \frac{D^2}{4} ; \quad (3.14)$$

$$F = 3,14 \cdot \frac{0,06^2}{4} = 0,0452 \text{ м}^2 = 45200 \text{ мм}^2$$

Для визначення зусилля на штоку пневмоциліндра використовуємо

формулу, яка залежить від тиску в системі та площі перетину поршня:

$$Q = F \cdot P; \quad (3.15)$$

$$Q = 42927 \cdot 0,2 = 8585 \text{ Н}$$

Для визначення площі перерізу штоку пневмоциліндра можемо використовувати формулу круглого перерізу:

$$F_{(54)} = \frac{\pi \cdot D_3^2}{4}; \quad (3.16)$$

$$F_{(54)} = \frac{3,14 \cdot 54^2}{4} = 2289 \text{ мм}^2$$

Щоб визначити граничну напругу, яка діє на шток під час розтягування або стиску, важливо скористатися формулою для розрахунку механічної напруги:

$$\sigma_{\max} = \frac{Q_{\max}}{F_{um}}; \quad (3.17)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{8585}{2289} = 3,75 \text{ МПа}$$

Щоб визначити запас міцності, важливо порівняти граничну напругу матеріалу, з якого виготовлено шток, з напругою, що виникає в штоку під час його роботи. Запас міцності можна розрахувати за формулою:

$$P_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_a + \psi \cdot \sigma_m}; \quad (3.18)$$

$$P_{\sigma} = \frac{380}{2,54 + 0,05 \cdot 650} = 10,63 \text{ МПа}$$

Для визначення амплітуди напружень спочатку необхідно розрахувати максимальне і мінімальне напруження, що діє на деталь під час її експлуатації. Амплітуда напружень визначається як половина різниці між максимальним і мінімальним значеннями циклічного навантаження:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{\max}}{2} \quad (3.19)$$

$$\sigma_a = \frac{3,75}{2} = 1,87 \text{ МПа}$$

Отримані під час аналізу дані свідчать, що величина запасу міцності штока становить $\Pi_{\sigma} = 10,63 \text{ МПа}$ значення, яке підтверджує його відповідність припустимому напруженню $[\sigma] = 3,75 \text{ МПа}$. Це дозволяє зробити висновок, що шток експлуатується в межах безпечних напружень, що не перевищують допустимі граничні значення, таким чином умова міцності виконується. Врахування цих параметрів гарантує надійну та довговічну роботу штока в умовах його експлуатації.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Дослідження впливу систем автомобіля на його паливно-економічні характеристики

Питома витрата пального, що споживається автомобілем на певному відрізку шляху, залежить від ефективності перетворення хімічної енергії палива в механічну енергію на привідних колесах транспортного засобу. Як відомо, переважна більшість потенційної теплової енергії, що знаходиться в паливному баку (приблизно дві третини) втрачається під час перетворення тепла у механічну роботу в двигуні внутрішнього згоряння. Для руху автомобіля у міському циклі, якому характерна значна кількість зупинок, очікувань на холостому ходу, гальмувань та прискорень витрати пального додатково збільшується на 15 – 20 %. Що в кінцевому підсумку призводить до того, що лише 10-15% енергії палива у вигляді потоку потужності на привідні колеса [3],

На рисунку 4.1 зображено потоки відбору та основні споживачі енергії в автомобілях з бензиновими двигунами під час експлуатації у міському циклі. Крутний момент, який передається трансмісією до привідних коліс, втрачається через аеродинамічний опір, опір коченню та гальмуванням. Процесу гальмування характерно гасіння сили імпульсу автомобіля, який згодом поновлюється прискоренням. Часті зупинки та рушання тягнуть за собою повторні цикли гальмування та прискорень, внаслідок чого гальмування є основним споживачем механічної енергії, тоді як аеродинамічний опір незначним на низьких швидкостях автомобіля [3]

Як видно із рисунку 4.1 найбільша частина теплової енергії пального, втрачається у вигляді не відновлювальної теплоти у двигуні та подолання сил тертя в механізмах двигуна й трансмісії. Тому, лише 12-20 % відсотків загальної кількості енергії, передається органами трансмісії у вигляді крутного моменту до привідних коліс.

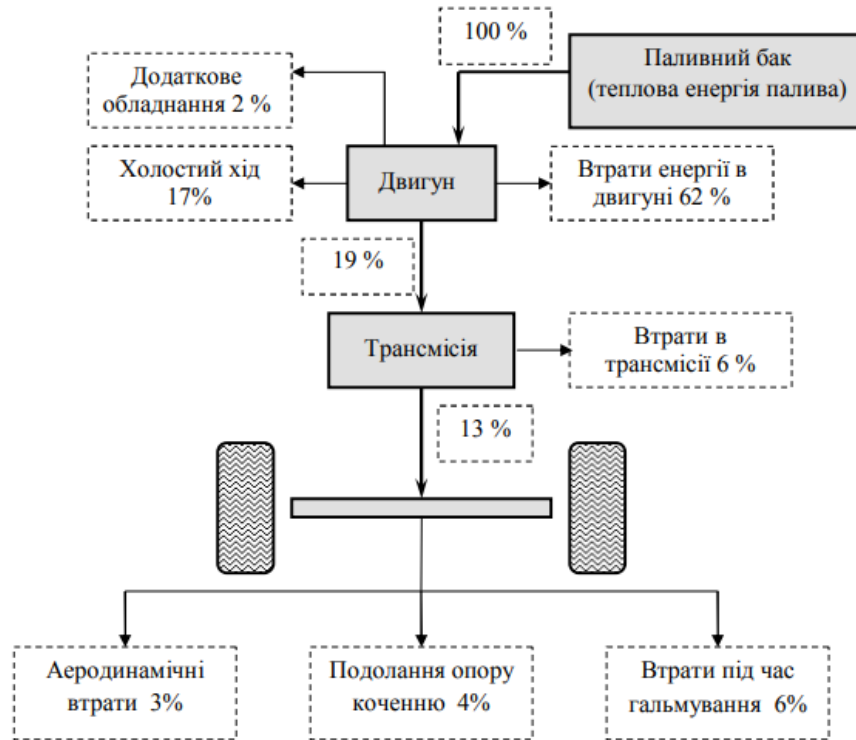


Рисунок 4.1 – Потоки відбору енергії пального під час експлуатації автомобіля

На подолання сил опору кочення споживається від 4 до 7 відсотків загальної кількості теплової енергії пального, тоді як у перерахунку до механічної енергії втрати становлять від 20 до 35 %

4.2 Сили, що діють на обертові колеса

Щоб зменшити споживання палива легковими транспортними засобами за рахунок зменшення аеродинамічного внеску в сили опору. Основною сферою інтересів є аеродинаміка коліс і кермової рубки та їх взаємодія з днищем і днищем охолоджуючий потік. Традиційно ефекти опору, що протидіють тяговій силі транспортного засобу, через повітряне середовище розглядаються лише з точки зору сили аеродинамічного опору. Для типового європейського легкового транспортного засобу середнього розміру зі швидкістю понад 60-70 км/год, і припускаючи, що дороги рівні, ця сила домінує над усіма іншими [5], рис. 4.2

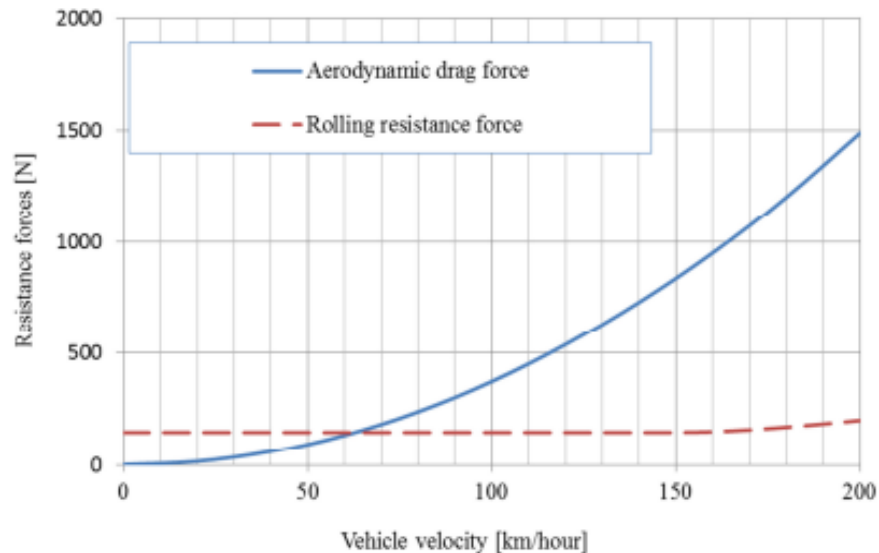


Рисунок 4.2. Залежність сили аеродинамічного опору та сили опору коченню від швидкості транспортного засобу для типового пасажирського транспортного засобу

Як буде показано пізніше, існують також інші ефекти, що виникають через взаємодію частин транспортного засобу з повітрям, які слід брати до уваги, якщо хтось хоче досягти глибшого розуміння аеродинаміки легкового транспортного засобу та вдосконалити імітаційні моделі, які зараз розробляються. Використовується. Одним із ефектів, досліджених у цьому проекті, є момент опору вентиляції, який діє на обертові колеса. Для початку визначається та обговорюється вентиляційний опір. Оскільки виміряти цей опір непросто, виділяються різні проблеми, пов'язані з цим процесом.

Колесо, що обертається, є складною системою і на нього діє багато сил і моментів. Щоб спростити справу, буде розглянуто двовимірне зображення; крім того, оскільки сили мають різні точки прикладання та різні напрямки, більшість сил буде замінено еквівалентною силою та моментами, що діють у центрі ваги колеса.

У динамічних ситуаціях, коли колесо обертається, сили можна розділити на зовнішні та інерційні компоненти, як показано на рисунку 4.3

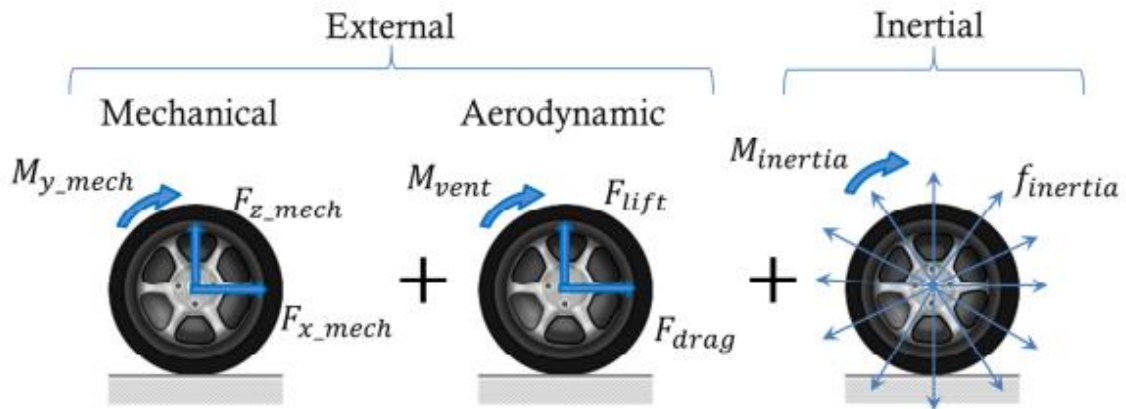


Рисунок 4.3. Сили, що діють на колесо, що обертається

До сил інерції належать: момент інерції колеса, що обертається, який виникає лише при зміні швидкості обертання; і розподілені сили інерції або відцентрові сили. Останні мають тенденцію змінювати геометрію шини, як було досліджено раніше [31]. В на рисунку 4.4 представлено спрощену фігуру, що показує осьове стиснення та радіальне розширення шини. [18]

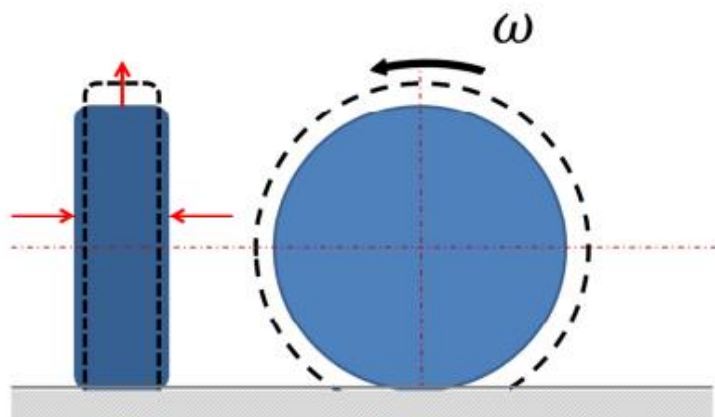


Рисунок 4.4. Деформації внаслідок дії сил інерції

Залежно від навантаження на шину та характеристик шини, осьове стиснення може досягати 6-8 мм з кожного боку, що призводить до значної зміни геометрії шини. Радіальне розширення також може бути досить значним, до того ж збільшення на 6-8 мм порівняно з початковим навантаженням колеса.

4.3 Визначення коефіцієнта опору повітря

Сила, яка була зафіксована під час експерименту, представляє частину тягової сили, що використовується для подолання опору повітря F' . Для спрощення аналізу цей момент повітряного опору можна перетворити в еквівалентну силу опору F_{vent} , яка діє в протилежному напрямку до руху автомобіля. Додавши цю силу до загальної сили опору руху (див. рівняння 4.1), можна врахувати вплив опору повітря на динаміку автомобіля.

$$F_x = F_a + F_R + F_G + F_D + F_{vent} \quad (4.1.)$$

Момент опору повітря можна розрахувати за допомогою рівняння 4.2:

$$M_{vent}(V) = F'_{trac}(V) \cdot r(V) \quad (4.2.)$$

$r(V)$ — це динамічний радіус шини, який змінюється залежно від швидкості, див. рисунок 4.5.

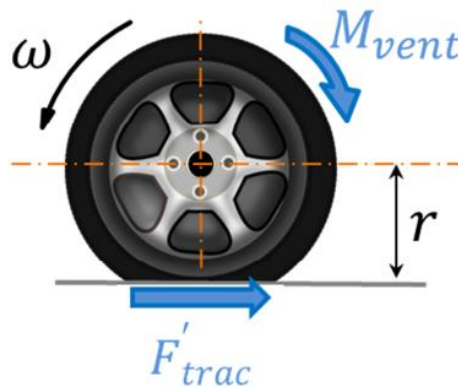


Рис. 4.5. Визначення опору повітря.

Енергетичні витрати, необхідні для подолання моменту вентиляційного опору, можна виразити двома різними способами:

$$P_{vent}(V) = M_{vent}(V) \cdot \omega(V) \quad (4.3.)$$

або

$$P_{vent}(V) = F_{vent}(V) \cdot V \quad (4.4.)$$

Рівняння (4.2) та (4.3) дають змогу перетворити еквівалентну силу опору вентиляції у залежність від тягової сили F , отриманої під час проведення

експериментальних вимірювань. Детальний опис цього перетворення наведено в рівняннях (4.5–4.8).

$$F_{vent}(V) \cdot V = P_{vent}(V) = M_{vent}(V) \cdot \omega(V) \quad (4.5.)$$

$$F_{vent}(V) \cdot V = F'_{trac}(V) \cdot r(V) \cdot \omega(V) \quad (4.6.)$$

$$F_{vent}(V) \cdot V = F'_{trac}(V) \cdot V \quad (4.7.)$$

$$F_{vent} = F'_{trac} \quad (4.8.)$$

Еквівалентна сила опору вентиляції являє собою складову тягової сили, що відповідає за створення моменту опору вентиляції. Подібно до аеродинамічного опору, силу F_{vent} можна виразити у такій формі:

$$F_{vent} = \frac{1}{2} C_{D(vent)} A \rho V_{rel}^2 \quad (4.9.)$$

Коефіцієнт $C_{D(vent)}$, який характеризує опір вентиляції, є аналогом коефіцієнта $C_{D(AD)}$, що описує аеродинамічний опір. Значення цього коефіцієнта визначається згідно з рівнянням (4.10):

$$C_{D(vent)} = \frac{F'_{trac}}{\frac{1}{2} \rho V_{rel}^2 A} \quad (4.10.)$$

Безрозмірний коефіцієнт $C_{D(vent)}$, який визначає опір вентиляції, дає змогу оцінити вплив моменту опору вентиляції у співвідношенні до сили аеродинамічного опору. Це стає можливим завдяки тому, що рівняння (4.1) можна трансформувати у наступний вигляд:

$$F_x = \gamma m a + f_R m g \cos \alpha + m g \sin \alpha + \frac{1}{2} (C_{D(AD)} + C_{D(vent)}) A \rho V_{rel}^2 \quad (4.11.)$$

Рівняння (4.11) демонструє, що заключний член одночасно враховує як аеродинамічний опір, так і опір вентиляції.

4.4 Опір повітря для різних конструкцій ободів

Усі конструкції ободів, пройшли експериментальне дослідження, під час якого було виміряно сили аеродинамічного опору та моменти повітряного опору. Отримані результати подані у вигляді коефіцієнтів $C_{D(AD)}$ для

аеродинамічного опору та $C_{D(vent)}$ для опору вентиляції. У цьому розділі наведено найважливіші результати для шести різних конфігурацій ободів.

На рисунку 4.6 представлено графік, що ілюструє залежність опору вентиляції від швидкості автомобіля для шести вибраних варіантів конструкції. Значення коефіцієнта $C_{D(vent)}$ відображено у вигляді відсоткового відхилення від референтної конструкції — обода з високим профілем опору, зображеного на рисунку 4.4 (к). Порівнювані конфігурації включають такі варіанти: лопаті вентилятора, спрямовані назовні; обід із товстим зовнішнім радіусом; обід із повним покриттям; базова конструкція зі спицями; та обід із покриттям у формі зірки. Візуалізації цих конфігурацій наведено на рисунку 4.4(e, f, b, i, l).

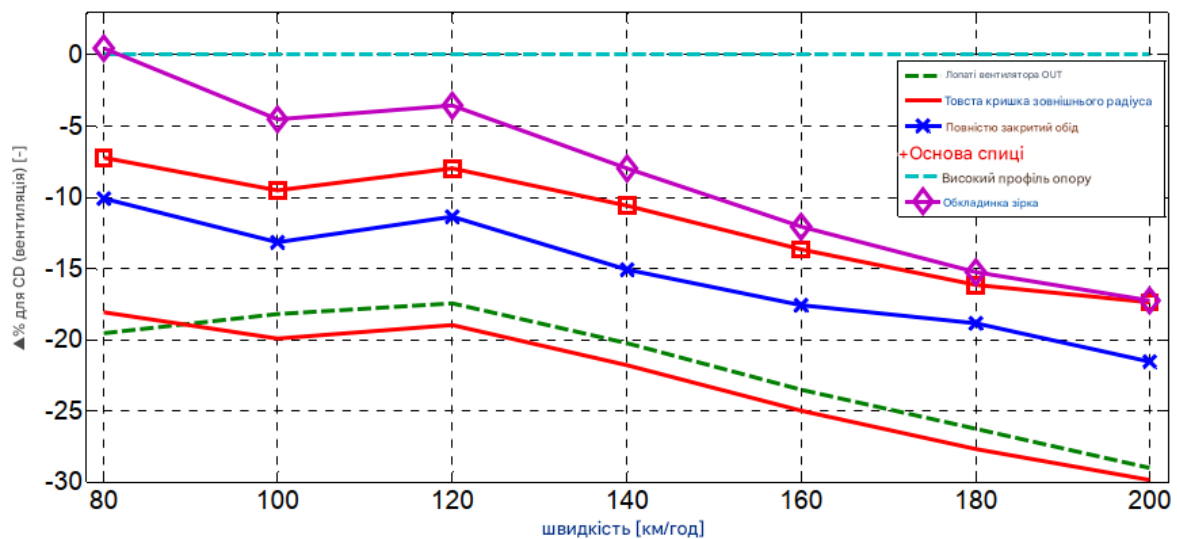


Рис. 4.6. Порівняння опору повітря для різних конфігурацій ободів.

На основі графіка можна зробити висновок, що обід із товстим зовнішнім радіусом продемонстрував найкращі показники з точки зору моменту опору вентиляції. Його коефіцієнт $C_{D(AD)}$ залишався найнижчим у більшості діапазонів швидкостей. Це може пояснюватися тим, що спиці цієї конструкції мали меншу відносну швидкість завдяки своїй коротшій довжині та розташуванню ближче до центра обертання колеса. У результаті передня частина спиць піддавалася меншому тиску порівняно, наприклад, із конструкцією зі зірковим покриттям.

Другим за ефективністю виявився дизайн із лопатями вентилятора, спрямованими назовні. Ця конструкція включала аеродинамічно оптимізовані спиці, які сприяли видаленню повітря з колісної арки, тим самим знижуючи

внутрішній тиск. Крім того, плавні заокруглення на передніх краях спиць, імовірно, також сприяли зменшенню моменту вентиляційного опору.

Що стосується інших конструкцій, передбачувано найгірші результати показав обід із високим профілем опору, тоді як зіркове покриття посіло друге місце з кінця серед усіх 16 протестованих конфігурацій. [12] [13]

Особливої уваги заслуговує повністю закритий обід, який раніше демонстрував високі показники у зниженні аеродинамічного опору. Проте його ефективність щодо вентиляційного опору виявилася трохи нижчою за середній рівень. Це можна пояснити кількома причинами. По-перше, відсутність отворів у такій конструкції створює умови для прикріпленого потоку на зовнішній поверхні обода, що може збільшувати тертя поверхні. По-друге, конструкція без отворів унеможливує проходження повітря через обід, що може впливати на тиск у зоні колісної арки.

На рисунку 4.7 представлено порівняння різних конструкцій ободів у відсотковому співвідношенні аеродинамічного опору автомобіля залежно від швидкості руху.

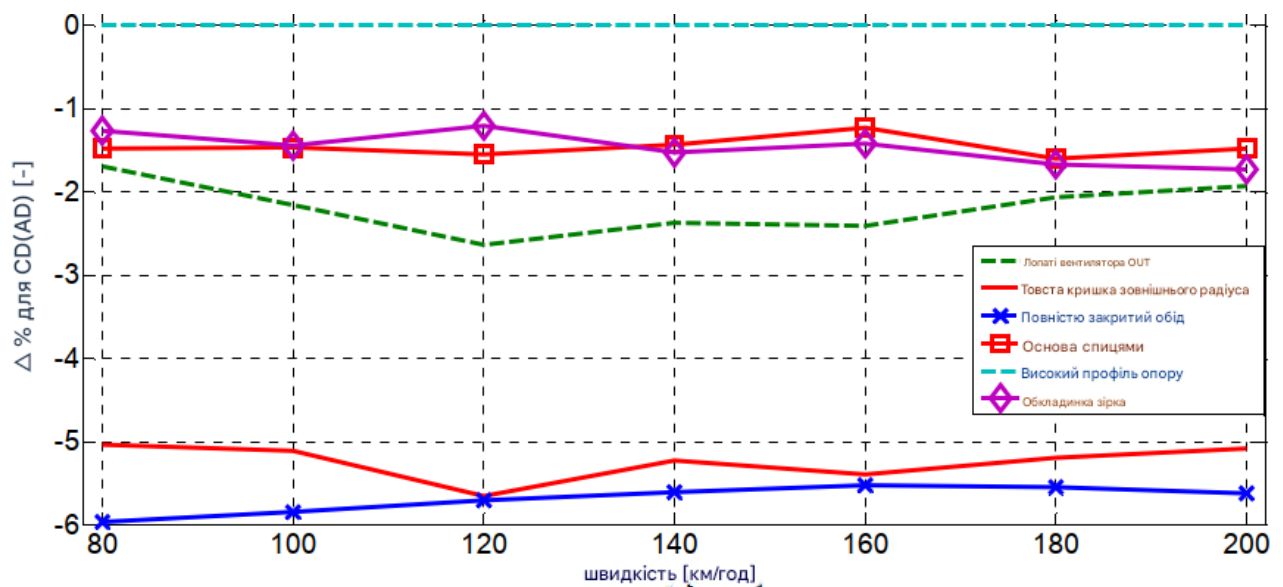


Рис. 4.7. Порівняння аеродинамічного опору для різних конфігурацій ободів.

Очікувано, зміни в конструкції ободів мали менш помітний вплив на аеродинамічний опір автомобіля порівняно з їхнім впливом на вентиляційний опір коліс. Водночас, найменший аеродинамічний опір демонструвала конструкція з повністю закритим ободом, а друге місце за ефективністю зайняв

обід із товстим зовнішнім радіусом. Раніше дослідження вже підтверджували важливість покриття зовнішнього радіусу обода для зменшення аеродинамічного опору.

Варто зазначити, що зв'язок між силою аеродинамічного опору та моментом вентиляційного опору не мав очевидної кореляції.

Коефіцієнт аеродинамічного опору $C_{D(AD)}$ і коефіцієнт вентиляційного опору $C_{D(vent)}$ є безрозмірними та мають схожу методику визначення, їх можливо поєднати. Це дозволяє отримати коефіцієнт загального аеродинамічного опору $C_{D(AD)} + C_{D(vent)}$ $C_{D(AD+vent)}$, значення якого наведено на рисунку 4.8.

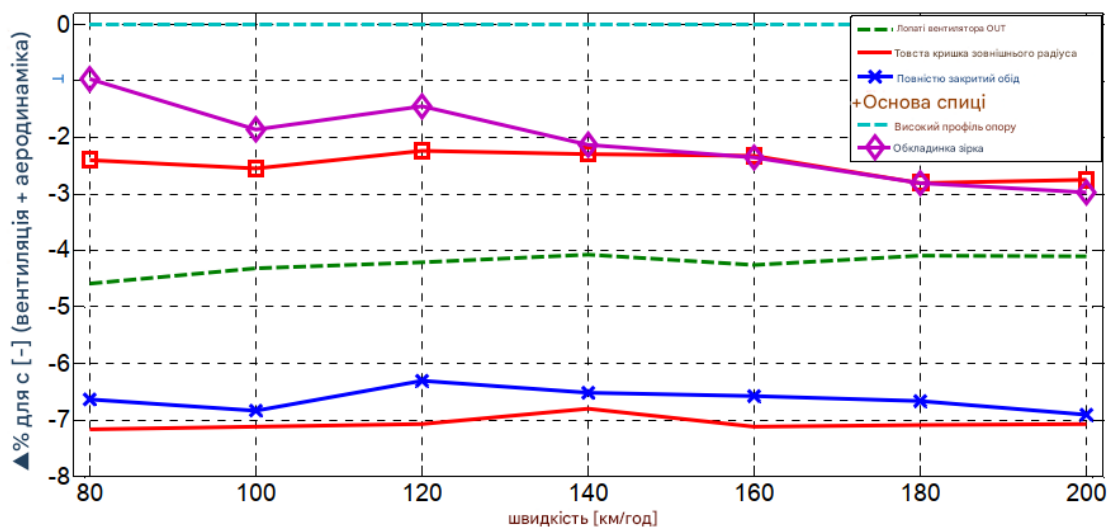


Рис. 4.8. Порівняння загального аеродинамічного опору для різних конфігурацій ободів.

Цей графік, разом із даними на рисунках 19 і 20, демонструє важливість врахування вентиляційного опору. Аналіз показує, що конструкція з повністю закритим ободом досягла досить високих загальних показників. Проте, попри її максимальну ефективність щодо зменшення аеродинамічного опору, вона не стала найкращою в аспекті загального аеродинамічного опору. Це зумовлено порівняно високим моментом вентиляційного опору, який генерується цією конструкцією.

Найкращі результати забезпечила конструкція з товстим зовнішнім радіусом. Вона мала найменший момент вентиляційного опору і водночас

демонструвала гідну ефективність у контексті аеродинамічного опору. Додатковою перевагою цієї конфігурації стало покращене охолодження гальм, оскільки конструкція дозволяла проходження повітря через обід.

Конфігурація із зовнішніми лопатями вентилятора, хоча і мала відносно низький коефіцієнт вентиляційного опору, продемонструвала лише середні показники загального аеродинамічного опору. Водночас удосконалення цього дизайну може відкрити значні перспективи для його застосування в майбутніх розробках.

4.5 Альтернативний підхід до врахування вентиляційного опору в рівнянні сили опору руху

Враховуючи, що коефіцієнт вентиляційного опору $C_{D(vent)}$ суттєво залежить від швидкості транспортного засобу, застосування еквівалентної сили вентиляційного опору F_{vent}

у вигляді рівняння (4.9) для розрахунку загальної сили опору руху (рівняння 4.11) створює певні труднощі. Для усунення цього обмеження запропоновано альтернативний варіант рівняння (4.9).

На рисунку 4.9 наведено графік залежності еквівалентної сили вентиляційного опору від швидкості автомобіля для чотирьох різних конфігурацій ободів. За винятком конструкції з високим профілем опору, яка є радше екстремальним і малореалістичним варіантом дизайну, всі протестовані конструкції показали лінійну залежність сили вентиляційного опору від швидкості руху. Це дозволяє перетворити рівняння для F_{vent} у наступну форму:

$$F_{vent} = \frac{1}{2} C_{vent} \rho V_{rel}^2 \quad (4.12.)$$

$$F_{vent} = \frac{1}{2} \left(\frac{C_{vent}}{V_{rel}^2} \right) \rho V_{rel}^4 \quad (4.13.)$$

Коефіцієнт C_{vent} , що характеризує вентиляційний опір, на основі експериментальних даних можна вважати стабільною величиною для кожного окремого типу обода. Аналіз результатів показав, що для конструкції з

найбільшим моментом вентиляційного опору (базовий дизайн спиць) та для найбільш ефективної конструкції (обід із товстим зовнішнім радіусом) цей коефіцієнт перебуває в межах від 2,2 до 2,6.

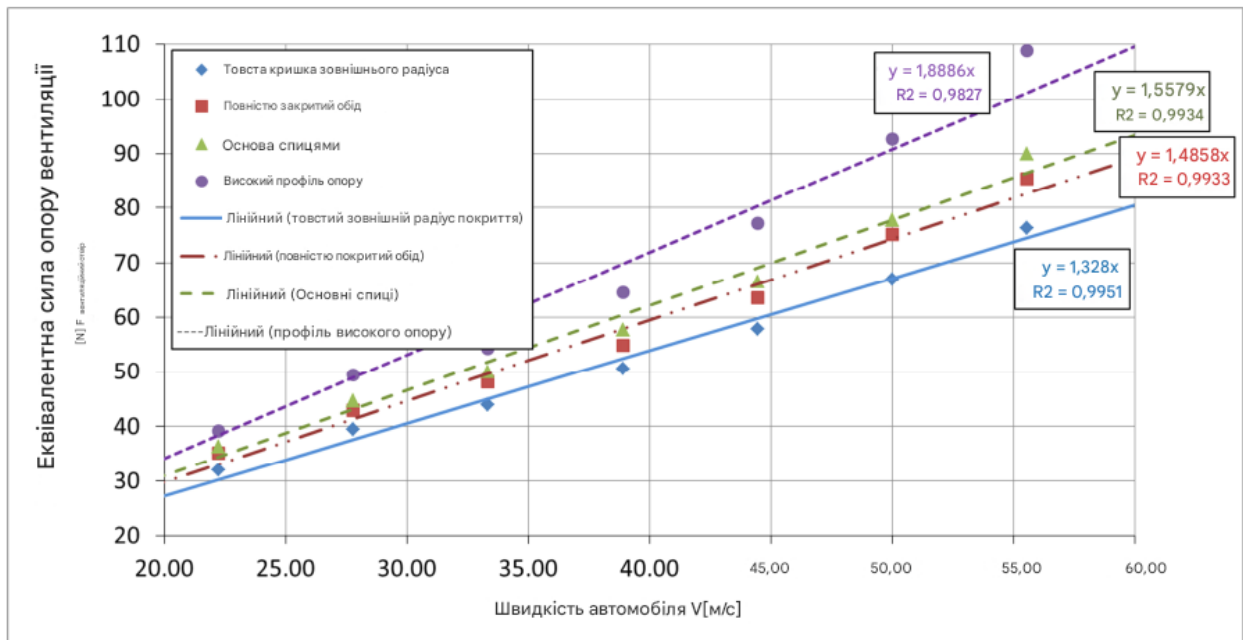


Рис. 4.9. Еквівалентна сила вентиляційного опору залежно від швидкості автомобіля.

Застосувавши форму представлення F_{vent} , наведену в рівнянні (4.13), рівняння для визначення сили опору руху можна переформулювати таким чином:

$$F_x = \gamma m a + f_R m g \cos \alpha + m g \sin \alpha + \frac{1}{2} \left(C_D A + \frac{C_{vent}}{V_{rel}} \right) \rho V_{rel}^2 \quad (4.14.)$$

Для вибраної конфігурації обода коефіцієнт C_{vent} залишається постійною величиною. Як показує аналіз, вентиляційний опір можна врахувати у рівнянні сили опору руху шляхом додавання невеликого коригувального члена.

4.6 Приклад аналізу потужності

Якщо обидві частини рівняння (4.14) помножити на швидкість автомобіля V, можна визначити загальну потужність, необхідну для подолання різних видів опору. На рисунку 4.10 подано приклад таких енергетичних потреб для типового автомобіля сучасного класу. [8] [9]

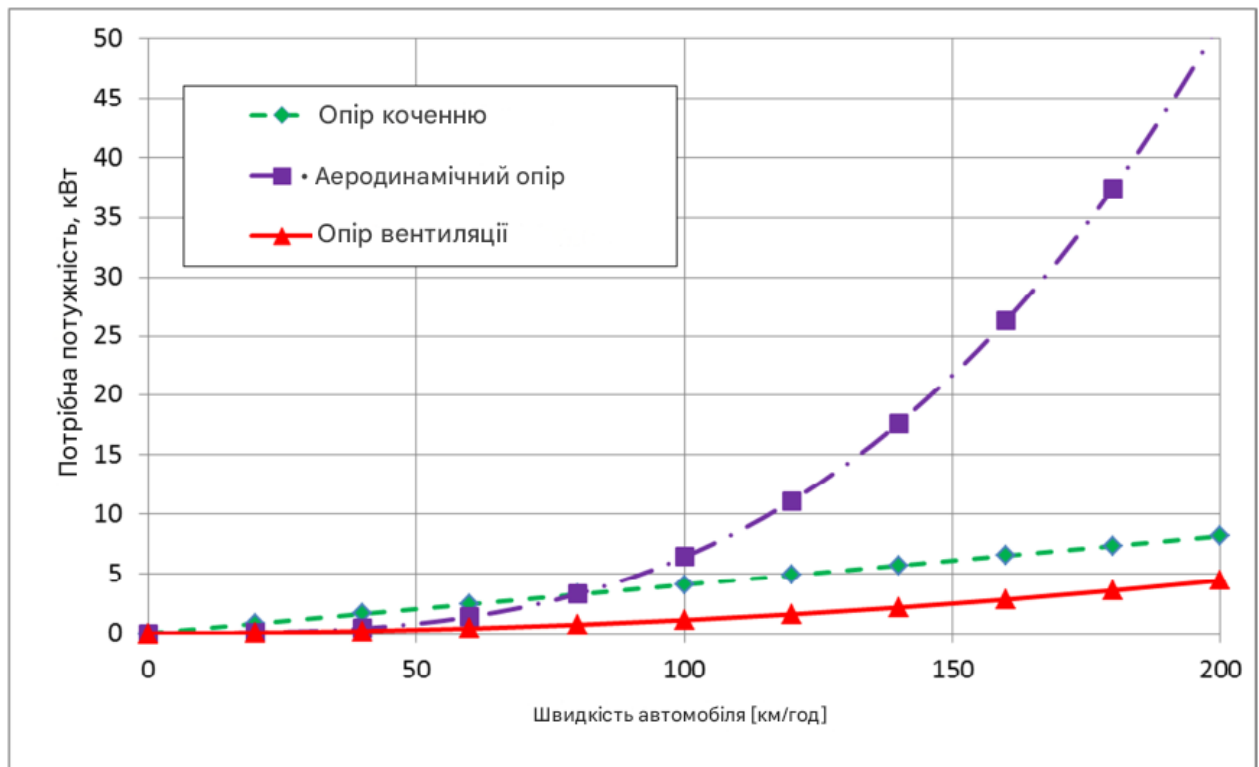


Рис. 4.10. Потреба у потужності для подолання різних видів опору.

Зрозуміло, що вплив вентиляційного опору на загальні енергетичні потреби є менш вагомим порівняно, наприклад, з опором кочення. Проте, на швидкостях, характерних для руху на автомагістралях, роль вентиляційного опору стає суттєвою і заслуговує на належну увагу, оскільки його нехтування може призвести до спотворення результатів аналізу.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз умов праці на ергономічні ризики

Приміщення для технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів повинні забезпечувати безпечне виконання усіх технологічних операцій.

На території і у виробничих приміщеннях підприємств не допускається: захащувати дороги, проходи, під'їзди до пожежних гідрантів, місць розташування пожежного інвентарю та обладнання;

розміщувати на відкритих майданчиках транспортні засоби у кількості, яка перевищує норму, а також порушувати встановлений порядок їх розташування;

палити поза межами спеціально відведених для цього місць;

користуватися відкритим полум'ям у непередбачених для цього місцях без прийняття відповідних протипожежних заходів;

завалювати запасні ворота як зсередини, так і ззовні, підхід та під'їзд до них завжди повинен бути вільним;

безладно розміщувати і зберігати (привалювати, спирати) матеріали, агрегати, запчастини тощо до елементів будинків, споруд, устаткування і огороження.

Забороняється допускати до роботи працівників, які не пройшли навчання та перевірку знань з питань охорони праці та пожежної безпеки.

У виробничих приміщеннях для зберігання деталей, вузлів, агрегатів повинно бути організовано в окремих місцях на стелажах.

Виробничі відходи, сміття, непридатні деталі, вузли і агрегати повинні своєчасно прибиратися і накопичуватися на спеціально відведених площадках.

Підлога в приміщеннях будь-якого призначення повинна бути рівна, з твердим покриттям, непроникна для ґрунтових вод, без виступів і вибоїн.

Матеріали, що застосовуються для покриття підлоги, повинні мати гладку та неслизьку поверхню, зручну для очищення.

Повітря робочої зони, шум, вібрація, освітлення тощо на робочих місцях виробничих приміщень повинні відповідати вимогам чинних нормативних актів.

Переносні світильники, що застосовуються в зонах технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів, повинні мати захисний скляний ковпак із захисною металевою сіткою.

Виробниче устаткування, пристрої та інструменти повинні протягом усього періоду експлуатації відповідати вимогам безпеки. Небезпечні місця на устаткуванні повинні огорожуватися.

Дія засобів колективного захисту не повинна припинятися раніше, ніж закінчиться дія відповідного небезпечного або шкідливого виробничого фактора.

Конструкція устаткування і його окремих частин повинна виключати можливість їх падіння, опускання, перекидання та довільного зміщення при усіх передбачених умовах експлуатації.

Устаткування, що діє за допомогою неелектричної енергії (гідравлічної, пневматичної), повинно бути виконано так, щоб будь-яка небезпека, що спричинена цими видами енергії, була виключена.

Пристрої для зупинки та пуску устаткування повинні розміщуватися так, щоб ними можна було зручно користуватися з робочого місця та виключалась можливість самочинного їх включення і створення небезпечних ситуацій через порушення працівниками послідовності дій на органи керування.

Устаткування, яке використовується для технічного обслуговування та ремонту і є джерелом шуму, ультразвуку, вібрації, повинно бути виконано так, щоб воно у передбачених умовах та режимах експлуатації не перевищувало норм.

Вибракування інструменту, пристроїв повинно проводитися відповідно до установленого графіка, але не рідше одного разу на 3 місяці.

На несправне устаткування керівник ділянки вивіщує табличку, на якій зазначено, що працювати на даному устаткуванні не можна.

Ручні інструменти не повинні мати: на робочих поверхнях пошкоджень (вибоїн, відколів); на бокових гранях у місцях затискання їх рукою задирок та гострих ребер; на дерев'яних поверхнях ручок сучків, задирок, тріщин; поверхня повинна бути гладкою; наклепів та перегартованих робочих поверхонь.

Провести оцінку ергономічних ризиків на робочому місці можна за допомогою чек-листа REBA. Чек-лист REBA – це спеціальний інструмент, який визначає вплив робочої пози, умов праці, контактного навантаження, тривалості роботи на виникнення захворювань опорно-рухового апарату.

Проведемо оцінку ергономічних ризиків на робочому місці при виконанні робіт по заміні приводного валу автомобіля CHERY Tiggo5 (рис. 5.1).

REBA Employee Assessment Worksheet

Оцінка «А». Аналіз положення шиї, тулуба, ніг

Крок 1. Аналіз положення шиї

0°-20° +1
20°+ +2
нахил назад +2

Коригування:
- Якщо шию скручено: +1
- Якщо шию нахилена у бік: +1

Крок 2. Аналіз положення тулуба

0° +1
нахил назад +2
0°-30° +2
30°-60° +3
60°+ +4

Коригування:
- Якщо тулуб скручений: +1
- Якщо тулуб нахилено у бік: +1

Крок 3. Аналіз положення ніг

30°-60° +1
> 60° +2

Add +1 Add +2

Крок 4. Звернення до таблиці А

Крок 5. Зусилля навантаження

- Якщо навантаження до 5 кг - +1;
- Якщо навантаження від 5 кг до 10 кг - +2;
- Якщо навантаження більше 10 кг - +3;

Крок 6. Отримання оцінки «А»

Підсумуйте значення оцінок кроків 1 і 5. Знайдіть відповідний рядок в таблиці «С».

Таблиця «А»

Положення тулуба	Ноги	Шия
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5

Таблиця «В»

Положення плеча	Передпліччя	Зап'ястя
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12

Таблиця «С»

Оцінка «А»	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	7	8	8	8
3	2	3	3	4	5	5	6	7	8	9	9	9
4	3	4	4	5	6	6	7	8	9	10	10	10
5	4	5	5	6	7	7	8	9	10	11	11	11
6	5	6	6	7	8	8	9	10	11	12	12	12
7	6	7	7	8	9	9	10	11	12	13	13	13
8	7	8	8	9	10	10	11	12	13	14	14	14
9	8	9	9	10	11	11	12	13	14	15	15	15
10	9	10	10	11	12	12	13	14	15	16	16	16
11	10	11	11	12	13	13	14	15	16	17	17	17
12	11	12	12	13	14	14	15	16	17	18	18	18

Крок 15. Отримання загального результату

Оцінка «А» + Оцінка «В» = 8 + 2 = 10

Оцінка «В». Аналіз положення плеча, передпліччя, зап'ястя

Крок 7. Аналіз положення плеча

20° +1
20° +2
відхилення назад +2
20°-45° +3
45°-90° +3
90° +4

Коригування:
- Якщо плече підняте: +1
- Якщо людина робить нахили: +1
- Якщо плече відведено назад: +1

Крок 8. Аналіз положення передпліччя

60°-100° +1
100° +2
0°-60° +2

Крок 9. Аналіз положення зап'ястя

15° +1
15° +2
15° +2

Коригування:
- Якщо зап'ястя закручено або сильно загнуте: +1

Крок 10. Звернення до таблиці В

Крок 11. Оцінка поверхні захвату інструменту:

- Гарна поверхня рукоятки інструменту: +0;
- Прийнятна поверхня рукоятки інструменту: +1;
- Неприйнятна поверхня рукоятки інструменту: +2;

Крок 12. Отримання оцінки «В»

Крок 13. Оцінка активності

- Статична робота: +1;
- Динамічна робота: +2;
- Робота, яка пов'язана з великою кількістю повторів: +3

Крок 14. Звернення до таблиці «С»

Результат: 10

Інтерпретація отриманого результату:

1 - ризик відсутній;
2-3 - мінімальний ризик (потрібні незначні зміни);
4-7 - середній ризик (потрібно удосконалення технологій);
8-10 - високий ризик (роботу виконувати не можна, потрібні кардинальні зміни);
11 - неприпустимий ризик (роботи заборонено)

Рисунок 5.1 – Чек-лист REBA при виконанні робіт по заміні приводного валу CHERY Tiggo5

5.2 Шляхи зменшення ергономічних ризиків

З чек-листу (рис. 5.1) можливо побачити, що робітник має дуже високий рівень ризику отримати захворювання опорно-рухового апарату.

Для зниження рівня ергономічних ризиків до мінімально можливих пропонується:

- Придбати візок для зняття та переміщення коліс автомобілів для того, щоб зменшити навантаження на м'язи спини, рук та ніг.
- Придбати пневматичний інструмент для відкручування болтів, гайок для того, щоб виключити скручування зап'ясть при розбиранні агрегатів.
- Придбати візок для зняття та переміщення коліс автомобілів для того, щоб зменшити навантаження на м'язи спини, рук та ніг.
- Запровадити додаткові перерви по 5 хвилин за винятком обіду.

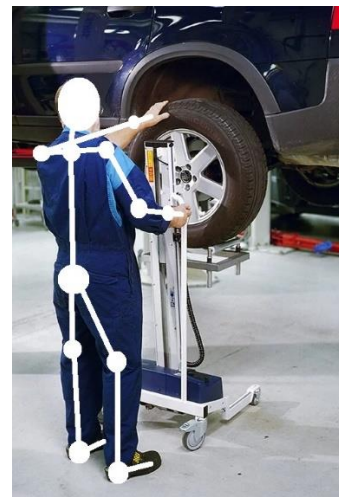
Запропоновані заходи, для зниження ергономічних ризиків при виконанні робіт по заміні приводного валу автомобіля CHERY Tiggo5, подано у вигляді таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 Заходи, для зниження ергономічних ризиків

Проблема



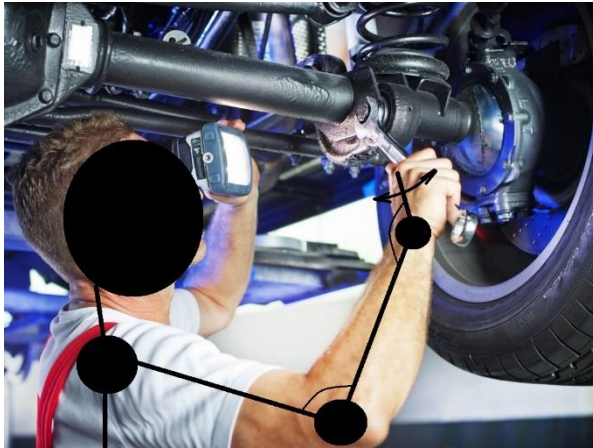
Вирішення



Такі навантаження можуть призвести до швидкого втоплення та болій у спині та попереку

Використовуємо підйомник

Проблема



Такий спосіб відкручування
призводить до швидкого втоплення та
болій у руках і за'пястях



Такий спосіб призводить до швидкого
втоплення та болій у м'язах рук та
спіни. Може призвести до розлиття
олії

В розділі було розглянуто вимоги до техніки безпеки при виконанні ремонтних робіт. У результаті аналізу ергономічних ризиків при виконанні робіт по заміні приводного валу автомобіля CHERY Tiggo5 були запропоновані

Вирішення



Використовуємо пневмогайковерт



Пропонуємо використовувати
вакуумну установку для зливу олії

технологічні рішення для зменшення ризику виникнення професійних захворювань опорно-рухового апарату робітника.

5.3 Установки для проведення повної санітарної обробки та їх технічні характеристики

Для проведення повної санітарної обробки використовуються:

санітарні пункти обмивання на базі стаціонарних бань, душових павільйонів і санпропускників;

комплекти санітарної обробки КСО;

дезінфекційно-душеві установки ДДА53А, ДДА66, ДДП.

Комплект санітарної обробки КСО призначається для повної санітарної обробки особового складу сил ЦО в теплий час року і часткової обробки в холодний час року. Комплект працює від автомобілів ГАЗ, ЗІЛ і Урал375.

Пропускна здібність за 1012 чол. за годину, продуктивність за гарячою водою (3842 °С) при роботі від автомобіля ГАЗ 34 л/хв., від автомобіля ЗІЛ 56 л/хв., час розгортання (згортання) комплекту 810 хв., маса комплекту з ящиком для упакування – 40 кг.

Дезінфекційна душова установка ДДА53А (ДДА66 і ДДП) призначена для миття людей і дезінфекції одягу, взуття і індивідуальних засобів захисту в польових умовах.

Основні технічні характеристики ДДА53А (ДДА66): кількість дезінфекційних камер – 2 (1), об'єм однієї камери – 1,8 м³ (2,5 м³), витрати дизельного палива – 2129 кг/г, дров – 6085 кг/г, ємність котла і водонагрівачу – 277 л, продуктивність за паром при роботі на рідкому паливі – 315 кг/ч, при роботі на сухих дровах – 205 кг/ч, робочий тиск в котлі – 4 кгс/см², час розгортання установки: літом – 3540 хв., зимою – 5060 хв., час згортання установки 1315 хв., розрахунок – 4 (3) чол. [20]

Пропускна здібність установки за годину (при роботі котла на рідкому паливі): миття людей з одночасною дезінсекцією одягу літом 96 (56) чол.,

зимою – 48 (32) чол.; миття людей з одночасною дезінфекцією одягу, зараженого вегетативними формами мікробів, літом 72 (40) чол., зимою – 48 (28) чол.; миття людей з одночасною дезінсекцією одягу літом 96 (56) чол., зимою – 48 (32) чол.; миття людей без обробки одягу літом 96 (56) чол., зимою – 64 (56) чол.; дезінфекція суконнопаперового одягу, зараженого вегетативними формами мікробів (без миття людей), літнього – 128 (80) комплектів, зимного – 72 (44) комп.; дезінсекція суконнопаперового одягу (без миття людей), літнього – 154 (120), зимного – 90 (66) компл.

Основні технічні характеристики ДДП: кількість дезінфекційних камер – 1, об'єм однієї камери – $1,4 \text{ м}^3$, витрати дизельного палива – 15 кг/г, дров – 40 г/г,

ємність котла – 130 л, продуктивність за паром при роботі на рідкому паливі – 150 кг/ч, при роботі на сухих дровах – 100 кг/ч, робочий тиск в котлі – 4 кгс/см^2 , витрати води при роботі установки – 3000 л/г, розрахунок – 2 чол.

Пропускна здібність установки за годину: миття людей без обробки одягу літом 48 чол., зимою – 36 чол.; миття людей з одночасною дезінфекцією одягу літом 36 чол., зимою – 30 чол.; миття людей з одночасною дезінсекцією одягу, зараженого вегетативними формами мікробів, літом – 24 чол., зимою – 16 чол.

Санітарний обмивочний пункт СОП розгортається в містах і сільській місцевості на базі бань, душових павільйонів, санпропускників та інших приміщень, які здатні для проведення санітарної обробки.

Санітарний обмивочний пункт включає: першу роздягальню; другу здівальню; душову; одягальню; санітарний вузол; склад зберігання чистого одягу; санітарний пропускник; кімната персоналу.

Пропускна здібність СОП, що має 10 душових сіток, 1600 чол. за добу при роботі 20 годин в добу. На одного чоловіка витрачається 30 г мила і 3035 л води, що нагріта до температури 3840°C .

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Вдосконалення технічного обслуговування автомобіля CHERY Tiggo5 з особливим акцентом на підвищення ефективності процесів, безпеку та ергономічність робочих умов.

Загально-технічний розділ зосереджується на детальному описі підвісок легкових автомобілів, розподілі обсягів робіт та плануванні простору СТО, що дозволяє забезпечити оптимальне розміщення обладнання та автомобілів.

Технологічний розділ включає детальний опис пристрою приводного валу CHERY Tiggo5 та процесу його заміни, що вказує на практичне застосування новітніх технічних знань та технологій у сфері автосервісу.

Конструкторський розділ обґрунтовує доцільність конструкторських змін, зокрема в розробці і розрахунку силових установок та пристосувань для затискання деталей, що сприяє поліпшенню умов праці і зниженню фізичного навантаження на працівників.

Науково-дослідний розділ аналізує вплив систем автомобіля на його паливно-економічні характеристики, виявляючи можливості для оптимізації споживання палива та зниження емісії шкідливих викидів.

Розділ з охорони праці висвітлює важливість ергономічного підходу в організації робочого простору, аналізуючи ергономічні ризики та пропонуючи шляхи їх мінімізації, що є критично важливим для забезпечення безпеки та здоров'я працівників СТО.

Робота магістра є комплексним дослідженням, яке об'єднує технічні, конструкторські та наукові аспекти в галузі обслуговування автомобілів з акцентом на підвищення ефективності, безпеки та зменшення впливу на довкілля. Вона включає інноваційні розробки, спрямовані на оптимізацію робочих процесів та умов праці, що робить її актуальною та цінною для подальшого розвитку автосервісних технологій.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. О.Л. Ляшук, М.Г. Левкович, Д.В. Міронов, В.О. Тесля. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» галузі знань 27 «Транспорт». – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2023. – 60 с.
2. Коноваленко О.Д., Черниш А.А. Ідентифікація транспортних засобів: навчальний посібник. – Харків: Мадрид, 2020. – 259 с.
3. Кошель С. О., Березін Л. М., Кошель Г. В. Технічна механіка. Розділ "Теорія механізмів і машин" - Центр навчальної літератури (ЦУЛ) 2020 – 156 с.
4. Кисликов В.Ф., В.В. Лущик Будова і експлуатація автомобілів. Підручник - Либідь М.Київ, 2018 – 400с.
5. Сукач М.К. Технічний сервіс машин. Навч. пос.. Гриф МОНМСУ - Ліра-К, 2017 – 288 с.
6. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017, - 324 с.
7. [Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension](#). B. Sokil, O. Lyashuk, M. Sokil, Y. Vovk, I. Lebid, I. Hevko, M. Levkovych, R. Khoroshun, A. Matviyishyn. - COMMUNICATIONS, 2022. - Vol. 24, № 3, P. 247-258. (Scopus).
8. Sakhno, V.P., Yashchenko, D.M., Marchuk, R.M., Marchuk, N.M., Lyashuk, O.L.. Research of a truck train movement when driving semi-trailer by slow downing wheels of one axis pin on the mode. International Journal of Automotive and Mechanical Engineering Open Access Volume 17, Issue 1, 1 January 2020, Pages 7749-7757 <https://www.scopus>.
9. Information Technologies Use in the Study of Functional Properties of Wheeled Vehicles. Lyashuk O., Stashkiv M., Lytvynenko Iaroslav, Sakhno V., Khoroshun R. CEUR Workshop Proceedings. 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITTAP 2023. Ternopil 22 November 2023 до 24 November 2023. 3628, с. 370-381. <https://www.scopus>.

10. Міронов Д.В., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Гупка А.Б., Слободян Л.М., Гевко Б.Р., Хорошун Р.В. Розробка моделі узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля з використанням математичних методів теорії планування експерименту. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – № 2 (21). Луцьк: 2023. - С. 135 – 144.

11. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 276 с.

12. Comprehensive Assessment Of Technical Condition Of Vehicles During Operation Based On Harrington's Desirability Function. Aulin V., Rogovskii I., Lyashuk O., Titova L., Hryniv A., Mironov D., Volianskyi M., Rogatynskyi R., Solomka O., Lysenko S. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Technology Center. Ukraine. Том 1. Випуск 3(127), 2024. с. 37-46.

13. Rogatynskyi, R., Lyashuk, O., Hevko I., Horoshyn, R., & Shevchuk, V. (2023). Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, 28, 115-122. <https://doi.org/https://doi.org/10.32447/20784643.28.2023.11>

14. Ляшук О. Л., Рогатинський Р. М., Гевко І. Б., Хорошун Р. В., Кашканова Г. Г., Антонюк О. П. Модель проходження повороту автомобілем . Вісник машинобудування та транспорту, ВНТУ.- No2(18) 2023.- С. 91-97.

15. Синтез підвіски автотранспортних засобів/ І.Б. Гевко, О.Л. Ляшук, Р.М. Рогатинський, А.Й. Матвіїшин, Р.В. Хорошун/ Центральноукраїнський науковий вісник. Технічна наука. -№ 8(39)_I, 2023.-С. 153-164.

16. Liashuk O., Hevko I., Hud V., Khoroshun R., Hevko B., Matviishyn A., Sipravska M. Stands for car suspension research. Bulletin of Lviv National Environmental University. Agroengineering Research, No. 26 (2022). С 93-103.

17. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress-strain state elements of the truck semi-trailer body bottom. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series

Transport. 2023, 118, 161-172. ISSN: 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.11>. (Scopus).

18. Ляшук О. Л., Клендій В. М., Хорошун Р. В. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». Тернопіль: Вид. ТНТУ, 2018. 302 с.

19. В.В. Аулін, О.Л. Ляшук, А.В. Гриньків, С.В. Лисенко, Д.В. Міронов, Л.М. Слободян, Р.М. Рогатинський Оптимальний комплекс операцій технічного обслуговування і ремонту для підвищення надійності вузлів, систем та агрегатів мобільних машин Збірник наукових праць. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Випуск № 8(39)_II. - Кропивницький. - 2023. - С. 175-189.

20. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / укл.: Стручок В. С. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.