

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення методики діагностування ходової частини автомобіля
Toyota Corolla.

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

спеціальності 274

Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

Пиндюра Назар

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Андрій ГУПКА

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Михайло ЛЕВКОВИЧ

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Олег ЦЬОНЬ

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2024

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

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра Автомобілів

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« 29 » січня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

студенту

Пиндюра Назар Степанович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення методики діагностування ходової частини автомобіля Toyota Corolla

Керівник роботи Гупка Андрій Богданович к.т.н., доцент

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

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

2. Термін подання студентом завершеної роботи 24 червня 2024

3. Вихідні дані до роботи Базовий процес діагностування ходової частини автомобіля Toyota Corolla на сервісному центрі „Інтеравтосервіс” ЛТД. Робоче креслення передньої підвіски автомобіля Toyota Corolla.

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

1 Загально-технічний розділ

2 Технологічний розділ

3 Конструкторський розділ

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

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

Установка для миття автомобіля знизу. Вигляд загальний – 1 лист А1

Стенд для діагностування кутів уставки коліс – 1 лист А1;

Підйомник – 1 лист А1;

Індикаторне пристосування для регулювання підшипників ступиці – 1 лист А1;

Приспособлення для перевірки шарового шарніра – 1 лист А1;

Пристрій для заправки спиців – 1 лист А1;

[illegible]

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Студент

Назар ПИНДЮРА

Керівник роботи

Андрій ГУПКА

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

У кваліфікаційній роботі на тему "Розроблення методики діагностування ходової частини автомобіля Toyota Corolla" досліджується процес діагностики ходової частини автомобіля, зокрема моделі Toyota Corolla. Метою роботи є розробка ефективної методики діагностування, яка дозволить своєчасно виявляти несправності та знижувати ризик виникнення аварійних ситуацій, підвищуючи безпеку та надійність автомобіля.

У рамках дослідження проведено аналіз існуючих методів діагностики ходової частини автомобіля, визначено їхні переваги та недоліки. Розроблено нову методику, яка включає використання сучасних діагностичних приладів та технологій, таких як комп'ютерні системи діагностики, ультразвукові та вібраційні аналізатори.

Запропонована методика передбачає комплексний підхід до діагностики, включаючи перевірку підвіски, рульового керування, гальмівної системи та шин. Особлива увага приділяється виявленню прихованих дефектів, які можуть виникати на ранніх стадіях експлуатації автомобіля.

Практична частина роботи включає проведення експериментальних досліджень на базі сервісного центру з використанням запропонованої методики діагностики. Результати досліджень підтверджують ефективність нової методики, що дозволяє значно скоротити час на діагностику та підвищити точність виявлення несправностей.

Дана кваліфікаційна робота має практичне значення для сервісних центрів, що займаються обслуговуванням автомобілів Toyota Corolla, а також для інженерів та фахівців у галузі автомобільної діагностики. Запропонована методика може бути впроваджена в практику обслуговування автомобілів, що сприятиме підвищенню якості та безпеки експлуатації транспортних засобів.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	1
ВСТУП	4
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	5
1.1. Характеристика станції технічного обслуговування автомобілів	5
1.2 Характеристика ремонтної зони станції технічного обслуговування автомобілів	6
1.3. Недоліки в організації роботи ремонтної дільниці та пропозиції щодо їх усунення	7
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	9
2.1 Технічна характеристика ходової частини автомобіля TOYOTA COROLLA	9
2.2 Конструктивні особливості будови ходової частини автомобіля TOYOTA COROLLA	10
2.3. Технічні умови на defeкацію ходової частини автомобіля і основні причини виникнення дефектів	18
2.4 Загальні принципи діагностики автомобіля	20
2.5. Основні вимоги до засобів технічної діагностики автомобіля. Вибір обладнання для діагностики ходової частини.	22
2.6 Лінія для експрес-діагностики ходової частини ELIPSSO-2-70.	24
2.7 Стенд HPJ-5012 для перевірки встановлення передніх коліс автомобіля	27
2.8 Вибір раціонального алгоритму проведення процесу діагностики. Алгоритм діагностики передньої підвіски автомобіля	34
2.9 Послідовність виконання операцій діагностики ходової частини автомобіля	39
2.10 Розробка удосконаленого технологічного процесу діагностики ходової частини автомобіля	40
2.10.1 Технологічний процес діагностики ходової частини автомобіля	40

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	44
3.1 Пристосування для розбирання стійки передньої підвіски автомобіля	44
3.2 Принцип роботи установки для шлангового миття автомобіля	45
3.3 Принцип роботи пристосування для знімання маточини переднього колеса автомобіля	47
4 БЕЗПЕКА ЖИТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНА ПРАЦІ	49
4.1 Характеристика ремонтної ділянки з точки зору охорони праці та заходи по покращенню умов праці	49
4.2 Розрахунок вентиляції у приміщенні ремонтної ділянки	55
ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	63

ВСТУП

Основними завданнями ремонтних підприємств є виконання капітального ремонту у необхідних кількостях та у найкоротші терміни, покращення якості ремонту, розширення номенклатури відновлюваних деталей, ефективніше використання залишкових ресурсів деталей, вузлів та агрегатів, зменшення витрат на ремонтні роботи, підвищення продуктивності праці та рентабельності виробництва. На сьогодні значна увага приділяється розвитку матеріально-технічної бази транспортних підприємств.

Для підтримки автотранспортних засобів у технічно справному стані, що забезпечує ефективний транспортний процес, галузь здійснює значні ресурсні витрати. Ускладнення конструкції автомобілів, як правило, призводить до збільшення обсягу робіт з технічного обслуговування та ремонту, а також до зростання витрат на забезпечення їх працездатності. При тривалій експлуатації автомобілі та їх складові частини досягають такого стану, коли затрати праці та засобів на підтримання їх у робочому стані починають перевищувати прибутки від їх експлуатації. Такий стан транспортних засобів називають граничним, тому вони направляються на капітальний ремонт.

Необхідність ремонту зумовлена, насамперед, нерівномірністю зношування деталей і агрегатів. На автотранспортних підприємствах проводять планове технічне обслуговування, а за потреби й поточний ремонт, під час якого замінюють окремі деталі та механізми. Це дозволяє підтримувати автомобілі у технічно справному стані.

Отже, основним завданням капітального ремонту є відновлення якостей зношених деталей з мінімальними витратами на ремонт, а також досягнення максимально тривалого терміну експлуатації відновлених деталей.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Характеристика станції технічного обслуговування автомобілів

Сервісний центр „Інтеравтосервіс” ЛТД, який розташований у місті Тернополі, надає послуги з технічного обслуговування та ремонту легкових автомобілів, мікроавтобусів та вантажівок таких марок, як Opel, VW, Ford, Mercedes-Benz, Daewoo, Audi, Fiat, Seat, Nissan, Honda, Renault та інших. На станції технічного обслуговування (СТО) є ремонтна майстерня, мийка автомобілів, моторне відділення та слюсарно-механічний цех. У процесі розвитку було придбано сучасне обладнання для ремонту та діагностики транспортних засобів. „Інтеравтосервіс” ЛТД є одним із перших у Тернополі, яке почало ремонтувати іномарки, завоювавши довіру та повагу автовласників.

СТО оснащена необхідним обладнанням як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва, що дозволяє виконувати широкий спектр робіт. Дільниці СТО призначені для поточного та капітального ремонту основних вузлів і механізмів автомобілів. Вони складаються з кількох взаємопов'язаних частин, які забезпечують ефективний процес ремонту. До структури автопідприємства входять також рихтувальний і фарбувальний цехи. На території СТО є місце для паркування автомобілів, персоналу та клієнтів, а також відремонтованих автомобілів або тих, які очікують ремонту. У будівлі СТО розташовані кабінет механіка, склад, кімната для прийому їжі, гардероб та магазин автозапчастин. У слюсарно-механічній дільниці виконуються роботи з ремонту двигунів, трансмісій, ходової частини, а також рульової та гальмівної систем, де розташовані три електричні підйомники вантажопідйомністю 4, 2 та 1,5 тонни, на яких проводяться слюсарні роботи. Також є оглядова яма з комп'ютерно-лазерним стендом для регулювання кутів встановлення коліс і майданчик для підготовки кузовів до фарбування. Дільниці розділені стінами.

На СТО працює 20 працівників: 6 слюсарів, 1 електрик, 2 зварники, 2 дефектоскопісти, 2 кухарі, 1 маляр, 4 мийники та 2 продавці. У зварювальній дільниці виконуються роботи з вирівнювання, рихтування та заварювання

пошкоджених кузовів автомобілів, а також заміна окремих панелей. Тут є склад для зберігання частин автомобілів, знятих на час ремонту. У фарбувальній дільниці займаються зачищенням, знежиренням, шпаклюванням, фарбуванням та сушінням кузовів автомобілів. Для цього використовуються спеціальні електронагрівальні лампи, витяжна вентиляція та подвійні ворота.

1.2 Характеристика ремонтної зони станції технічного обслуговування автомобілів

Ремонтна зона СТО „Інтеравтосервіс” ЛТД є комплексом спеціалізованих дільниць, призначених для всебічної діагностики, поточного і капітального ремонту агрегатів та вузлів автомобілів. Ця зона забезпечена сучасним обладнанням для виконання різноманітних ремонтних робіт, включаючи діагностичні, розбирально-мийні, а також випробувальні процедури.

Діагностика ходової частини автомобілів проводиться на спеціалізованому посту, де використовуються сучасні інструменти та технології для точного визначення стану вузлів та деталей. Після проведення діагностики та часткового розбирання, придатні до експлуатації деталі направляються до відділення ремонту, а ті, які потребують ремонту або відновлення, передаються до відповідних дільниць. Непридатні деталі утилізуються у спеціальні контейнери для відходів.

Ремонтна зона оснащена стендами для розбирання та складання вузлів, верстатами для випресування підшипників, втулок та інших деталей, а також підйомно-транспортними засобами для зручного маніпулювання агрегатами. Тут розташовані три електричні підйомники з різною вантажопідйомністю, які дозволяють ефективно виконувати слюсарні роботи. Оглядова яма з комп'ютерно-лазерним стендом використовується для регулювання кутів встановлення коліс.

Крім того, ремонтна зона включає мийний комплекс, де проводиться зовнішнє миття агрегатів перед їх подальшим обслуговуванням. Це забезпечує чистоту та безпеку робіт під час розбирання та ремонту. Професійний підхід до

організації робіт у ремонтній зоні дозволяє забезпечити високий рівень якості обслуговування, зменшуючи час простою автомобілів і підвищуючи їх надійність та безпеку на дорозі.

1.3. Недоліки в організації роботи ремонтної дільниці та пропозиції щодо їх усунення

Недоліки в організації роботи дільниці та пропозиції щодо її удосконалення:

1. Нераціональне розміщення обладнання:

- на великій території СТО обладнання розташоване неефективно, що збільшує підготовчо-заклучний час і витрати на транспортування матеріалів, інструментів та агрегатів до робочих місць. Це знижує загальну продуктивність праці та уповільнює процес ремонту.

2. Недостатнє використання механізованих інструментів:

- практично не використовуються сучасні механізовані інструменти, такі як пневмо- та електрогайковерти, що збільшує фізичне навантаження на персонал і підвищує ймовірність людських помилок.

3. Відсутність сучасних методів дефектації та діагностики:

- недостатнє застосування нових методів дефектації, таких як магнітодефектоскопія, що призводить до частого повторного використання деталей із прихованими дефектами, і може викликати аварійний вихід з ладу дорогих агрегатів.

4. Неоптимальні умови праці:

- відсутність комфортних умов праці, захисту від шкідливих факторів навколишнього середовища та недостатнє освітлення можуть негативно впливати на продуктивність та здоров'я працівників.

Пропозиції щодо удосконалення організації роботи дільниці:

1. Оптимальне розміщення обладнання:

- провести ревізію поточного розташування обладнання та переорганізувати його таким чином, щоб мінімізувати відстані між робочими зонами. Це дозволить зменшити час на транспортування матеріалів та підвищити ефективність праці.

2. Впровадження механізованих інструментів:

- закупити та активно використовувати сучасні механізовані інструменти, такі як пневмо- та електрогайковерти. Це допоможе зменшити фізичне навантаження на працівників, підвищити точність та швидкість виконання робіт.

3. Використання сучасних методів дефектації та діагностики:

- впровадити новітні методи дефектації, зокрема магнітодефектоскопію та ультразвукову діагностику. Це дозволить виявляти приховані дефекти деталей на ранніх стадіях та запобігати аварійним ситуаціям.

4. Покращення умов праці:

- забезпечити працівників комфортними умовами праці, включаючи належне освітлення, вентиляцію та захист від шкідливих впливів. Створення ергономічних робочих місць сприятиме підвищенню продуктивності та зниженню рівня професійних захворювань.

5. Раціональне використання площ ремонтних дільниць:

- ефективно використовувати обмежену площу для розміщення необхідного обладнання та інструментів. Це дозволить зменшити витрати на оренду та експлуатацію приміщень.

6. Забезпечення безперебійного постачання:

- налагодити систему безперебійного постачання всім необхідним обладнанням та оснащенням для виконання виробничих завдань. Це включає своєчасне поповнення запасів матеріалів, інструментів та запчастин.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічна характеристика ходової частини автомобіля TOYOTA COROLLA

Дані технічної характеристики ходової частини автомобіля TOYOTA COROLLA приведені в таблиці 2.1.

Табл. 2.1 Технічні дані ходової частини автомобіля TOYOTA COROLLA

Тип підвіски передньої осі	Незалежна, Макферсон, зі стабілізатором поперечної стійкості
Тип підвіски задньої осі	Незалежна багатоважільна, зі стабілізатором поперечної стійкості
Тип гальм передніх	Дискові вентильовані
Тип гальм задніх	Дискові
Рульове управління	Електропідсилювач рульового управління, рейкова передача
Розмір коліс	195/65 R15, 205/55 R16 (в залежності від комплектації)
Вантажопідйомність, кг	До 600 кг
Максимальна швидкість, км/год	До 195 км/год (в залежності від двигуна та комплектації)
Витрата палива (комбінований цикл), л/100 км	Від 5.5 до 7.2 л/100 км (в залежності від двигуна та комплектації)

Позначення: 1GA, 1GG, 1GE, 1JD, 1JH, 1JF, 1JB – маркування шасі “PR” номерами. На рис. 2.1 показано приклад маркування шасі зі стандартною ходовою частиною 1GA.



Рис. 2.1 Приклад маркування шасі зі стандартною ходовою частиною 1GA

2.2 Конструктивні особливості будови ходової частини автомобіля TOYOTA COROLLA

Ходова частина автомобіля TOYOTA COROLLA являє собою комплекс механізмів і вузлів, які забезпечують плавність ходу, стійкість та керованість транспортного засобу. Вона включає підвіску, кермове управління, гальмівну систему та колеса. Розглянемо конструктивні особливості кожного з цих компонентів.

Передня підвіска. Тип підвіски: Незалежна, типу McPherson. Основні компоненти: Важіль підвіски, амортизаційна стійка, пружина, стабілізатор поперечної стійкості. Конструктивні особливості: Підвіска McPherson забезпечує високу стійкість і комфорт при керуванні автомобілем. Амортизаційні стійки і пружини розташовані таким чином, щоб поглинати удари і вібрації, що виникають при русі по нерівностях.

Задня підвіска. Тип підвіски: Напівнезалежна, торсiонна балка. Основні компоненти: Торсiонна балка, амортизатори, пружини. Конструктивні особливості: Напівнезалежна задня підвіска забезпечує баланс між комфортом і керованістю, знижуючи загальну масу автомобіля і покращуючи його маневреність.

Кермове управління. Тип кермового рулювання: Ресний механізм з електропідсилювачем. Основні компоненти: Кермова рейка, електропідсилювач, кермові тяги. Конструктивні особливості: Електропідсилювач керма забезпечує легкість керування автомобілем, знижуючи фізичне навантаження на водія та покращуючи точність керування. Система адаптується до швидкості руху, забезпечуючи оптимальну підтримку в різних умовах водіння.

Гальмівна система. Передні гальма: Дискові вентильовані. Задні гальма: Дискові. Система: Антиблокувальна система гальм (ABS), електронний розподіл гальмівних зусиль (EBD), система допомоги при екстреному гальмуванні (BA). Конструктивні особливості: Вентильовані дискові гальма на передній осі забезпечують ефективне розсіювання тепла та підвищену гальмівну потужність. Задні дискові гальма доповнюють загальну ефективність системи. Системи ABS, EBD та BA забезпечують безпечне і ефективне гальмування в різних умовах.

Колеса та шини. Тип шин: Радіальні. Розміри шин: Варіюються в залежності від комплектації, типові розміри – 195/65 R15 або 205/55 R16. Диски: Сталеві або легкосплавні (алюмінієві), залежно від комплектації. Конструктивні особливості: Радіальні шини забезпечують кращу керованість і комфорт при їзді. Легкосплавні диски знижують загальну масу автомобіля, покращуючи динаміку і ефективність використання палива.

Ходова частина TOYOTA COROLLA характеризується високою надійністю, комфортом та ефективністю. Інженери Toyota приділяють значну увагу кожному компоненту, щоб забезпечити оптимальну керованість, стійкість на дорозі та комфорт для пасажирів. Завдяки поєднанню сучасних технологій і

традиційної якості, TOYOTA COROLLA залишається однією з найбільш популярних і надійних моделей у своєму класі.

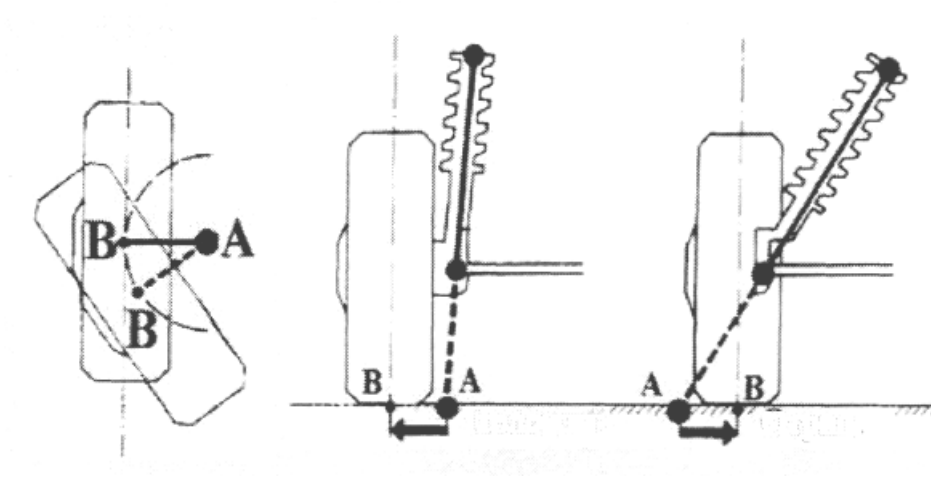


Рисунок 2.2 Положення уявної точки дотику колеса автомобіля до дорожнього покриття

На рис. 2.2 показано положення уявної точки дотику шини колеса до дорожнього покриття. При поворотах переднє колесо рухається по дузі точки (А), як показано на рисунку 2.2. Там, де уявна лінія дотикається дороги, знаходиться точка (В), яка позначає середину поверхні дотику шини. Радіус (А-В) дуги є плечем обкатки. Плече обкатки залежить від положення осі повороту: якщо вісь повороту дотикається дороги в середині коліс автомобіля (відстань між центрами коліс), то плече буде позитивним. Плече буде негативним, коли вісь повороту знаходиться ззовні коліс. Для безпечних умов руху автомобіля передні колеса повинні бути встановлені в поперечному та боковому напрямках під допустимими кутами

Отже, конструкція підвіски автомобіля створює негативне плече обкату. Це означає, що точка перетину осі повороту колеса з дорогою знаходиться ззовні центру плями контакту шини з поверхнею. У поєднанні з діагональною схемою розділення гідроприводу гальм це забезпечує підвищену стійкість автомобіля при гальмуванні на слизькій дорозі.

Одним з основних елементів підвіски є телескопічна гідравлічна амортизаційна стійка (позиція 7 на рис. 2.3), яка виконує функції направляючого та гасячого пристроїв підвіски.

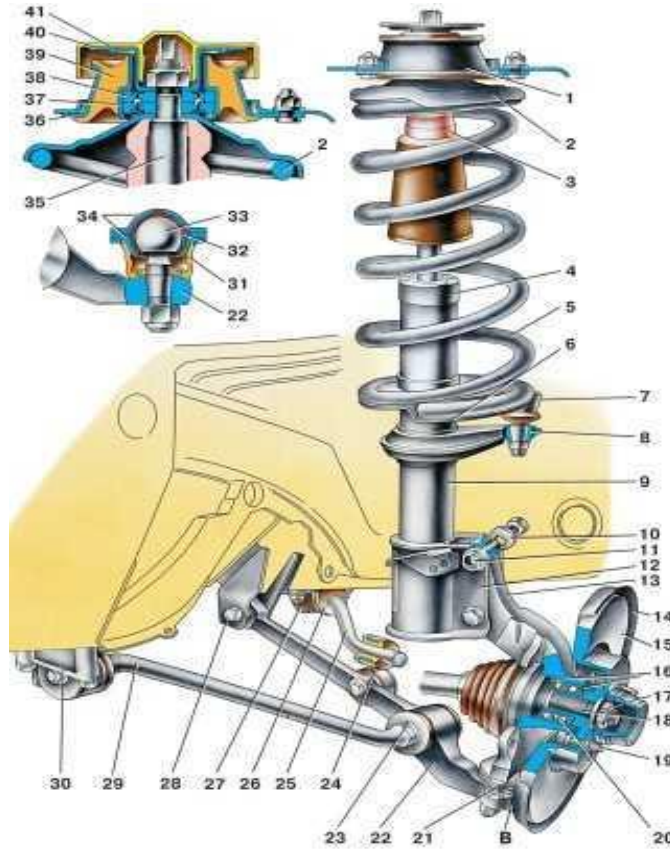


Рисунок 2.3. Підвіска автомобіля TOYOTA COROLLA в зборі з поворотнім кулаком і маточиною колеса.

1 - Верхня опора амортизатора, 2 - Пружина, 3 - Амортизатор, 4 - Пиліковик, 5 - Буфер обмеження ходу, 6 - Корпус амортизатора, 7 - Підшипник маточини, 8 - Маточина, 9 - Диск гальмівний, 10 - Супорт гальмівний, 11 - Кулак поворотний, 12 - Кульова опора верхня, 13 - Кульова опора нижня, 14 - Важіль підвіски, 15 - Втулка кріплення, 16 - Поворотний кулак, 17 - Кронштейн стабілізатора, 18 - Лінк стабілізатора, 19 - Поворотна стійка, 20 - Стабілізатор поперечної стійкості, 21 - Рульова тяга, 22 - Палець керма, 23 - Тяга рульова, 24 - Кронштейн кріплення, 25 - Палець рульового механізму, 26 - Кронштейн кріплення, 27 - Болт кріплення, 28 - Гайка кріплення, 29 - Підвіска ередньої осі, 30 - Рульовий механізм, 31 - Поворотний важіль, 32 - Втулка важеля, 33 - Втулка стабілізатора, 34 - Кронштейн втулки стабілізатора, 35 - Сальник, 36 -

Пильовик, 37 - Втулка рульового механізму, 38 - Болт рульового механізму, 39 - Гайка рульового механізму, 40 - Пильовик рульового механізму, 41 - Шарова опора рульового механізму

Підвіска автомобіля. Будова підвіски автомобіля в зборі з поворотним кулаком і маточиною колеса. Підвіска автомобіля в зборі з поворотним кулаком і маточиною колеса є складним механізмом, який забезпечує комфорт і безпеку руху, стійкість автомобіля, а також передачу кермових зусиль на колеса. Розглянемо будову цього вузла детально. Основний компонент механізму підвіски автомобіля - поворотний кулак. Функціональне призначення поворотного кулака - центральний елемент підвіски, на який кріпляться маточина колеса, амортизатор, нижній та верхній важелі (в залежності від конструкції підвіски), а також кермові тяги. Матеріал для виготовлення поворотного кулака - високоміцна сталь або алюмінієвий сплав для забезпечення міцності та зниження ваги.

Маточина колеса. Основне функціональне призначення - маточина колеса є частиною, на яку встановлюється колесо автомобіля. Вона обертається разом з колесом і забезпечує передачу обертового моменту від приводу. Основні компоненти: підшипник маточини, кріпильні шпильки або болти для фіксації колеса.

Амортизатор. Основне функціональне призначення - амортизатор зменшує коливання і удари, що виникають при русі автомобіля по нерівностях. Він поглинає енергію ударів і перетворює її на теплову енергію, тим самим покращуючи комфорт і керованість. Основні типи амортизаторів: масляний, газомасляний або пневматичний.

Пружина. Основне функціональне призначення - пружина підтримує вагу автомобіля, зменшує коливання та забезпечує необхідну жорсткість підвіски. Працює в парі з амортизатором. Основні типи пружин: циліндричною (гвинтовою) або листовою (у випадку з задньою підвіскою деяких автомобілів).

Верхній та нижній важелі (в залежності від типу підвіски). Основне функціональне призначення - важелі підвіски забезпечують правильне

розташування поворотного кулака і колеса відносно кузова автомобіля. Вони дозволяють колесу рухатися вверх-вниз при збереженні його правильного кутового положення. Типи важелів: одинарні або парні (подвійні важелі) в залежності від конструкції підвіски.

Шарніри та з'єднання. Основне функціональне призначення - забезпечують рухоме з'єднання між компонентами підвіски, дозволяючи їм змінювати положення під час руху автомобіля. Типи шарнірів: кульові шарніри, сайлентблоки та інші еластичні з'єднання.

Кріплення маточини до поворотного кулака. Маточина кріпиться до поворотного кулака за допомогою підшипника. Підшипник забезпечує вільне обертання маточини відносно поворотного кулака. Кріпильні болти або шпильки забезпечують надійну фіксацію колеса. Амортизатор і пружина. Амортизатор зазвичай кріпиться одним кінцем до поворотного кулака, а іншим - до кузова автомобіля. Пружина може бути розташована окремо від амортизатора або інтегрована з ним (наприклад, в стійці McPherson). Важелі підвіски. Верхній і нижній важелі підвіски (якщо вони є) кріпляться до поворотного кулака через шарніри. Вони забезпечують стабільність і правильне положення колеса під час руху. Кермові тяги. Кермові тяги з'єднують поворотний кулак з кермовою рейкою, передаючи кермові зусилля на колеса, дозволяючи їм повертатися вліво і вправо.

Особливості конструкції підвіски – компактність. Інтеграція маточини, амортизатора та поворотного кулака в одну конструкцію дозволяє зменшити вагу та розміри підвіски, що позитивно впливає на керованість та економію палива. Використання високоякісних матеріалів і сучасних технологічних процесів виготовлення та складання забезпечують необхідну надійність, довговічність та безвідмовну роботу підвіски автомобіля.

Конструкція підвіски може бути змінена або модернізована в залежності від моделі автомобіля, наприклад, для покращення спортивних характеристик або підвищення комфорту.

Верхня опора стійки кріпиться до кузова автомобіля за допомогою трьох гайок (рис. 2.4). Завдяки своїй еластичності, опора забезпечує "гойдання" стійки під час роботи підвіски та гасить високочастотні вібрації. Вмонтований в опору підшипник дозволяє стійці повертатися разом із керованими колесами.

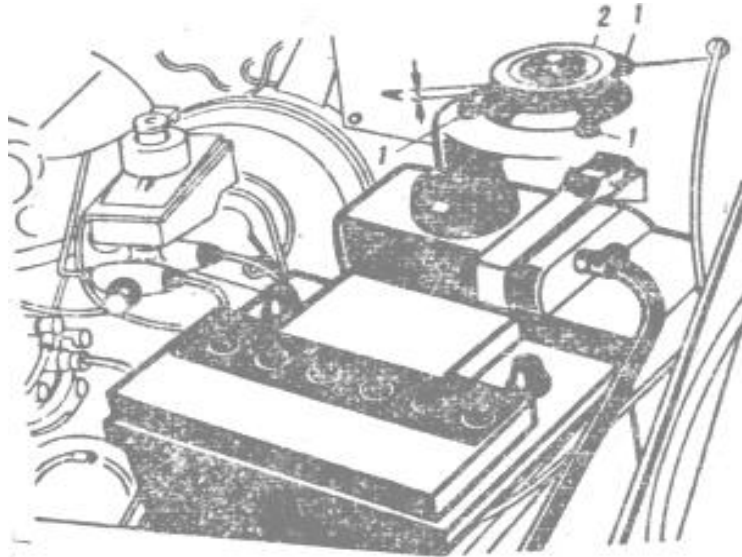


Рисунок 2.4. Спосіб кріплення верхньої опори підвіски

Кріплення верхньої опори підвіски автомобіля TOYOTA COROLLA. Верхня опора підвіски автомобіля Toyota Corolla є важливим компонентом, який з'єднує амортизаційну стійку з кузовом автомобіля. Вона грає ключову роль у забезпеченні стабільності, комфорту і безпеки під час руху. Розглянемо конструкцію та принципи кріплення верхньої опори підвіски докладніше.

Основні компоненти верхньої опори підвіски: Опорний підшипник. Основне функціональне призначення - забезпечення обертання амортизаційної стійки при поворотах колеса, яке зменшує тертя між рухомими частинами. Матеріал - високоякісна сталь або полімер для забезпечення довговічності та надійності під час експлуатації. Гумова втулка (сайлентблок). Основне функціональне призначення – поглинання вібрації та ударів, що передаються від дороги до кузова автомобіля, забезпечуючи комфорт під час їзди. Матеріал - еластомер, який має високу міцність і довговічність. Металевий корпус опори.

Основне функціональне призначення - забезпечення жорсткості конструкції і надійності кріплення амортизаційної стійки до кузова. Матеріал – алюмінієвий сплав або сталь. Кріпильні болти та гайки. Основне функціональне призначення - забезпечення надійності кріплення верхньої опори до кузова автомобіля. Матеріал - високоякісна сталь з антикорозійним покриттям.

Процес кріплення верхньої опори підвіски: Підготовка місця кріплення: перш за все, необхідно підготувати місце кріплення на кузові автомобіля. Це включає очищення поверхні від бруду та старих залишків матеріалів. Встановлення амортизаційної стійки: амортизаційна стійка зібрана з пружиною і верхньою опорою вставляється в місце кріплення на кузові автомобіля через отвір у верхній частині підкрилка. Кріплення верхньої опори до кузова: верхня опора підвіски кріпиться до кузова автомобіля за допомогою трьох або чотирьох болтів (залежно від моделі). Болти проходять через отвори в кузові і закручуються гайками з внутрішньої сторони. Цей процес потребує точного затягування болтів з використанням динамометричного ключа для забезпечення рівномірного розподілу навантаження.

Перевірка правильності установки. Після встановлення і затягування болтів необхідно перевірити правильність установки верхньої опори. Це включає перевірку на відсутність люфту, перекосів і зайвих звуків при обертанні амортизаційної стійки. Завершення установки. Після успішної перевірки установки, амортизаційна стійка підключається до інших компонентів підвіски, таких як нижній важіль, стабілізатор поперечної стійкості та кермова тяга.

Особливості кріплення. Жорсткість і гнучкість: конструкція верхньої опори підвіски поєднує в собі жорсткість металевого корпусу та гнучкість гумової втулки, що дозволяє ефективно поглинати удари і вібрації. Захист від корозії: всі металеві компоненти мають антикорозійне покриття, що забезпечує довговічність і стійкість до агресивного зовнішнього середовища. Легкість обслуговування: конструкція верхньої опори передбачає легкий доступ до кріпильних елементів, що спрощує процес обслуговування та заміни.

Кріплення верхньої опори підвіски автомобіля TOYOTA COROLLA є важливим елементом, що забезпечує надійну і стабільну роботу підвіски, підвищуючи комфорт і безпеку водіння.

2.3. Технічні умови на defeкацію ходової частини автомобіля і основні причини виникнення дефектів

До експлуатаційних дефектів, які виявляються під час діагностики, належать ті, які виникають через зношення, втому матеріалу, корозію та інші причини, а також внаслідок неправильної експлуатації. Найбільша кількість відмов у процесі експлуатації відбувається через зношення деталей. Зношення деталей залежить від багатьох факторів, зокрема від умов тертя. Залежно від наявності мастила між тертьовими поверхнями розрізняють сухе, граничне та рідинне тертя.

Зважаючи на конструктивні особливості та певні умови експлуатації кожного класу деталей, можна орієнтовно визначити характерні дефекти ходової частини автомобіля TOYOTA COROLLA та способи їх усунення, наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 Основні несправності ходової частини автомобіля TOYOTA COROLLA та способи їх усунення

Тип несправності	Метод усунення
Знос протектора	Рекомендується перестановка коліс через кожні 5000 км пробігу
Неправильний кут розвалу	Перевірити та відрегулювати кут розвалу
Неправильне сходження коліс	Перевірити та відрегулювати сходження
Неправильний тиск в шинах	Перевірити та накачати шини до нормального тиску
Різкий розгін з пробуксовкою	Плавнo збільшувати швидкість при розгоні

Продовження таблиця 2.2

Висока швидкість по ґрунтових дорогах	Рухатися повільно по ґрунтових дорогах
Неправильний зазор підшипників	Відрегулювати зазор і змастити підшипники
Туге качання важелів	Замінити несправні деталі важелів
Шум підвіски	Відремонтувати амортизатори і затягнути болти кріплення
Знос шарових шарнірів	Замінити шарові шарніри
Знос підшипників коліс	Перевірити і замінити підшипники
Відхилення від прямолінійного руху	Перевірити та відрегулювати кути встановлення коліс
Неправильний зазор підшипників	Відрегулювати зазор
Деформація цапфи або важелів	Замінити деформовані частини
Несправність амортизаторів	Відремонтувати та заправити амортизатори
Знос пружин підвіски	Замінити несправні пружини
Гальмування на ходу	Перевірити та відрегулювати гальма
Стукіт коліс	Відремонтувати або замінити шини, перевірити тиск та балансування коліс
Деформація обода	Виправити та відцентрувати обід
Самовільне коливання коліс	Перевірити тиск в шинах, підшипники та амортизатори
Ослаблення кріплення цапфи	Перевірити кріплення і, при необхідності, замінити цапфу
Порушення кутів коліс	Перевірити та відрегулювати кути встановлення коліс
Знос шарнірів	Замінити несправні шарніри
Пошкодження корпусу шарніра	Відремонтувати кронштейн та стійку
Збільшений зазор шарніра	Замінити шарнір і захисний чохол
Пошкодження важеля	Замінити вісь і важіль

2.4 Загальні принципи діагностики автомобіля

Діагностика автомобіля є важливим етапом обслуговування та ремонту, що дозволяє виявити та усунути несправності, забезпечити безпеку та ефективність роботи транспортного засобу. Процес діагностики включає декілька ключових принципів і методів, які допомагають точно визначити стан автомобіля та його систем. Основні принципи діагностики автомобіля:

Візуальний огляд.

1. Зовнішній огляд: Перевірка кузова автомобіля на наявність пошкоджень, корозії, стану лакофарбового покриття.
2. Огляд підкапотного простору: Перевірка стану двигуна, системи охолодження, ременів, шлангів та проводки на наявність зносу, витоків рідин або пошкоджень.
3. Огляд підвіски та ходової частини: Оцінка стану підвіски, амортизаторів, пружин, гальмівних дисків та колодок, шин та коліс.

Електронна діагностика

1. Сканування електронних систем: Використання діагностичного сканера для зчитування кодів помилок з електронних блоків управління (ECU). Це дозволяє визначити несправності в системах двигуна, трансмісії, гальмівної системи, системи контролю викидів та інших.
2. Перевірка датчиків та виконавчих механізмів: Аналіз показників датчиків (наприклад, датчика кисню, температури, тиску масла) та перевірка роботи виконавчих механізмів (форсунок, клапанів, запалювання).

Механічна діагностика

- 5 Тест компресії: Вимірювання компресії в циліндрах двигуна для оцінки стану поршневої групи, клапанів і циліндрів.
- 6 Тест тиску палива: Перевірка тиску в паливній системі для визначення справності паливного насоса та регулятора тиску.

6.1 Аналіз вихлопних газів: Використання газоаналізатора для перевірки складу вихлопних газів, що дозволяє оцінити ефективність згоряння палива та стан системи випуску.

Тестування на стендах

1. Динамометричний стенд: Вимірювання потужності та крутного моменту двигуна на спеціальному стенді для оцінки його роботи під навантаженням.

2. Стенд для перевірки гальмівної системи: Оцінка ефективності роботи гальмівної системи, включаючи перевірку рівномірності гальмування на кожному колесі.

3. Стенд для перевірки підвіски: Вимірювання параметрів підвіски, таких як кути встановлення коліс (розвал, сходження) та амортизаційні характеристики.

Тест-драйв

1. Оцінка на дорозі: Проведення тест-драйву для перевірки роботи автомобіля в реальних умовах. Це дозволяє виявити несправності, які не можуть бути виявлені в стаціонарних умовах, наприклад, шуми, вібрації, поведінка автомобіля при прискоренні, гальмуванні та поворотах.

Документування результатів

1. Запис результатів діагностики: Фіксація виявлених несправностей, показників тестів та висновків у спеціальних діагностичних листах або електронних системах.

2. Рекомендації щодо ремонту: Надання власнику автомобіля рекомендацій щодо необхідного ремонту або заміни деталей на основі отриманих результатів діагностики.

2.5. Основні вимоги до засобів технічної діагностики автомобіля. Вибір обладнання для діагностики ходової частини.

Засоби технічного діагностування є важливою складовою обслуговування та ремонту автомобілів. Вони повинні відповідати ряду вимог для забезпечення точної, надійної та ефективної діагностики. Основні вимоги включають:

Точність та надійність: Засоби діагностування повинні надавати точні та повторювані результати. Висока точність вимірювань дозволяє виявляти навіть незначні відхилення від норми.

Універсальність: Обладнання повинно бути сумісним з різними марками і моделями автомобілів. Це дозволяє використовувати одні й ті ж засоби для діагностики широкого спектру транспортних засобів.

Простота використання: Діагностичне обладнання має бути зручним і простим у використанні, з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом. Це знижує ймовірність помилок під час експлуатації та дозволяє швидко навчити персонал.

Безпека: Обладнання повинно відповідати вимогам безпеки, захищати оператора від можливих небезпек і не шкодити діагностованому автомобілю.

Мобільність: Багато засобів діагностування повинні бути портативними, щоб їх можна було легко переміщувати та використовувати в різних умовах, включаючи виїзні діагностики.

Стійкість до впливу навколишнього середовища: Діагностичне обладнання повинно працювати стабільно в умовах підвищеної вологості, пилу, екстремальних температур та інших впливів навколишнього середовища.

Інтеграція з іншими системами: Обладнання має бути здатним до інтеграції з іншими системами діагностики та обслуговування, а також мати можливість оновлення програмного забезпечення для підтримки нових моделей автомобілів.

Вибір обладнання для діагностики ходової частини: Ходова частина автомобіля включає підвіску, рульове управління та гальмівну систему. Вибір

обладнання для діагностики цих компонентів повинен враховувати особливості та вимоги до кожного елемента. Основні види обладнання включають:

Стенди для перевірки підвіски:

Функції: Перевірка амортизаторів, пружин, стабілізаторів поперечної стійкості, важелів підвіски.

Особливості: Вимірювання характеристик демпфування амортизаторів, тестування на наявність люфтів у підвісці, перевірка стану пружин під навантаженням.

Приклади: Стенди типу «шок-тестер», вібростенди для перевірки амортизаторів.

Стенди для перевірки рульового управління: *Функції:* Перевірка роботи кермового механізму, кермових тяг, кульових опор.

Особливості: Тестування кермового управління на предмет люфтів, перевірка правильності установки кутів рульових тяг, вимірювання зусиль на кермі.

Приклади: Стенди для перевірки кутів установки коліс, системи для вимірювання зусиль на кермі.

Стенди для перевірки гальмівної системи: *Функції:* Перевірка гальмівних дисків, барабанів, колодок, гальмівних трубок і шлангів.

Особливості: Вимірювання гальмівного зусилля на кожному колесі, перевірка рівномірності гальмування, тестування на знос гальмівних колодок і дисків.

Приклади: Гальмівні стенди (роликові або платформи), стенди для перевірки гальмівної рідини.

Стенди для перевірки кутів установки коліс:

Функції: Вимірювання і регулювання кутів сходження та розвалу коліс, кастору, кута повороту коліс.

Особливості: Висока точність вимірювань, можливість швидкого коригування кутів установки.

Приклади: Лазерні або інфрачервоні стенди для регулювання кутів установки коліс.

Мобільні діагностичні сканери:

Функції: Зчитування кодів помилок і параметрів з електронних блоків управління ходової частини.

Особливості: Компактність, можливість роботи з різними марками і моделями автомобілів, оновлюване програмне забезпечення.

Приклади: OBD-II сканери, діагностичні планшети з відповідним програмним забезпеченням.

2.6 Лінія для експрес-діагностики ходової частини ELIPSSO-2-70.

Принцип роботи та переваги і недоліки лінії експрес-діагностики ELIPSSO-2-70. Лінія експрес-діагностики ELIPSSO-2-70 призначена для швидкої та ефективної перевірки технічного стану автомобіля. Вона дозволяє виконувати комплексну діагностику ходової частини, гальмівної системи, підвіски та інших важливих компонентів автомобіля. Принцип роботи цієї лінії базується на використанні різноманітних стендів та датчиків, які здійснюють тестування автомобіля в кілька етапів:

Заїзд на лінію діагностики: автомобіль заїжджає на спеціально обладнану діагностичну лінію, де розміщені різні тестові платформи і стенди.

Перевірка гальмівної системи: автомобіль проїжджає по роликовому стенду для перевірки гальмівної системи. Стенд вимірює гальмівну силу на кожному колесі, оцінює рівномірність гальмування та ефективність роботи гальмівних механізмів.

Перевірка підвіски: на спеціальних віброплатформах перевіряються амортизатори та пружини підвіски. Платформи імітують нерівності дороги, вимірюючи демпфувальні характеристики амортизаторів.

Перевірка коліс і шин: вимірювання розвалу-сходження коліс здійснюється за допомогою лазерних або інфрачервоних датчиків.

Перевіряється правильність кутів установки коліс для забезпечення стабільності та керованості автомобіля.

Оцінка стану ходової частини: перевірка наявності люфтів у підвісці, стану кульових опор, кермових тяг та інших елементів ходової частини.

Відображення та аналіз результатів: результати діагностики відображаються на екрані у вигляді графіків і звітів. Оператор може швидко проаналізувати стан автомобіля та визначити необхідні ремонтні роботи.

Швидкість і ефективність: лінія дозволяє швидко провести комплексну діагностику автомобіля, значно скорочуючи час, необхідний для оцінки технічного стану.

Точність вимірювань: використання сучасних датчиків і стендів забезпечує високу точність діагностики, що дозволяє виявляти навіть незначні відхилення від норми.

Універсальність: лінія може використовуватися для діагностики широкого спектру автомобілів різних марок і моделей, що робить її універсальним інструментом для СТО.

Комплексність: можливість проведення різноманітних тестів в одному місці дозволяє отримати повну картину технічного стану автомобіля.

Зручність використання: інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і автоматизація процесів діагностики знижують вимоги до кваліфікації персоналу та мінімізують людський фактор.

Недоліки лінії експрес-діагностики ELIPSSO-2-70

Висока вартість: висока ціна обладнання може бути суттєвим недоліком для малих СТО або майстерень з обмеженим бюджетом.

Потреба у спеціалізованому обслуговуванні: обладнання вимагає регулярного технічного обслуговування та калібрування для забезпечення точної роботи, що потребує додаткових витрат та спеціалізованого персоналу.

Залежність від електропостачання: робота лінії діагностики залежить від стабільного електропостачання, що може бути проблемою у випадку перебоїв з електрикою.

Обмеження по простору: лінія потребує достатньо великої площі для встановлення і експлуатації, що може бути обмеженням для невеликих СТО.

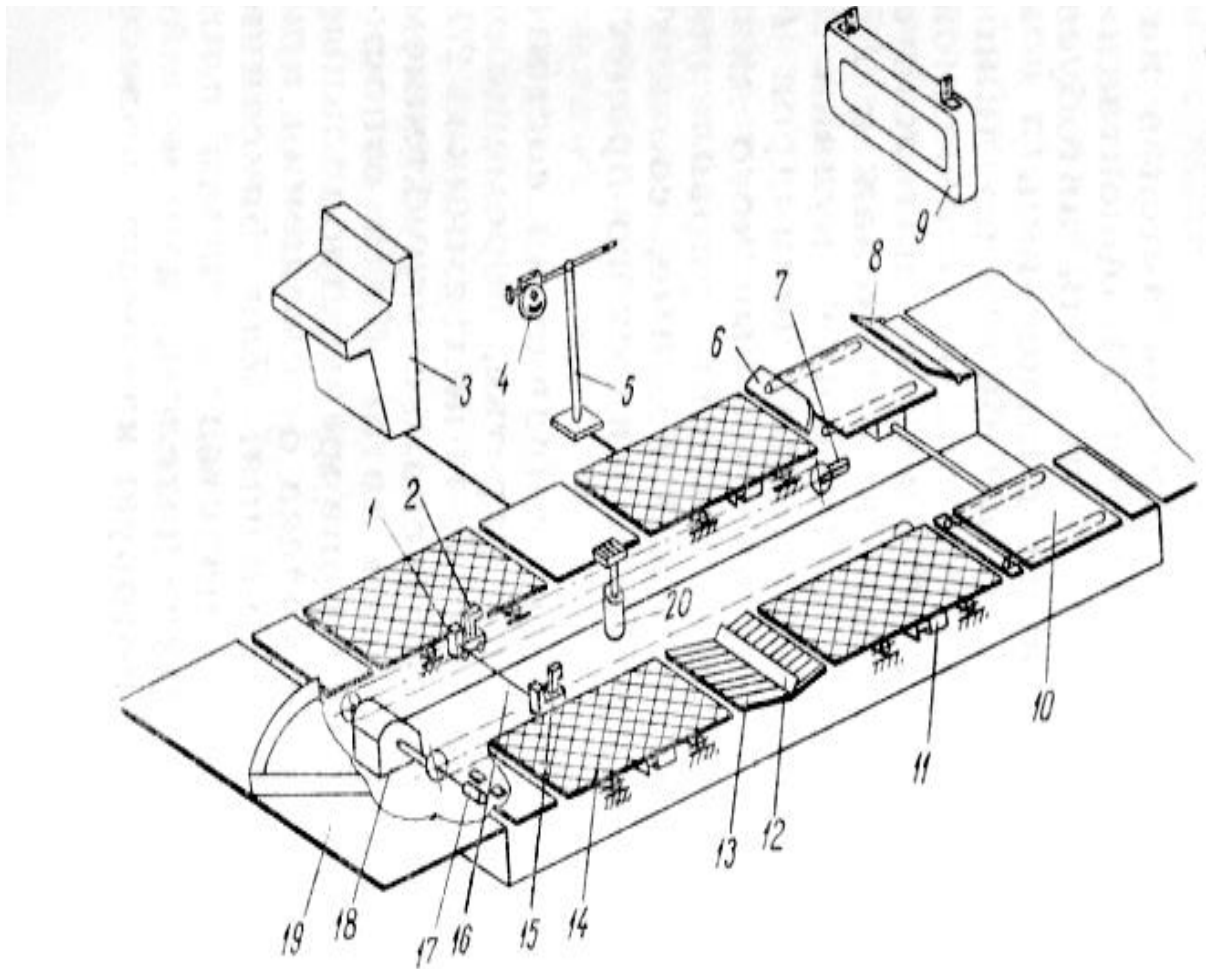


Рисунок 2.5. Лінія для експрес-діагностики типу ELIPSSO-2-70:

1 – штоки циліндрів, 2 – штовхальні кулаки, 3 – пульт управління, 4 – люфтомір, 5 – стійки, 6 – важіль включення стенду по перевірці кутів встановлення передніх коліс, 7 – натяжне обладнання, 8 – важіль для вимикання стенду, 9 – табло команд, 10 – стенд для перевірки кутів встановлення передніх коліс, 11 – елеконтактні датчики, 12 – важіль, 13 – пост для перевірки люфту рульового управління, 14 – стенд для перевірки гальм, 15 - повзуни, 16 – трубопровід високого тиску, 17 – механізм автомату керування лінією, 18 – привідна станція, 19 – направляючий пристрій

2.7 Стенд HPJ-5012 для перевірки встановлення передніх коліс автомобіля

Принцип роботи стенда HPJ-5012 для перевірки встановлення передніх коліс автомобіля. Стенд HPJ-5012 призначений для перевірки правильності встановлення передніх коліс автомобіля, зокрема для вимірювання і регулювання кутів розвалу і сходження коліс. Правильне налаштування цих кутів важливо для забезпечення стабільності, керованості і рівномірного зносу шин автомобіля. Розглянемо принцип роботи цього стенда детально. Платформа, на яку заїжджає автомобіль, дозволяє точно встановити його у положення, необхідне для проведення вимірювань. Спеціальні адаптери закріплюються на передніх колесах автомобіля. Вони забезпечують надійне кріплення датчиків, які вимірюють кути розвалу і сходження.

Високоточні датчики, які вимірюють кути нахилу коліс відносно вертикальної і горизонтальної осей. Вони можуть бути оптичними, інфрачервоними або лазерними. Блок управління обробляє дані, отримані від датчиків, і відображає результати вимірювань на екрані. Спеціалізоване ПЗ аналізує дані, зберігає їх і надає рекомендації щодо регулювання кутів встановлення коліс. Автомобіль заїжджає на платформу стенда, і його передні колеса закріплюються спеціальними адаптерами, на які встановлюються датчики. Платформа вирівнюється за допомогою вбудованих рівнів і регулювальних механізмів, щоб забезпечити точність вимірювань. Датчики вимірюють кути нахилу коліс відносно вертикальної (розвал) і горизонтальної (сходження) осей. Дані передаються до електронного блоку управління.

Електронний блок управління аналізує отримані дані і відображає результати на екрані. Програмне забезпечення порівнює їх з нормативними значеннями і визначає відхилення. На основі отриманих даних механік проводить регулювання кутів встановлення коліс. Програмне забезпечення може надавати підказки і рекомендації щодо необхідних змін. Після проведення регулювання стенд повторно вимірює кути встановлення коліс, щоб

переконатися у відповідності їх нормативним значенням. При необхідності коригування повторюються до досягнення оптимальних параметрів.

Сучасні датчики забезпечують високу точність вимірювань кутів встановлення коліс, що дозволяє досягти оптимальних характеристик керованості автомобіля. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і автоматизація процесу вимірювання і регулювання знижують ймовірність помилок і полегшують роботу механіка. Швидкий процес вимірювання і регулювання дозволяє обслуговувати більше автомобілів за одиницю часу, що підвищує продуктивність СТО. Стенд може використовуватися для різних марок і моделей автомобілів, що робить його універсальним інструментом для СТО. Початкова вартість обладнання може бути високою, що може стати бар'єром для малих СТО або майстерень. Стенд вимагає регулярного технічного обслуговування і калібрування для забезпечення точної роботи, що потребує додаткових витрат. Робота стенда залежить від стабільного електропостачання, що може бути проблемою у випадку перебоїв з електрикою. Передні колеса автомобіля встановлені з розвалом, тобто осі обертання коліс AO і A_1O_1 (рис. 2.9) нахилені до горизонтальної площини.

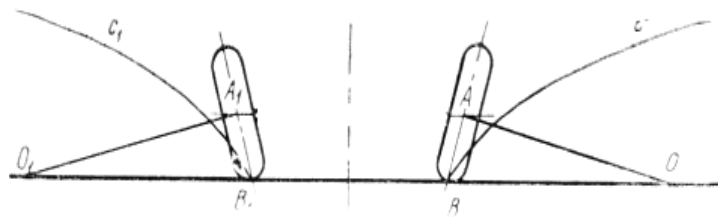


Рисунок 2.6 Схема руху коліс автомобіля, які встановлені з розвалом

При цьому вони прагнуть рухатися по площині, як конуси щодо вершин O і O_1 , по дугам, що розходяться між собою BC і B_1C_1 . Унаслідок розвалу керованих коліс під час руху автомобіля по прямій у зоні контакту шин із поверхнею з'являються бічні сили, які викликають додаткове зношення шин. Величину цих сил зменшують, встановлюючи колеса з урахуванням їхнього сходження.

Зношення шин залежить від співвідношення між кутами сходження і розвалу, а також від бічної та кутової жорсткості шин, які постійно змінюються під час експлуатації та зношування. Таким чином, одному і тому ж куту розвалу при різній жорсткості шин відповідають різні величини сходження. Визначити ж для кожного конкретного випадку бічну і кутову жорсткість шини в умовах експлуатації практично неможливо.

З цього випливає, що для правильної установки керованих коліс автомобілів при зміні їх жорсткості та диференціації зношення бігової доріжки шини не можна рекомендувати які-небудь постійні оптимальні співвідношення розвалу і сходження. Для кожного конкретного випадку, залежно від стану шин і форми зношення елементів протектора, це співвідношення буде різним.

Силовий метод дозволяє оптимально контролювати та налаштовувати передні колеса: величина бічної сили в зоні контакту колеса з барабаном є результируючим показником, що враховує вплив усіх перерахованих чинників.

Стенд (рис. 2.10) складається з бігових барабанів, привідного, вимірювального і орієнтуючого пристроїв. Два бігових барабани 5 обертаються в спеціальних підшипниках 6 і сполучені між собою плаваючим валом 8 за допомогою проміжних вилок 7. Незалежне осьове переміщення кожного з барабанів під дією сил, спрямованих уздовж осі барабана, забезпечується конструкціями підшипників (з гладким циліндричним внутрішнім кільцем), валів і вилок.

Привідний пристрій складається з асинхронного електродвигуна 1 і понижуючого редуктора 11, сполученихвилкою 10 з біговими барабанами. Швидкість обертання коліс автомобіля під час вимірювання становить близько 20 км/год.

Барабани і жорстко сполучені з ними вали переміщуються під дією зусилля, спрямованого уздовж осі. Через кільцеві канавки проміжних вилок 7 це зусилля передається важелями 9 на гідравлічні датчики зусилля 3. При дії на поршень датчика діафрагма прогинається і витісняє стовп рідини у відповідну трубку, встановлену на вимірювальній колонці 2.

Залежно від напрямку бічної сили барабани можуть переміщуватися назовні або всередину, витісняючи при цьому рідину у відповідних вимірювальних трубках. Висота підйому рідини відраховується по шкалі і відповідає зусиллю, діючому уздовж осі барабана, а напрям дії сили визначається розташуванням кожного з чотирьох датчиків зусиль і трубок.

Випускаються стенди, у яких переміщення барабанів контролюється електричними методами. Для обертання барабанів вручну, наприклад, при вимірюванні кутів розвалу приладом для вимірювання кутів установки передніх коліс моделі 2183, служать маховики 4.

Для точної установки автомобіля стенд оснащений орієнтуючим пристроєм, що складається з призм, встановлюваних під задні колеса автомобіля, і розтяжок, якими автомобіль закріплюється за передню частину. Діагностика виконується одним оператором, який за допомогою переносного пульта керує стендом і автомобілем з місця водія.

Технічний стан амортизаторів на СТО оцінюють на стендах за характером вільних затухаючих коливань кузова автомобіля в дорезонансній зоні і за параметрами вільних затухаючих коливань у резонансній зоні системи автомобіль — стенд. Найбільш поширеними стендами на СТО є «Hoffman EWKA-25» і «TELKON L-100». Стенд «TELKON L-100» призначений для перевірки амортизаторів легкових автомобілів без їх демонтажу. Стенд (рис. 2.7) складається з двох рам, двох вібраторів, двох блоків запису діаграм, двох опорних майданчиків, важелів, апаратної шафи і доріжок для в'їзду і виїзду автомобіля зі стенда. Рами є базовими деталями стенда, на яких встановлюють решту вузлів. Вібратор ексцентрикового типу.

Блок запису діаграм являє собою стійку, у верхній частині якої закріплений електродвигун з частотою обертання валу 2 об/хв, на якому встановлений диск із затискачами для кріплення діаграмних бланків. Коливальний рух важеля за допомогою шарнірної тяги перетворюється в поворотно-поступальний рух штока, у верхній частині якого встановлений

самописець. Останній фіксує на діаграмному бланку затухаючі коливання підвіски автомобіля.

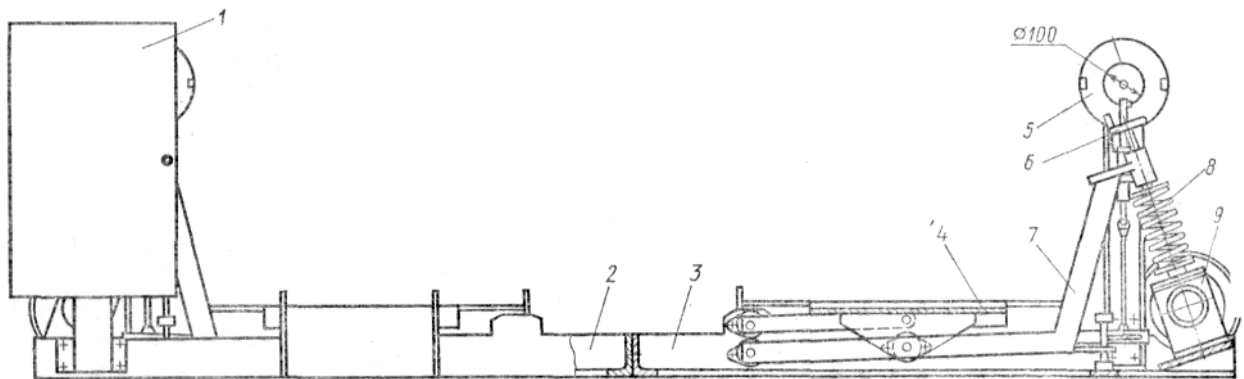


Рисунок 2.7. Стенд «TELKON L-100» для перевірки амортизаторів легкових автомобілів:

1 – блок електронних датчиків, 2, 3 – рама, 4 – платформа, 5 – блок запису інформації, 6 - маховичок, 7 – важіль, 8 – пружина, 9 – вібруючий механізм.

Опорні майданчики (платформи) стенда встановлені на системі важелів, що представляє собою шарнірний паралелограм. При коливальному русі важеля опорні майданчики переміщуються плоскопаралельно. Це виключає необхідність строгої орієнтації при заїзді автомобіля на стенд і спрощує його конструкцію.

Перевірку амортизаторів на стенді здійснюють по чергово, починаючи з будь-якого амортизатора (правого або лівого). Натисканням кнопки «Пуск» включають один з вібраторів. Через 2—3 секунди роботи його вимикають натисканням на кнопку «Стоп», при цьому включається реле часу для початку запису діаграм. Через 10 секунд реле включає електродвигун обертання діаграмного диска, і починається запис діаграми. Через 15 секунд стенд автоматично вимикається. Перемикають тумблер стенду в друге положення і аналогічним чином знімають характеристики другого амортизатора.

Стенд «Hoffman EWKA-25» має два майданчики, на які встановлюють автомобіль колесами, що перевіряються, і один загальний пульт управління та індикації. Стенд має цифрову індикацію і самописець для реєстрації результатів

випробувань. Привід рухомих майданчиків стенду здійснюється від двох електродвигунів потужністю по 1,5 кВт. Діапазон допустимого навантаження на вісь становить 2,0—17,0 кН, межі колії автомобіля — 1000—1900 мм. Результати випробувань видаються у відсотках: при показах індикатора понад 40% амортизатор, що перевіряється, визнається справним.

Точна перевірка стану кульового шарніра за величиною радіального і осьового зазору проводиться за допомогою пристосування 02.8701.9502. Для цього встановлюють кульовий шарнір 1 (рис. 2.8) в пристосування і затискають його гвинтом. Встановлюють в кронштейн пристосування індикатор 2 так, щоб його ніжка упиралася в бічну поверхню корпусу шарніра, а стрілка індикатора стояла на нулі.

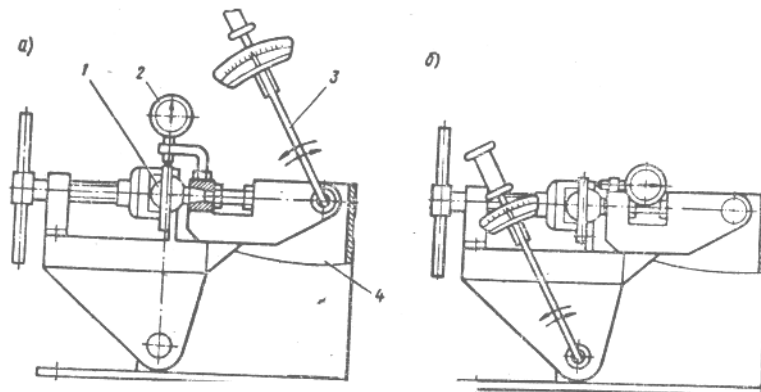


Рисунок 2.8. Пристосування для перевірки кульових опор:

а) радіальний зазор, б) осьовий зазор; 1 – кульовий шарнір, 2 – індикатор, 3 – динамометричний ключ, 4 – корпус

Пристосування для перевірки кульових опор є спеціальним інструментом, призначеним для діагностики стану кульових шарнірів, які є критичними елементами підвіски автомобіля. Кульові опори забезпечують рухоме з'єднання між різними компонентами підвіски і дозволяють колесам повертатися під час керування автомобілем.

Детальний опис принципу роботи такого пристосування: конструкція, яка забезпечує стабільність і підтримку інших компонентів пристосування. Зазвичай виготовляється з міцної сталі або алюмінієвого сплаву. Інструмент,

що створює тиск для навантаження кульової опори. Домкрат може бути ручним, пневматичним або гідравлічним, залежно від типу пристосування.

Пристрій для вимірювання переміщення або люфту кульової опори з високою точністю. Індикатор кріпиться до відповідної частини підвіски і показує зміщення при навантаженні. Комплект різних адаптерів, які дозволяють пристосуванню взаємодіяти з кульовими опорами різних типів і розмірів. Автомобіль піднімається на підйомнику або встановлюється на домкрати, щоб забезпечити доступ до підвіски. Колесо, яке підлягає перевірці, знімається. Пристосування встановлюється під кульову опору таким чином, щоб домкрат міг створити вертикальне навантаження на опору.

Адаптери і насадки підбираються відповідно до конструкції підвіски і кульової опори. За допомогою домкрата створюється вертикальне навантаження на кульову опору. Зазвичай домкрат розміщується під важелем підвіски, щоб підняти його і створити навантаження на опору. Під час створення навантаження індикатор годинникового типу фіксує переміщення кульової опори. Будь-який люфт або зайве переміщення вказує на зношення або пошкодження опори. Отримані показники порівнюються з допустимими значеннями, які наведені в технічній документації автомобіля. Якщо переміщення перевищує допустимі межі, кульова опора вважається несправною і підлягає заміні.

Після завершення вимірювань пристосування знімається, автомобіль опускається, а результати діагностики записуються для подальшого аналізу і прийняття рішень щодо ремонту. Індикатор годинникового типу забезпечує високу точність вимірювань, що дозволяє виявляти навіть незначні відхилення від норми. Пристосування легко встановлюється і використовується, що дозволяє швидко і ефективно проводити діагностику кульових опор. Набір адаптерів дозволяє використовувати пристосування для різних марок і моделей автомобілів. Пристосування забезпечує безпечне виконання робіт, знижуючи ризик пошкодження підвіски або травм оператора. Високоякісні пристосування можуть бути досить дорогими, що може бути недоліком для невеликих СТО

або приватних майстрів. Для забезпечення точної роботи пристосування потребує регулярного обслуговування і калібрування.

2.8 Вибір раціонального алгоритму проведення процесу діагностики.

Алгоритм діагностики передньої підвіски автомобіля

Таблиця 2.3 Алгоритм діагностики передньої підвіски автомобіля

Етап	Опис дій	Обладнання	Примітки
1. Підготовка	Підняти автомобіль на підйомнику. Зняти передні колеса.	Підйомник, домкрат	Забезпечити безпечний доступ до підвіски
2. Візуальний огляд	Перевірити стан амортизаторів на наявність витоків масла. Оглянути пружини на предмет тріщин і деформацій. Перевірити гумові втулки на знос та тріщини.	Ліхтарик	Виявити видимі пошкодження
3. Перевірка люфтів	За допомогою монтажного ломика перевірити люфти в кульових опорах, сайлентблоках і рульових тягах.	Монтажний ломик	Пошук люфтів в з'єднаннях

Продовження таблиці 2.3

4. Перевірка кульових опор	Встановити пристосування для перевірки кульових опор. Створити навантаження на опори за допомогою домкрата. Виміряти люфт за допомогою індикатора годинникового типу.	Пристосування для перевірки кульових опор, індикатор годинникового типу, домкрат	Оцінити стан кульових опор
5. Перевірка амортизаторів	Встановити автомобіль на стенд для перевірки амортизаторів. Провести тестування амортизаторів під навантаженням.	Стенд для перевірки амортизаторів	Перевірити ефективність амортизації
6. Перевірка розвалу-сходження	Встановити автомобіль на стенд для перевірки кутів установки коліс. Виміряти кути розвалу і сходження передніх коліс.	Стенд для перевірки кутів установки коліс	Переконатися у правильності кутів

7. Перевірка рульового управління	Перевірити стан рульових тяг і наконечників. Оцінити роботу рульового механізму на предмет люфтів.	Ліхтарик, монтажний ломик	Оцінити стан рульових компонентів
8. Тест-драйв	Провести тест- драйв автомобіля. Перевірити поведінку підвіски при різних режимах руху (повороти, гальмування, прискорення).	Автомобіль	Виявити несправності, які не видно при статичному огляді
9. Аналіз результатів	Проаналізувати отримані дані. Скласти звіт про стан передньої підвіски. Розробити рекомендації щодо ремонту.	Діагностичне обладнання, ПК з програмним забезпеченням	Надати власнику автомобіля рекомендації щодо ремонту
10. Планування ремонту	Спланувати необхідні ремонтні роботи і заміну компонентів. Узгодити з власником автомобіля обсяг і вартість робіт.	План ремонту, кошторис	Підготовка до виконання ремонтних робіт

З урахуванням цієї методики побудови алгоритму та взаємозв'язку структурних і діагностичних параметрів автомобіля, можна розробити такі блок-схеми для окремих вузлів автомобіля, що забезпечить раціональний процес виконання діагностики. Блок-схеми для окремих вузлів автомобіля для раціонального процесу виконання діагностики

Таблиця 2.4 Послідовність операцій діагностики передньої підвіски автомобіля

1. Підготовка:
1.1. Підняти автомобіль на підйомнику.
1.2. Зняти передні колеса.
2. Візуальний огляд:
2.1. Перевірити стан амортизаторів на наявність витоків масла
2.2. Оглянути пружини на предмет тріщин і деформацій.
2.3. Перевірити гумові втулки на знос та тріщини.
3. Перевірка люфтів:
3.1. За допомогою монтажного ломика перевірити люфти в кульових опорах, сайлентблоках і рульових тягах.
4. Перевірка кульових опор:
4.1. Встановити пристосування для перевірки кульових опор.
4.2. Створити навантаження на опори за допомогою домкрата.
4.3. Виміряти люфт за допомогою індикатора годинникового типу.
5. Перевірка амортизаторів:
5.1. Встановити автомобіль на стенд для перевірки амортизаторів.

5.2. Провести тестування амортизаторів під навантаженням.
6. Перевірка розвалу-сходження:
6.1. Встановити автомобіль на стенд для перевірки кутів установки коліс.
6.2. Виміряти кути розвалу і сходження передніх коліс.
7. Перевірка рульового управління:
7.1. Перевірити стан рульових тяг і наконечників.
7.2. Оцінити роботу рульового механізму на предмет люфтів.

Таблиця 2.5 Послідовність операцій діагностики гальмівної системи автомобіля

1. Підготовка:
1.1. Підняти автомобіль на підйомнику.
1.2. Зняти колеса.
2. Візуальний огляд:
2.1. Перевірити стан гальмівних колодок і дисків.
2.2. Оглянути гальмівні трубки і шланги на наявність витоків та пошкоджень.
3. Перевірка гальмівних дисків і колодок:
3.1. Виміряти товщину гальмівних дисків і колодок.
3.2. Перевірити наявність тріщин і нерівностей.
4. Перевірка гальмівної рідини:
4.1. Виміряти рівень гальмівної рідини в резервуарі.
4.2. Перевірити стан і колір рідини.

5. Перевірка гальмівної системи на стенді:
5.1. Встановити автомобіль на стенд для перевірки гальмівної системи.
5.2. Провести тестування гальм під навантаженням.

Таблиця 2.6 Послідовність діагностики рульового управління автомобіля

1. Підготовка:
1.1. Підняти автомобіль на підйомнику.
1.2. Зняти колеса.
2. Візуальний огляд:
2.1. Перевірити стан рульових тяг і наконечників.
2.2. Оглянути гумові чохла і втулки на наявність тріщин і зносу.
3. Перевірка люфтів:
3.1. За допомогою монтажного ломика перевірити люфти в рульових тяг, кульових опорах і кермовій рейці.
4. Перевірка кермової рейки:
4.1. Встановити автомобіль на стенд для перевірки кермової рейки.
4.2. Провести тестування кермової рейки під навантаженням.
5. Перевірка гідропідсилювача керма:
5.1. Виміряти рівень рідини в резервуарі гідропідсилювача.
5.2. Перевірити стан і колір рідини.

2.9 Послідовність виконання операцій діагностики ходової частини автомобіля

Операція 005. Миття елементів ходової частини.

Операція 010. Перевірка люфту колісних підшипників.

Операція 015. Перевірка амортизаторів.

Операція 020. Перевірка важелів підвіски.

Операція 025. Перевірка пілозахисних ковпаків кульових шарнірів.

Операція 030. Перевірка справності кульових шарнірів.

Операція 035. Перевірка стабілізатора поперечної стійкості.

Операція 040. Перевірка пружин підвіски.

Операція 045. Контроль роботи телескопічної стійки автомобіля.

Операція 050. Перевірка верхньої опори телескопічної стійки.

Операція 055. Перевірка тиску повітря в шинах.

Операція 060. Перевірка кутів встановлення коліс автомобіля.

2.10 Розробка удосконаленого технологічного процесу діагностики ходової частини автомобіля

2.10.1 Технологічний процес діагностики ходової частини автомобіля

Операція 005. Миття елементів ходової частини

Підняти автомобіль на підйомнику. Захистити елементи електричної системи автомобіля від потрапляння води. Використовуючи мийку високого тиску, ретельно промити всі елементи ходової частини, включаючи підвіску, амортизатори, пружини, важелі та стабілізатори. Застосувати спеціальні миючі засоби для видалення масляних забруднень і бруду. Дати елементам ходової частини висохнути або скористатися повітряним компресором для прискорення процесу сушіння.

Операція 010. Перевірка люфту колісних підшипників.

Підняти автомобіль на підйомнику. Зняти колеса. Руками обертати гальмівний диск та перевіряти на наявність люфту в колісних підшипниках. Використовувати індикатор годинникового типу для вимірювання люфту. Порівняти отримані результати з допустимими значеннями. За необхідності провести заміну підшипників.

Операція 015. Перевірка амортизаторів

Встановити автомобіль на стенд для перевірки амортизаторів. Провести тестування амортизаторів під навантаженням, використовуючи спеціальний стенд. Оцінити ефективність амортизації, порівнюючи результати з нормативними значеннями. Записати результати тестування та визначити, чи потребують амортизатори заміни.

Операція 020. Перевірка важелів підвіски

Перевірити важелі підвіски на наявність тріщин, деформацій і корозії. Перевірити з'єднання важелів на наявність люфтів. Використовувати монтажний ломик для перевірки люфтів у з'єднаннях важелів підвіски. Записати результати перевірки та визначити, чи потребують важелі підвіски заміни або ремонту.

Операція 025. Перевірка пилозахисних ковпаків кульових шарнірів

Перевірити пилозахисні ковпаки кульових шарнірів на наявність тріщин, розривів і зношення. Перевірити герметичність ковпаків, натискаючи на них для виявлення витоків мастила. Записати результати перевірки та визначити, чи потребують ковпаки заміни.

Операція 030. Перевірка справності кульових шарнірів

Перевірити кульові шарніри на наявність тріщин, корозії і механічних пошкоджень. Використовувати індикатор годинникового типу для вимірювання люфтів у кульових шарнірах. Порівняти результати з нормативними значеннями і визначити, чи потребують кульові шарніри заміни.

Операція 035. Перевірка стабілізатора поперечної стійкості

Перевірити стан стабілізатора на наявність тріщин, корозії і механічних пошкоджень. Перевірити кріплення стабілізатора і стан втулок на наявність зношення. Записати результати перевірки і визначити, чи потребує стабілізатор ремонту або заміни.

Операція 040. Перевірка пружин підвіски

Перевірити пружини на наявність тріщин, деформацій і корозії. Оцінити стан пружин, визначивши їх жорсткість і висоту. Записати результати перевірки та визначити, чи потребують пружини заміни.

Операція 045. Контроль роботи телескопічної стійки автомобіля

Перевірити телескопічні стійки на наявність витоків масла, тріщин і корозії. Встановити автомобіль на стенд для перевірки телескопічних стійок. Провести тестування стійок під навантаженням. Записати результати тестування та визначити, чи потребують стійки заміни.

Операція 050. Перевірка верхньої опори телескопічної стійки

Перевірити верхні опори телескопічних стійок на наявність тріщин і зносу. Використовувати індикатор годинникового типу для вимірювання люфтів у верхніх опорах. Записати результати перевірки та визначити, чи потребують верхні опори заміни.

Операція 055. Перевірка тиску повітря в шинах

Використовувати манометр для вимірювання тиску повітря в шинах. При необхідності скоригувати тиск до рекомендованого рівня. Записати результати перевірки та коригування тиску.

Операція 060. Перевірка кутів встановлення коліс автомобіля

Встановити автомобіль на стенд для перевірки кутів установки коліс. Провести вимірювання кутів розвалу і сходження коліс. При необхідності провести регулювання кутів встановлення коліс. Записати результати вимірювань і регулювань.

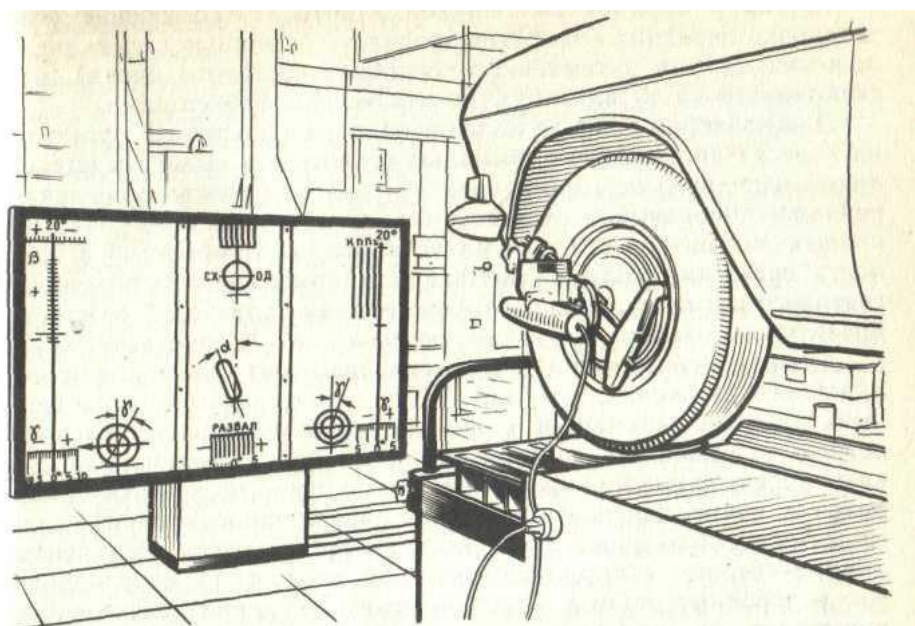


Рисунок 2.9. Стенд для перевірки встановлення кутів коліс автомобіля:

Стенд для перевірки встановлення кутів коліс автомобіля використовується для вимірювання і регулювання геометрії підвіски, що включає кути розвалу, сходження і кастору коліс. Принцип роботи стенда полягає у використанні високоточних сенсорів або камер, які встановлюються на кожне колесо автомобіля. Процес починається з підготовки автомобіля: він заїжджає на платформу стенда, де всі чотири колеса розташовуються на одному рівні. Колеса фіксуються спеціальними адаптерами, до яких кріпляться сенсори або камери. Після цього система калібрується відповідно до специфікацій автомобіля, що включає встановлення базових параметрів, таких як модель, марка і технічні характеристики (рис. 2.9)

Далі сенсори або камери починають вимірювання кутів нахилу коліс у трьох площинах: розвал, сходження і кастор. Ці дані передаються до комп'ютерного блоку управління, де обробляються і відображаються на екрані. Програмне забезпечення порівнює отримані значення з рекомендованими виробником параметрами і виводить діаграму або таблицю з поточними кутами і відхиленнями від норми.

На основі даних результатів механік коригує кути встановлення коліс, використовуючи рекомендації, надані програмним забезпеченням. Регулювання здійснюється шляхом фізичного переміщення компонентів підвіски до досягнення оптимальних параметрів. Після завершення регулювання система знову проводить вимірювання, щоб переконатися у відповідності кутів встановлення нормативам. Таким чином, стенд забезпечує точну діагностику і налаштування геометрії підвіски автомобіля, що впливає на його керованість, стійкість і знос шин.

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Пристосування для розбирання стійки передньої підвіски автомобіля

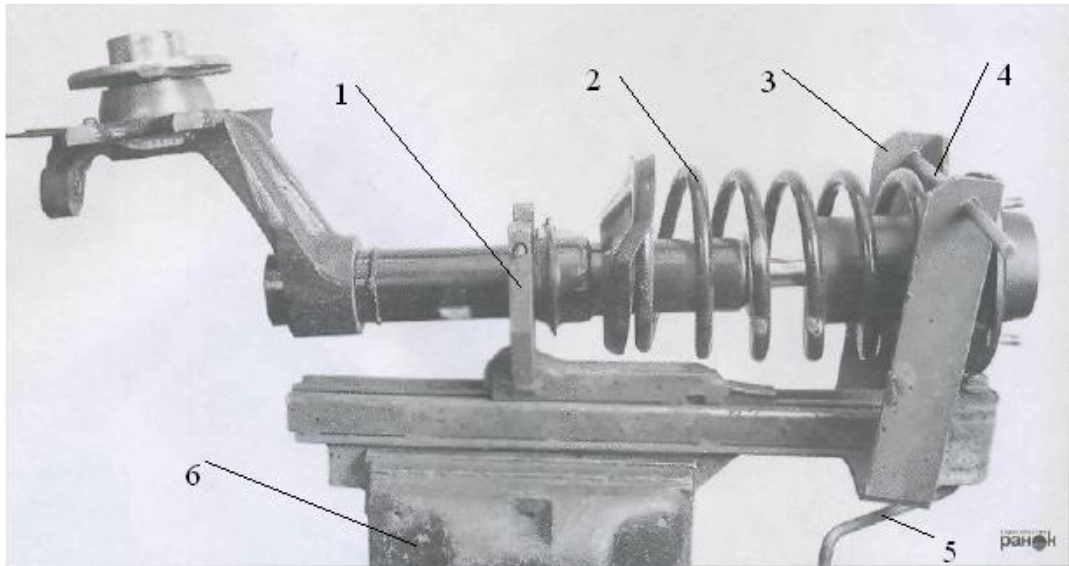


Рисунок 3.1 - Загальний вигляд пристосування для розбирання стійки передньої підвіски автомобіля: 1 - нижня опора; 2 - пружина; 3 - верхня опора; 4 - стопорний штир; 5 - рукоятка; 6 – лещата.

Використання цього пристосування при ремонті значно зменшує час на виконання операцій, полегшує роботу ремонтного персоналу, підвищує техніку безпеки та продуктивність праці, а також зменшує кількість браку при відновленні та обробці деталей. Для ремонту передньої підвіски або її окремих вузлів автомобіля TOYOTA COROLLA необхідно спочатку розібрати передню підвіску на окремі деталі. Саме для цього було розроблено це пристосування.

Пристрій складається з верхнього та нижнього корпусів. Верхній корпус має наскрізний отвір у передній частині, через який під час встановлення проходить верхня опора стійки. У центральній частині корпусу знаходиться різьбовий отвір для проходження робочого гвинта, а в задній частині - гладкий отвір, через який проходить труба, приварена до верхнього корпусу.

Нижній корпус має паз у передній частині, що дозволяє корпусу входити під кронштейн кріплення рульових тяг і фіксуватися в цьому положенні. У

середній частині корпусу є різьбовий отвір для гвинта, а до задньої частини приварена пустотіла труба меншого діаметру, яка входить у порожнину труби верхнього корпусу, утворюючи направляючу поверхню, що запобігає перекосам і перегинам під час стискання пружини.

Робочий гвинт проходить крізь отвори обох корпусів. До нижнього кінця гвинта приварено диск, а на верхньому кінці встановлено рукоятку для зручності провертання гвинта. Встановивши стійку підвіски в пристосування, стискають пружину. Потім, утримуючи шток амортизатора спеціальним ключем, відвертають гайку зі штока, знімають обмежувач, верхню опору в зборі з підшипником, верхню опорну чашку пружини і буфер ходу стискання пружини з кожухом. Після розвантаження пружини її знімають разом із телескопічною стійкою. Перед подальшим розбиранням стійки перевіряють її технічний стан, а більш точну оцінку роботоздатності стійки проводять на динамометричному стенді.

3.2 Принцип роботи установки для шлангового миття автомобіля

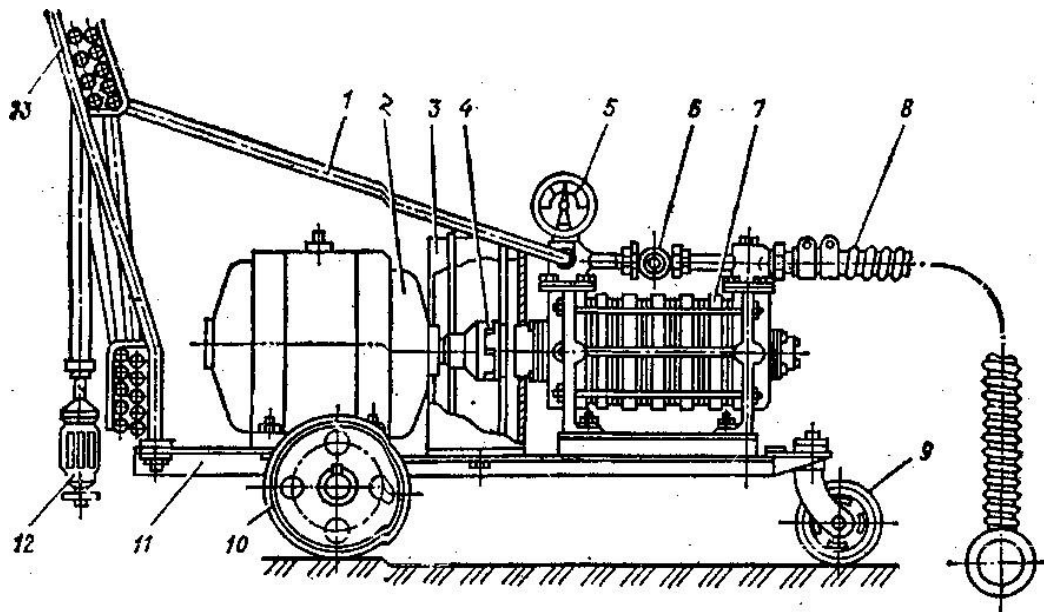


Рис.3.2 Робоче креслення установки 5BCm-1500 для миття автомобіля:

1 —. напірний рукаву 2 — електродвигун; 3 — кожух; 4 — з'єднувальна муфта, перепускний клапан - 5 —насос; 6 —кран; 7 —барабан; 8 —забірний рукав; 9, 10 — Колеса; 11 — рама; 12 — мийний пістолет; 13 — рукоятка

Оскільки перед доставкою автомобіля на технічне обслуговування, ремонт або діагностику потрібне ретельне миття автомобіля та його вузлів, мийні відділення станцій технічного обслуговування оснащуються установкою для шлангового миття. Такі установки використовуються як у нас, так і за кордоном.

Основним агрегатом установки є триплунжерний насос високого тиску (до 22 кгс/см²) з приводом від електродвигуна АОЛ2-22-4 потужністю 1,5 кВт через ексцентриковий вал. Насос забирає воду з проміжного бака, куди вона надходить від водопровідної мережі. Всі вузли установки закриті кожухом з відкидною кришкою.

Установка двопостова, тобто з двома шлангами з мийними пістолетами, що створюють струмінь віялоподібної форми. Вона оснащена системою регуляторів і клапанів, які забезпечують: настройку насоса на певний робочий тиск (в межах можливостей насоса) за допомогою регулювального гвинта зворотного клапана; оперативну зміну тиску в шлангах під час роботи за допомогою регулювальної голки, що поєднує втягувальну камеру насоса з атмосферою; постійність рівня води в проміжному баку за допомогою запобіжного клапана; можливість використання як одного, так і двох мийних пістолетів одночасно, при цьому запобігаючи гідравлічним перевантаженням працюючого насоса при закритих пістолетах за допомогою перепускного клапана, що відводить частину води назад до всмоктуючої камери насоса при підвищенні тиску вище заданого.

Установка забезпечує рівномірну (без пульсації) подачу води до мийних пістолетів завдяки багатоплунжерній конструкції насоса і фазовому зміщенню початку роботи кожного плунжера на 120°, а також наявності в нагнітальній камері лабіринту і зворотного клапана.

3.3 Принцип роботи пристосування для знімання маточини переднього колеса автомобіля

Принцип роботи пристосування для знімання маточини переднього колеса (рисунок 3.3) полягає в тому, щоб забезпечити ефективне і безпечне видалення маточини з її посадкового місця на передній осі автомобіля. Пристрій складається з декількох основних частин:

Основна рама: міцна конструкція, яка забезпечує стійкість і надійність пристосування під час роботи.

Захвати: спеціальні елементи, які фіксуються на маточині колеса, забезпечуючи надійне зчеплення з нею.

Механічний привід: механізм, який створює необхідне зусилля для знімання маточини. Механічний привід може складатися з гвинтової пари, важелів або інших механічних елементів.

Опорна платформа або шток: частина, яка передає зусилля від приводу до маточини, забезпечуючи її рівномірне знімання без пошкоджень.

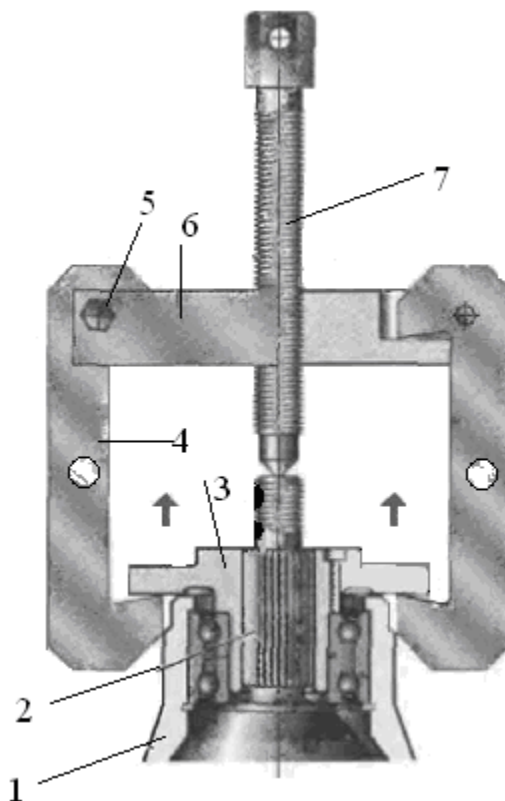


Рисунок 3.3 Конструкція пристосування для знімання маточини переднього колеса автомобіля

1 - поворотний кулак; 2- шрус; 3- ступиця; 4- захват (2 шт.) ; 5- болт; 6- траверс; 7- гвинт.

Процес роботи пристосування:

Підготовка: Перед початком роботи автомобіль піднімається на підйомнику або домкратах, забезпечуючи доступ до переднього колеса і маточини. Колесо знімається, відкриваючи доступ до маточини.

Фіксація захватів: Захвати пристосування фіксуються на маточині колеса. Це може включати встановлення гвинтів або болтів, які забезпечують надійне зчеплення з маточиною.

Установка приводу: Механічний привід підключається до захватів. У випадку гідравлічного приводу до пристосування приєднується гідравлічний циліндр, який створює тиск.

Знімання маточини: Оператор поступово збільшує зусилля приводу, яке передається через опорну платформу або шток на маточину. Завдяки рівномірному тиску маточина починає поступово виходити з посадкового місця. Важливо контролювати процес, щоб уникнути пошкоджень.

Видалення маточини: Після того як маточина повністю вийде з посадкового місця, пристосування знімається, а маточина видаляється вручну.

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Характеристика ремонтної дільниці з точки зору охорони праці та заходи по покращенню умов праці

Автомайстерня побудована згідно вимог до будівель виробничого призначення, згідно відповідних будівельних норм. При проектуванні врахована можливість реконструкції та технічного переоснащення виробництва, зміни технологічних процесів у підрозділі. Дане підприємство по забрудненню атмосфери відноситься до V класу і відстань захисної зони складає 50м.

Особливу увагу приділяється організації робочих місць, раціональному їх оснащенню згідно з вимогами наукової організації праці. Основним елементом виробничої структури є робоче місце, від правильної організації якого суттєво залежить ефективність та безпека кожної технологічної операції та виробничого процесу в цілому. Висота приміщення на даному підприємстві (від підлоги до низу горизонтальних несучих конструкцій на опорі) згідно норми, в середньому не менше 3 м. В приміщеннях висота від підлоги до низу конструктивних елементів перекриття (покриття) не менше 2,2 м, висота від підлоги до низу частин комунікацій та устаткування, що виступають, у місцях регулярного проходу людей та на шляхах евакуації згідно відповідних норм — 2 м, а в місцях нерегулярного проходу людей — 1,8 м.

Приміщення, де розташовані електрощитове, газорозподільне, вентиляційне, компресорне та інші види обладнання підвищеної небезпеки є постійно зачиненими на ключ, через те, щоб в них не потрапили сторонні працівники. Підлоги виробничого приміщення є зносостійкими, теплими, неслизькими, щільними, легко очищуються. Покриття підлоги вибирається залежно від характеру виробництва .

Об'єм приміщення на одного працівника згідно з санітарними нормами складає більш ніж 20 м². Відповідно площа, на якій розташовується одне робоче місце у ремонтній зоні, становить більш ніж 6,0 м².

Важливе значення для здорових та безпечних умов праці мають раціональне розташування основного та допоміжного устаткування, виробничих меблів, а також правильна організація робочих місць. Порядок розташування устаткування і відстані між верстатами визначаються їхніми розмірами, технологічними вимогами і вимогами техніки безпеки. Однак, у всіх випадках, до устаткування, що має електропривід, у даному приміщенні існує вільний підхід з усіх сторін шириною не менше 1 м зі сторони робочої зони і 0,6 м -зі сторони неробочої зони.

На підприємстві діють наступні нормативні акти: «Положення про систему управління охороною праці на підприємстві»; «Положення про службу охорони праці підприємства»; «Положення про роботу уповноважених трудового колективу з питань охорони праці»; «Положення про комісію з питань охорони праці»; «Положення про організацію і проведення первинного і повторного інструктажів, а також пожежно-технічного мінімуму»; «Положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці»; «Наказ про порядок атестації робочих місць щодо їх відповідності нормативним актам про охорону праці»; «Положення про організацію попереднього і періодичного медичних оглядів працівників»; «Інструкції з ОП для працюючих за професіями і видами робіт»; загально-об'єктові та цехові інструкції про заходи пожежної безпеки.

На дільниці та на підприємстві в цілому діють наступні закони згідно чинного законодавства України про охорону праці, які ґрунтуються на Конституції України і складається з законів: "Про охорону праці", "Про пожежну безпеку", "Про охорону здоров'я", "Поводження з радіоактивними матеріалами", "Про використання ядерної енергії та радіаційний захист", "Про колективні договори і угоди", "Про охорону навколишнього природного середовища".

Всі робочі місця на автопідприємстві атестовані. Умови праці на дільниці допустимі. Всі працівники дільниці підприємства проходять навчання та здають іспити з охорони праці 1 раз на 3 роки та отримують посвідчення.

Крім того кожен працівник проходить інструктаж: вступний, первиний, повторний, позаплановий, цільовий.

На даній ділянці передбачено суміщену (природна та штучна одночасно) вентиляцію. Під вентиляцією розуміють сукупність заходів та засобів, призначених для забезпечення на постійних робочих місцях та зонах обслуговування виробничих приміщень метеорологічних умов та чистоти повітряного середовища, що відповідають гігієнічним та технічним вимогам. Основне завдання вентиляції - - вилучити із приміщення забруднене або нагріте повітря та подати свіже, тобто забезпечити в приміщеннях метеорологічні умови (температуру, відносну вологість та швидкість руху повітря), що відповідають нормативним вимогам, а також виключити можливість вмісту в повітрі шкідливих речовин, які перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК).

Мікрокліматичні (метеорологічні) умови — параметри температури, відносної вологості, швидкості руху повітря в робочій зоні або в зоні обслуговування та на постійних робочих місцях, встановлені відповідними нормами. В основу принципів нормування параметрів мікроклімату покладена диференційна оцінка цих величин в залежності від теплової характеристики виробничого приміщення, категорії робіт за ступенем важкості та періоду року.

Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничого приміщення підприємства становлять: холодний період року: температура в приміщенні коливається від 14...25°C, відносна вологість становить близько 55...60%, швидкість руху повітря не більше 0,4 м/с; барометричний тиск 732...738 мм. рт. ст.; теплий період року: температура в приміщенні в цей період коливається від 17...27°C, відносна вологість становить близько 40...50%, швидкість руху повітря також не більше 0,4 м/с., барометричний тиск 736...744 мм. рт. ст.

При механічній вентиляції повітрообмін досягається за рахунок різниці тисків, які створюються вентилятором. Механічна вентиляція застосовується в тих випадках, коли тепловиділення в цеху (виробничому приміщенні)

недостатні для постійного (протягом року) використання аерації, а також тоді, коли кількість або токсичність шкідливих речовин, які виділяються у повітря приміщення є такою, що виникає необхідність постійного повітрообміну незалежно від зовнішніх метеорологічних умов.

Штучна вентиляція, на відміну від природної, дає можливість очищувати повітря перед його викидом в атмосферу, вловлювати шкідливі речовини безпосередньо біля місць їх утворення, обробляти припливне повітря (очищувати, підігрівати, зволожувати), більш цілеспрямовано подавати повітря в робочу зону. Окрім того, механічна вентиляція дає можливість організувати повітрозабір у найбільш чистій зоні території підприємства і навіть за її межами.

На ділянці кондиціонування повітря в приміщенні передбачене для створення та підтримання заданих параметрів повітряного середовища: температури, вологості, швидкості руху повітря.

У відповідності з вимогами для даного приміщення на автопідприємстві в загальному повітря нагрівають або охолоджують, зволожують або висушують, очищають від пилу або піддають дезінфекції, дезодорації, озонуванню. Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів - системою кондиціонування повітря (СКП). В склад СКП (кондиціонери) входять: системи приготування, переміщення та розподілу повітря, а також технічні засоби холодо- і теплопостачання, автоматики, дистанційного керування та контролю.

На даній ділянці освітленість проходів та ділянок, де не проводяться роботи, становить не менше 25% від освітленості, що створюється світильниками загального освітлення на робочих місцях, але не менше 75 лк при газорозрядних лампах та не менше 30 лк при лампах розжарювання. При аварійному режимі найменша освітленість робочих поверхонь виробничих приміщень та території підприємства, які вимагають обслуговування, становить 5% від освітленості, що нормується для робочого освітлення в системі загального освітлення підприємства.

На ділянці евакуаційне освітлення забезпечує найменшу освітленість на підлозі основних проходів (чи на землі) та на сходах сходів: в приміщеннях — 0,5 лк, на відкритих територіях 0,2 лк. Охоронне освітлення забезпечує освітленість 0,5 лк на рівні землі в горизонтальній площині чи на рівні 0,5 м від землі на одній стороні вертикальної площини, перпендикулярної до лінії границі (межі). Поряд з величиною освітленості нормуванню підлягають параметри якості освітлення, які значною мірою впливають на зорову працездатність людини.

Загальне освітлення на ділянці відповідає встановленим нормам стосовно нерівномірності освітлення в зоні розміщення робочих місць. Відповідно до вимог СНиП II-4-79 відношення максимальної освітленості до мінімальної допускається не більше: для робіт I—III розрядів при люмінесцентних лампах — 1,5, при інших джерелах світла — 2; для робіт IV—VII розрядів — відповідно 1,8 та 3. Загальне освітлення здійснюється люмінесцентними лампами ЛД – 40 в світильнику ЛПОО1. Освітлення на ділянці природнє бокове одностороннє, що здійснюється через світлові отвори. Штучне освітлення на ділянці є комбінованим. Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Робоче освітлення ділянці $E_p = 300$ лк. Місцеве освітлення проводиться за допомогою ламп розжарювання напругою 42 В. Переносне освітлення здійснюється за допомогою ламп розжарювання напругою 12 В.

На ділянці шум спричинений роботою електродвигуном стендів, верстатів та вентиляцією не перевищує допустимих норм 65 дБ згідно ДСТУ 12.1003 – 2004. Вібрація на ділянці загальна спричинена роботою вентилятора та обладнання на ділянці (стенди) і не перевищує допустимих норм згідно ДСТУ 12.1.012 – 1996.

Всі корпуси електродвигунів, розподільчих пунктів, пускової апаратури, світильників заземлені. Опір заземляючого пристрою не перевищує 4 Ом.

На ділянці створенні допустимі рівні звуку, максимальний рівень шуму, що коливається в часі не перевищує 65 дБА. Максимальний рівень для імпульсного шуму не перевищує 120 дБА.

В наш час експлуатація переважної більшості технологічного обладнання, енергетичних установок, машин та механізмів пов'язана з виникненням шумів та вібрації різної частоти та інтенсивності, котрі справляють несприятливий вплив на організм людини. Шум може тимчасово активізувати або постійно пригнічувати психічні процеси організму людини. Фізіо- та біологічні наслідки можуть проявлятися у формі порушення функцій слуху та інших аналізаторів, зокрема вестибулярного апарату, координуючої функції кори головного мозку, нервової системи, систем травлення і кровообігу. Джерелами вібрації в приміщенні є машини з обертовими частинами (вентиляторні, насосні установки, електродвигуни, компресори тощо). В таких машинах виникають незрівноважені сили, котрі передаються будівельним конструкціям, і викликаючи їх вібрацію.

Індивідуальні особливості людини, пов'язані з різними психологічними реакціями на вплив шуму, суттєво впливають на його сприйняття. Шум не лише погіршує самопочуття людини і знижує продуктивність праці на 10—15%, але нерідко призводить до професійних захворювань.

Пожежну безпеку на ділянці підприємства забезпечують їх безпосередні керівники, які зобов'язані:

- забезпечити дотримання на ділянці встановленого протипожежного режиму;
- слідкувати за справністю виробничого обладнання і негайно приймати міри по усуненню виявлених несправностей, які можуть стати причиною пожежі;
- слідкувати за тим, щоб після закінчення роботи з робочих місць і приміщень перебирались горючі відходи і відключались електроспоживачі;
- забезпечувати постійну готовність до застосування засобів пожежегасіння, зв'язку і сигналізації, які є в наявності.

$$l_I = 1,5 \text{ м}$$

$$l_{VI} = 7 \text{ м}$$

$$l_{II} = 1,0 \text{ м}$$

$$l_{VII} = 2 \text{ м}$$

$$l_{III} = 0,5 \text{ м}$$

$$l_{VIII} = 7 \text{ м}$$

$$l_{IV} = 1 \text{ м}$$

$$l_{IX} = 3 \text{ м}$$

$$l_V = 3 \text{ м}$$

$$l_X = 9 \text{ м}$$

Визначаємо продуктивність вентилятора :

$$W_B = K_3 \cdot W \quad (4.1)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу;

$$K_3 = 1,3 \dots 2.$$

Приймаємо $K_3 = 1,5$

Для приміщень з нормальним мікрокліматом і при вмісті шкідливих речовин в межах норми повітрообмін визначаємо за формулою:

$$W = n \cdot W_0, (\text{м}^3/\text{год}) \quad (4.2)$$

У зв'язку з тим, що на одного працюючого припадає більше 20 м³ об'єму приміщення та на посту діагностики на підприємстві працює 4 робітника приймаємо:

$$W_0 = 45 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Отже

$$W = 4 \cdot 45 = 180 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)$$

$$W_B = 1,5 \cdot 180 = 270 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)$$

Враховуючи кратність повітрообміну згідно завдання $m = 5$, тоді:

$$W = m \cdot W_B \quad (4.3)$$

$$W = 5 \cdot 270 = 1350 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)$$

Визначаємо втрати тиску на прямих ділянках труб:

$$H_{\text{ВП}} = \frac{\varphi_T \cdot l_T \cdot \rho_B \cdot v_{\text{cp}}^2}{2d_T}, \quad (4.4)$$

де φ_T – коефіцієнт, який враховує опір сталевих труб (для сталевих труб – 0,02);

v_{cp} – середня швидкість повітря на ділянці повітряної сітки, яка розраховується для ділянок, які розташовані біля вентилятора $v_{\text{cp}} = 8 \dots 12$ м/с, а для віддалених від вентилятора ділянок $v_{\text{cp}} = 1 \dots 4$ м/с;

l_T – довжина ділянки труби;

d_T – діаметр труби;

$d_1 = 0,6$ м

$d_2 = 0,25$ м

ρ_B – густина повітря, для даних кліматичних умов $1,2$ кг/м³.

$$H_{\text{ВП I}} = \frac{0,02 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 10^2}{2 \cdot 0,6} = 3 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП II}} = \frac{0,02 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 12^2}{2 \cdot 0,6} = 3,5 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП III}} = \frac{0,02 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot 11^2}{2 \cdot 0,6} = 1,25 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{BII IV}} = \frac{0,02 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 10^2}{2 \cdot 0,6} = 2 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{BII V}} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,6} = 3,84 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{BII VI}} = \frac{0,02 \cdot 7 \cdot 1,2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,6} = 8,96 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{BII VII}} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 4^2}{2 \cdot 0,6} = 0,64 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{BII VIII}} = \frac{0,02 \cdot 7 \cdot 1,2 \cdot 2^2}{2 \cdot 0,6} = 0,56 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{BII IX}} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 1^2}{2 \cdot 0,6} = 0,06 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{BII X}} = \frac{0,02 \cdot 9 \cdot 1,2 \cdot 1,21^2}{2 \cdot 0,6} = 0,26 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{BII XI}} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 4^2}{2 \cdot 0,25} = 0,64 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{BII XII}} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 2^2}{2 \cdot 0,25} = 0,16 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП XIII}} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 1^2}{2 \cdot 0,25} = 0,04 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП XIV}} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 1^2}{2 \cdot 0,25} = 0,04 \text{ (Па)}$$

Розраховуємо місцеві втрати тиску в переходах та жалюзі:

$$H_M = 0,5 \cdot \psi_M \cdot V_{\text{CP}}^2 \cdot \rho_B, \quad (4.5)$$

$$H_{M1} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 11^2 \cdot 1,2 = 79,9 \text{ (Па)}$$

$$H_{M2} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 10^2 \cdot 1,2 = 66 \text{ (Па)}$$

$$H_{M3} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 9^2 \cdot 1,2 = 53,5 \text{ (Па)}$$

$$H_{M4} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 9^2 \cdot 1,2 = 53,46 \text{ (Па)}$$

$$H_{M5} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 8^2 \cdot 1,2 = 42,2 \text{ (Па)}$$

$$H_{M6} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 8^2 \cdot 1,2 = 42,24 \text{ (Па)}$$

$$H_{M7} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 4^2 \cdot 1,2 = 10,56 \text{ (Па)}$$

$$H_{M8} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 2^2 \cdot 1,2 = 2,64 \text{ (Па)}$$

$$H_{M9} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 2^2 \cdot 1,2 = 2,64 \text{ (Па)}$$

$$H_{M10} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 1^2 \cdot 1,2 = 0,66 \text{ (Па)}$$

Визначаємо втрати в переході:

$$H_{MA} = 0,5 \cdot \psi_M \cdot V_{CP}^2 \cdot \rho_B \quad (4.6)$$

$$H_{MA} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 11^2 \cdot 1,2 = 79,86 \text{ (Па)}$$

Визначаємо втрати в жалюзі:

$$H_{MXI} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 5^2 \cdot 1,2 = 16,5 \text{ (Па)}$$

$$H_{MXII} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 1^2 \cdot 1,2 = 0,66 \text{ (Па)}$$

$$H_{MXIII} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 6^2 \cdot 1,2 = 23,76 \text{ (Па)}$$

$$H_{MXIV} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 7^2 \cdot 1,2 = 32,34 \text{ (Па)}$$

Визначаємо сумарні втрати тиску:

$$H_{BII} = H_{BII\ I} + H_{BII\ II} + H_{BII\ III} + \dots + H_{BII\ XIV}, \quad (4.7)$$

$$H_{BII} = 3 + 3,5 + 1,25 + 2 + 3,84 + 8,96 + 0,64 + 0,56 + 0,06 + 0,26 + 0,64 + 0,16 + 0,04 + 0,04 = 24,96 \text{ (Па)}$$

$$H_{BM} = H_{BM\ I} + H_{BM\ II} + H_{BM\ III} + \dots + H_{BM\ 10} + H_{MA} + H_{MXI} + H_{MXII}, \quad (4.8)$$

$$H_{BM} = 79,9 + 66 + 53,5 + 53,46 + 42,2 + 42,24 + 10,56 + 2,64 + 2,64 + 0,66 + 79,86 + 16,5 + 0,66 = 456,4 \text{ (Па)}$$

Визначаємо загальні втрати:

$$H = H_{\text{ВП}} + H_{\text{ВМ}}, \quad (4.9)$$

$$H = 24,96 + 456,4 = 481,36 \text{ (Па)}.$$

Визначасмо потужність електродвигуна для вентилятора

$$P_{\text{дв}} = \frac{H_{\text{В}} \cdot W}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_{\text{В}} \cdot \eta_{\text{А}}}, \text{ кВт} \quad (4.8)$$

де $H_{\text{В}}$ – повний тиск вентилятора;

$W_{\text{В}}$ – продуктивність вентилятора;

$\eta_{\text{В}}$ – коефіцієнт ККД (0,9...0,95).

$$P_{\text{дв}} = \frac{481,36 \cdot 1350}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,9 \cdot 0,45} = 0,45 \text{ (кВт)}$$

Отже, приймаємо вентилятор № 3,2, з електродвигуном 4А80А4, частотою обертання $n = 1420 \text{ хв}^{-1}$, $N = 1 \text{ кВт}$, вентилятор серії В-ц14-46.

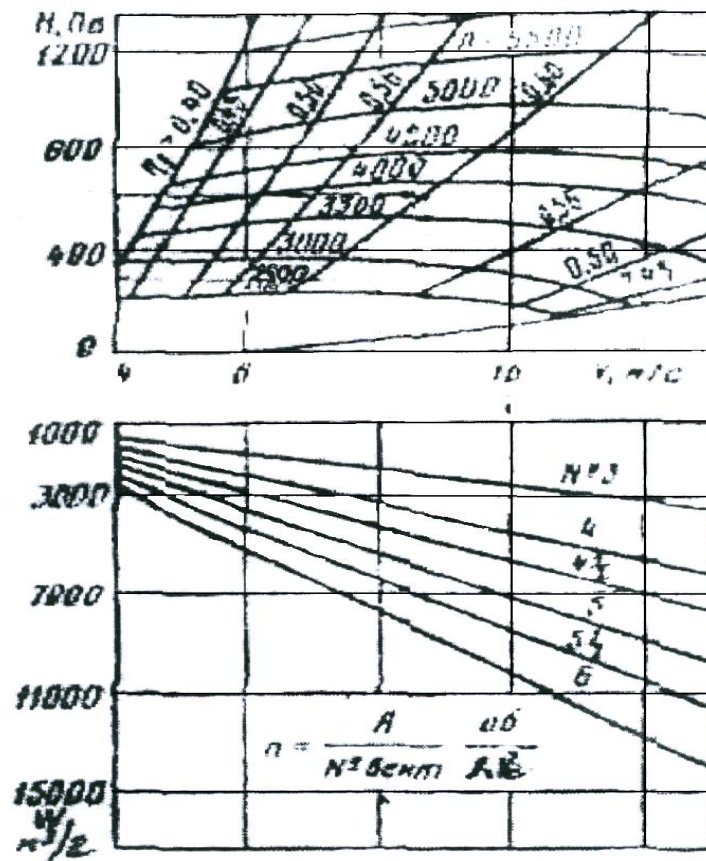


Рис. 4.2. Номограма для вибору центробіжних вентиляторів

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі, під час розроблення технологічного процесу діагностики ходової частини автомобіля TOYOTA COROLLA було проведено вибір найбільш радикальних способів проведення діагностики на базі досвіду ремонтних підприємств.

Технічна діагностика автомобілів і їх окремих агрегатів направлена в цілому на рішення однієї або декількох наступних задач: на визначення технічного стану (справне або несправне), пошук і локалізацію місця відмови або несправності; на прогнозування залишкового ресурсу або імовірності безвідмовної роботи на інтервалах напрацювання, що задаються (пробігу).

Для успішного здійснення вказаних задач у кваліфікаційній роботі проведено роботу по розробці діагностичного забезпечення, підвищенню ефективності контролю і встановленню показників і характеристик процесів діагностики.

А також визначено, що самим оптимальним рішенням є проведення робіт по діагностичному забезпеченню автомобілів на всіх стадіях, починаючи від їх розробки до повного списання, тобто на стадіях розробки, виробництва, експлуатації, капітального ремонту і зберігання, а також при обґрунтовуванні акту про списання конкретних автомобілів.

При розробці даного дипломного проекту було проведено економічні розрахунки економічної ефективності впровадження пристосування для процесу діагностування в порівнянні з фінансовими затратами на ремонт елементів ходової частини автомобіля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі : О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, А.Б. Гупка, Р.В. Хорошун. – Тернопіль : ФОП «Паляниця В.А.», 2022. – 61 с .
2. 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.
3. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.
4. Підручник з будови автомобіля. Видання третє. Виправлене й доповнене – Моноліт 2021 – 288 с
5. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.
6. Oleg Lyashuk ,Andrii Gupka, Yuriy Pyndus , Vasily Gupka, Mariia Sipravska, Andrzej Wozniak, Mikola Stashkiv The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteria ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine (ICCPPT 2019), Ternopil, Ukraine, May 28-29, 2019.
7. O. Liashuk O. Livitskyi, V. Aulin , S. Lysenko , A. Hrynkiw, A.Gypka Parameters of the lubrication process during operational wear of the crankshaft bearings of automobile engines Problems of Tribology, V. 27, No 4/106-2022, 69-81.

8. Конспект лекцій (частина І) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с.

9. Кузьмінський Р.Д., Шарибура А.О Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с