

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРНОЇ МЕХАНІКИ
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістра

Освітньо-кваліфікаційний рівень

Напрямок підготовки (спеціальність) 132 «Матеріалознавство. Відновлення та технічний сервіс автомобілів»
Шифр і назва напрямку підготовки (спеціальності)

на тему: «Дослідження умов роботи та підвищення зносостійкості елементів активної підвіски транспортного засобу»

Шифр МРТАМ 22.22379.000 ПЗ

Виконав: студент 2-го курсу, група МТВАм-22-1


Підпис

М.Б. Барнич
Ініціали, прізвище

Керівник д.т.н., проф. каф. ТАМ


Підпис

П.В. Каплун
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри ТАМ д.т.н., проф.


Підпис

О.В. Духа
Ініціали, прізвище

13 12 2023 р.

Хмельницький, 2023

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерної механіки

Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Галузь знань 13 Механічна інженерія

Шифр і назва

Спеціальність 132 «Матеріалознавство, Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

Шифр і назва

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЗНМ

проф., д.т.н. Диха О.В.

21 жовтня 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Барничу Маркіяну Богдановичу

Прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема проекту (роботи) Дослідження умов роботи та підвищення зносостійкості елементів активної підвіски транспортного засобу

керівник проекту (роботи) Каплун Павло Віталійович д.т.н., професор

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом університету від 15 08 2023 р. № 28 (Д30)

2. Строк подання студентом проекту на кафедру 10 грудня 2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Матеріали практики; робочі креслення досліджуваних деталей; нормативно-технологічна документація гальмівних систем.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Обґрунтування актуальності впровадження, створення та застосування активних підвісок легкових автомобілів.

2. Загальні вимоги до активних підвісок, їх перспективи розвитку, еволюції.

3. Функціонування амортизатора з електронним регулюванням жорсткості авто.

4. Демонтаж та монтаж стабілізаторів різного типу.

5. Підвищення стійкості до зношування амортизатора з електронним регулюванням жорсткості автомобіля.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Графічну частину проекту представити у вигляді презентації на слайдах (20-30) шт.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	Літературний огляд	15.10.2023	
2	Технологічний розділ	25.10.2023	
3	Конструкторський розділ	30.10.2023	
4	Дослідницький розділ	15.11.2023	
5	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки	22.11.2023	
6	Оформлення графічної частини проекту	01.12.2023	
7	Нормоконтроль проекту	05.12.2023	
	Підписання розділів. Затвердження дати захисту	10.12.2023	

Студент

Керівник проекту (роботи)


Підпис


Підпис

М.Б. Бард
Ініціали, прізвище

П.В. Канду
Ініціали, прізвище

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 85 сторінок, кількість рисунків – 50, таблиць – 3, додатків – 3, кількість джерел згідно із переліком посилань – 27.

Об'єкт дослідження: активні підвіска що є найбільш передовою системою, котра активно контролює рухи кузова і коліс, використовуючи гідравлічні або електричні актуатори.

Мета роботи: Підвищення стійкості до зношування амортизатора з електронним регулюванням жорсткості, покращення плавності ходу та комфортності руху в різних дорожніх умовах.

Результати та їх новизна: оскільки основною несправністю є розрив камери пневматичного амортизатора, і це зазвичай відбувається після пройденого ресурсу близько 150 000 км, було запропоновано застосувати подвійну структуру корду для підвищення зносостійкості силової структури пневмоподушки. Це дозволить збільшити зносостійкість пневмоподушки вдвічі, і ресурс пробігу становитиме близько 300 000 км.

Рекомендації щодо використання результатів роботи: результати можуть бути корисні для розробки елементів активних підвісок майбутніх автомобілів, розробки нормативних документів і проведення експериментальних досліджень амортизаційних характеристик автомобілів.

Перелік ключових слів: АМОТИЗАТОР, АКТИВНА ПІДВІСКА, ЕЛЕКТРОННЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЖОРСТКОСТІ, ПНЕВМОПОДУШКА.

Перелік умовних позначень

ABC (Active Body Control). — система забезпечує оптимальну динаміку та комфорт, автоматично адаптуючи налаштування підвіски до різних дорожніх умов. Вона також має додаткову систему стабілізації автомобіля при боковому вітрі, яка активується на певній швидкості та вимикається водієм під час керування.

ADS (Adaptive Damping System) — система, яка адаптивного регулювання амортизації підвіски. Вона автоматично налаштовує жорсткість амортизаторів, виходячи з умов дороги, стилю водіння та вибраного режиму водіння.

CATS (Computer Active Technology Suspension) — система, що здатна змінювати жорсткість амортизаторів в залежності від умов дороги. Це дозволяє забезпечувати більш комфортну їзду на нерівних поверхнях та підвищену стабільність при високій швидкості або агресивному стилі водіння.

ESP (Система електронної стабільності) — технологія активної безпеки в автомобілях, призначена для підвищення стабільності транспортного засобу під час маневрування.

TCS (Система контролю тягового зусилля) — це функція активної безпеки в автомобілях, призначена для запобігання пробуксовування коліс під час прискорення.





КПП — Коробка перемикачів передач.

СТО — Станція технічного обслуговування.

ТО1 – Технічне обслуговування 1.

ТО2 – Технічне обслуговування 2.

	Зміст	С.
	Вступ	7
1	1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1	Основні характеристики та розподіл підвісок за типами	8
1.2	Хронологія еволюції активної підвіски	14
2	2. КОНСТРУКТОРСЬКО – ОГЛЯДОВИЙ РОЗДІЛ	19
2.1	Аналіз патентної інформації з активної підвіски автомобіля	19
2.1.1.	Активна підвіска для автомобіля	19
2.1.2.	Пневматична підвіска тролейбусів та автобусів	22
2.1.3.	Активна пневмогідролічна підвіска	25
2.2	Огляд та аналіз конструкцій активних підвісок сучасних автомобілів	30
2.2.1.	Активна підвіска з регульованими гідравлічними пружними елементами	31
2.2.2.	Активна підвіска з регульованими пневматичними пружними елементами	33
2.2.3.	Активна підвіска з регульованими гідропневматичними пружними елементами	40

					МРТАМ22.22379.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Барнич			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Каплун				5	85
Реценз.					ХНУ, МТВАМ-22-1		
Н. Контр.		Бабак					
Затверд.		Диха					
					Дослідження умов роботи та підвищення зносостійкості елементів активної підвіски транспортного засобу		

ВСТУП

Актуальність теми. Оскільки еволюція конструкції легкових автомобілів вимагає створення та застосування активних підвісок. Існує кілька ключових факторів, що спонукали інженерів до використання активних підвісок у легкових авто:

- зміна навантаження на підвіску.
- зростання швидкості легкових автомобілів.
- покращення гладкості руху та комфорту в різноманітних дорожніх умовах.

Підвіска є ключовою частиною автомобіля, від якої залежить стійкість машини на дорозі та рівень комфорту при водінні.

За час існування автомобілів, інженери створили численні види підвісок. Деякі з них стали популярними і використовуються багато років, в той час як інші вийшли з ужитку через застарілість та неадекватність сучасним вимогам.

Якість підвіски впливає на тривалість служби автомобіля та його компонентів. В складних дорожніх умовах, можливості підвіски, а не потужність двигуна, визначають середню та максимальну швидкість. Дослідження показують, що на нерівних дорогах середня швидкість знижується на 35-40%, витрата палива зростає на 50-70%, а міжремонтний інтервал скорочується на 35-40%. Це також знижує продуктивність автотранспорту на 32-36% і збільшує вартість поїздки на 50-60%.

Для мінімізації цих втрат можливе або поліпшення доріг, що є дороговартісним, або вдосконалення підвісок автомобілів, що хоча й коштовніше, але є більш економічним рішенням при масовому застосуванні.

					МРТАМ22.22379.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Основні характеристики та розподіл підвісок за типами

Автомобільна підвіска — це комплекс компонентів, елементів і механізмів, які служать зв'язуючою частиною між кузовом авто та дорожнім покриттям, а також з'єднують міст або колеса з рамою (кузовом) транспортного засобу. Вона призначена для мінімізації динамічних впливів при проїзді дорожніх нерівностей, забезпечуючи передачу всіх робочих сил і моментів між колесами та рамою (кузовом).

Функції підвіски включають:

- механічне з'єднання коліс або цілісних мостів з основною конструкцією авто, будь то кузов або рама;
- передача до основної конструкції сил і моментів, що виникають через взаємодію коліс з поверхнею дороги;
- забезпечення належного руху коліс відносно кузова або рами, а також необхідної плавності руху.

Ключові компоненти підвіски:

- пружні елементи, які приймають і передають вертикальні сили реакції від дороги, виникаючі при подоланні нерівностей колесом;
- напрямні елементи, які визначають рух коліс і їх взаємозв'язок між собою і з несучою системою, передаючи при цьому поздовжні і бічні сили та їх моменти;
- амортизатори для гасіння коливань несучої системи, які виникають через дію дорожнього покриття.

Керовані підвіски можна розділити за декількома критеріями (рис. 1.1):

- за типом параметра управління;
- за рівнем автоматизації та принципом конструкції;
- за принципом побудови;
- за типом керуючого елемента.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

амортизаторів, висоту підвіски та інші параметри. Це забезпечує оптимальну стабільність та комфорт водіння.

Вибір між цими типами підвісок залежить від багатьох факторів, включаючи призначення транспортного засобу, умови експлуатації, вартість та інженерні вимоги.

Повністю керовані підвіски, які дозволяють динамічно регулювати характеристики підвіски в реальному часі, можна поділити на кілька основних типів в залежності від їхньої конструкції та способу управління:

1. Електронно-керовані підвіски: Використовують електронні системи для регулювання амортизаторів та інших компонентів підвіски. Датчики збирають дані про стан дороги, швидкість автомобіля, рухи кузова тощо, а система управління налаштовує підвіску для оптимального балансу між комфортом і стабільністю.

2. Пневматичні підвіски: Використовують повітряні мішки замість традиційних пружин. Це дозволяє автоматично або вручну регулювати висоту підвіски, а також забезпечувати різні рівні жорсткості залежно від умов водіння.

3. Гідравлічні підвіски: Використовують гідравлічну систему для регулювання жорсткості амортизаторів та висоти підвіски. Така система дозволяє швидко адаптуватися до змін у дорожніх умовах і забезпечує високий рівень комфорту.

4. Магнето-реологічні підвіски: Використовують флюїд, в'язкість якого може бути швидко змінена за допомогою магнітного поля. Це дозволяє миттєво регулювати жорсткість амортизаторів, забезпечуючи високу адаптивність до різних дорожніх умов.

5. Активні підвіски: Це найбільш передові системи, які активно контролюють рухи кузова і коліс, використовуючи гідравлічні або електричні актуатори. Вони забезпечують відмінну стабільність і комфорт, а також можуть адаптуватися до будь-яких умов водіння.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Активні підвіски (англ. active suspension) представляють собою вид автомобільної підвіски, який, використовуючи специфічні приводи, може незалежно регулювати висоту шасі на кожному колесі. Це регулювання здійснюється на основі декількох критичних факторів, таких як стан дорожнього покриття, положення автомобіля у просторі, швидкість руху, прискорення та настройки системи керування підвіски від водія. Відмінність від пасивних підвісок полягає в тому, що в активних підвісках вертикальний рух колеса контролюється через бортову систему управління, а не повністю залежить від дорожньої поверхні.

Адаптивна підвіска є різновидом активної підвіски, яка дозволяє автоматично змінювати свої регульовані параметри відповідно до даних, отриманих з датчиків, створюючи таким чином систему зі зворотнім зв'язком. Складовими адаптивної підвіски є мехатронні компоненти:

- амортизатори з регульованими параметрами;
- стабілізатори поперечної стійкості з можливістю регулювання;
- керовані задні важелі;
- датчики, що фіксують прискорення, дорожній просвіт, стан дороги тощо;
- електронний блок управління підвіскою.

Ці системи дозволяють адаптуватися до різних умов дороги та стилю водіння, використовуючи різні технології та пристрої. Хоча адаптивні підвіски можуть бути різними в залежності від автомобіля, їх основна мета та принцип дії залишаються однаковими.

На відміну від адаптивних підвісок, які лише регулюють ступінь демпфування амортизатора, активні підвіски використовують спеціалізовані приводи для незалежного підняття та опускання шасі на кожному колесі, враховуючи багато факторів, таких як якість дорожнього покриття, орієнтація кузова, швидкість та прискорення автомобіля, а також налаштування водієм системи управління підвіскою.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Ці інноваційні технології дозволяють виробникам авто забезпечувати вищий рівень комфорту під час їзди та забезпечувати стабільність, тримаючи шину в перпендикулярному положенні до дороги в поворотах, що покращує зчеплення і керуваність.

Бортова комп'ютерна система отримує дані про рух автомобіля від різних датчиків, розміщених по всьому авто, і, використовуючи ці відомості разом із розрахунковими алгоритмами, керує роботою активної або напівактивної підвіски. Ця технологія майже повністю виключає крени кузова і його коливання у вертикальній площині в більшості дорожніх сценаріїв, включаючи повороти, прискорення та гальмування.

Активні підвіски в першу чергу використовують індивідуальні приводи, що надають зусилля до компонентів підвіски, покращуючи загальні характеристики їзди. Основними недоліками таких рішень, станом на сьогоднішній день, є висока вартість, збільшена складність конструкції і вага обладнання, а також потреба у частому технічному обслуговуванні у деяких випадках.

Технічне обслуговування може становити виклик, оскільки лише авторизовані дилери матимуть необхідне обладнання та інформацію для діагностики та ремонту цих складних систем.

Одним з унікальних прикладів розробки активної підвіски є проект «Active Wheel» фірми Michelin, що базується на використанні електроприводів, розміщених у колесах, які виконують функції розподілу крутного моменту, забезпечення тягових зусиль, компенсації нахилу кузова при маневруванні та гальмуванні, а також демпфування коливань, спричинених дорожніми нерівностями.

Найбільш поширеними системами активної підвіски, що застосовуються сьогодні, є системи на основі гідравліки та пневмоприводу, активних змін жорсткості та геометрії підвіски, а також в деякій мірі електромагнітні рекуперативні системи.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

х роках вони представили систему, яка активно контролювала висоту і жорсткість підвіски автомобіля, щоб поліпшити аеродинаміку і швидкість на трасі.

3. Поширення у Formula 1 (кінець 1980-х - початок 1990-х років): Після успіху Lotus активні підвіски почали активно використовуватися в інших командах Formula 1, включаючи Williams і Ferrari. Ці системи показали значне поліпшення управління і стабільності на високих швидкостях.

4. Перехід до серійних автомобілів (1990-ті роки): У 1990-ті роки технологія активних підвісок почала переноситися з гоночних автомобілів на серійні моделі. Компанії, такі як Mercedes-Benz та Lexus, впровадили активні підвіски в деякі зі своїх вищих моделей, спрямованих на підвищення рівня комфорту та стабільності.

5. Розвиток технологій (2000-ті - до теперішнього часу): З початку 2000-х років активні підвіски продовжували розвиватися, інтегруючи нові технології, такі як електроніка, комп'ютеризація та розвиток сенсорних систем. Це дозволило створювати більш точні та адаптивні системи, які могли динамічно реагувати на умови дороги і стиль водіння.

6. Інтеграція з системами безпеки та автономного водіння: Сучасні активні підвіски часто інтегруються з іншими системами безпеки та системами автономного водіння, щоб створити більш ефективні, безпечні та комфортабельні транспортні засоби.

Розвиток активних підвісок у автомобільній промисловості, починаючи з 1954 року, включає кілька значущих інновацій і важливих етапів. Ось деякі з них:

1. 1954 рік - Citroën Traction Avant: Citroën був одним з перших виробників, який експериментував з гідравлічними підвісками, запровадивши їх у своєму моделі Traction Avant. Це була одна з перших спроб використання гідравліки для поліпшення комфорту під час їзди.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



Рисунок 1.3 – Citroen 15-6(1954 р.)

2. 1955 рік - Citroën DS: Citroën продовжив свої інновації з запуском моделі DS, яка використовувала революційну гідравлічну підвіску. Ця система дозволяла автомобілю автоматично підтримувати постійний кліренс незалежно від навантаження і була однією з перших систем, що надавала водію контроль над висотою підвіски.



Рисунок 1.4 – Citroen DS (1955 р.)

3. 1987 рік - Lotus Esprit: Компанія Lotus впровадила свою першу комерційну активну підвіску в моделі Esprit. Ця система була розроблена на основі досвіду Lotus у Formula 1 і дозволяла динамічно контролювати жорсткість підвіски.

4. 1990 рік - Nissan Infiniti Q45: Nissan представив активну підвіску на своєму моделі Infiniti Q45. Це була одна з перших спроб впровадити активну підвіску в автомобілі преміум-класу.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

5. 1994 рік - Mitsubishi Diamante: Mitsubishi випустила модель Diamante з системою ECS (Electronic Control Suspension), яка використовувала електронні датчики та комп'ютер для регулювання амортизаторів.

6. 2000-ті роки - Розвиток технологій: У цей період багато автовиробників, включаючи Mercedes-Benz, Audi, BMW, почали активно розвивати та впроваджувати свої системи активних підвісок. Ці системи стали більш складними та інтегрованими, з використанням сучасних технологій, таких як адаптивне демпфування та електронне управління.

7. 2010-ті роки - Новітні технології: Сучасні системи активних підвісок стають ще більш інтегрованими з іншими системами автомобіля, включаючи системи безпеки, контролю тяги та автономного водіння.

Цей огляд показує, як ідея активної підвіски розвивалася та вдосконалювалася протягом десятиліть, починаючи від простих гідравлічних систем до складних електронних та комп'ютеризованих технологій.

Таким чином, активна підвіска, яка почала свій шлях як інноваційна технологія у світі гонок, стала важливою частиною автомобільної промисловості, забезпечуючи краще управління та комфорт для водіїв і пасажирів.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2.1.2. Пневматична підвіска тролейбусів та автобусів

Пневматична підвіска міських автобусів та тролейбусів функціонує таким чином.

Вона складається з верхніх тяг, розміщених над осьовою балкою та мостом вздовж кузова автобуса, і нижніх тяг, що знаходяться під осьовою балкою та мостом. Ці тяги сполучають балку осі та міст з основою кузова за допомогою шарнірів, причому осі шарнірів нижніх тяг і шарнірів верхніх тяг моста встановлені горизонтально. Нижні тяги осьової балки та моста розташовані в горизонтальній площині під кутом, вершина якого спрямована проти напрямку руху автобуса, тоді як осі шарнірів верхніх тяг осьової балки встановлені вертикально.

Ця конструкція належить до типу пневматичних підвісок для міських автобусів і тролейбусів з низьким рівнем підлоги і також може бути використана в транспортних засобах з високим рівнем підлоги. Як приклад можна взяти пневматичну підвіску міського автобуса Mercedes-Benz 0317. Її передня частина має дві нижні поздовжні тяги, розміщені під осьовою балкою по краях, одну верхню поздовжню тягу над серединою балки і одну поперечну тягу. Задня частина містить дві нижні поздовжні тяги під балкою моста по краях і дві верхні тяги над балкою моста, розташовані під кутом одна до одної.

Подібна система використовується також в міських автобусах Ікарус моделей 260, 262, 280, де передня підвіска має дві нижні поздовжні тяги під осьовою балкою, одну верхню поздовжню тягу над серединою балки і одну поперечну тягу, а задня підвіска має дві нижні поздовжні тяги під балкою моста та дві верхні тяги над балкою моста.

В авторському свідоцтві SU № 854759 від 15.08.1981 р. описана пневматична підвіска з А-подібним важелем, який шарнірно з'єднаний з кузовом і жорстко прикріплений до осьової балки, а також поперечною тягою, з'єднаною з кузовом. Ця система підходить для міських автобусів з низьким

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

рівнем підлоги, але її вплив на плавність ходу є недостатнім через велику невіднесорену масу.

В заявці ФРН DE № 3835684 від 26.04.1990 р. описана пневматична підвіска для міських автобусів з низьким рівнем підлоги, де передня частина має дві нижні поздовжні тяги під осьовою балкою, одну верхню поздовжню тягу поряд з однією з нижніх тяг і одну поперечну тягу. Однак ця конструкція має недолік у вигляді недостатньої узгодженості ходів вверх-вниз осьової балки через різницю в рухах поздовжніх та поперечних тяг. В пневматичній підвісці шасі MAN NL 263 F для міських автобусів з низьким рівнем підлоги передня частина має дві верхні поздовжні тяги над осьовою балкою та дві нижні тяги під балкою, розміщені під кутом у горизонтальній площині, спрямованим у напрямку руху автобуса.

Задня частина підвіски для з'єднання балки моста з кузовом автобуса складається з двох поздовжніх тяг, встановлених вгорі балки моста, по одній біля кожного кінця балки, а також двох додаткових тяг, розташованих нижче балки моста. Ці нижні тяги розташовані в горизонтальній площині під кутом, вершина якого спрямована в напрямку, протилежному руху автобуса. Осі всіх шарнірів тяг задньої підвіски автобуса розміщені горизонтально. Різне розташування тяг у передній та задній підвісках, особливо тяг, розташованих під балкою осі в передній частині і встановлених під кутом у напрямку руху автобуса, може негативно впливати на стабільність положення осьової балки відносно основи кузова. Це відбувається через можливість поперечного зміщення балки осі при поворотах автобуса, а також через великі навантаження через коротке плече приєднання тяг до поперечини основи кузова та значне зміщення кронштейнів кріплення тяг біля передніх коліс.

Основною метою запропонованої корисної моделі пневматичної підвіски автобуса є забезпечення стабільного положення осьової балки відносно кузова, збільшення кутової жорсткості підвіски та зменшення навантаження на поперечні елементи кузова зусиллями від нижніх тяг передньої підвіски. Ця

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

задача вирішується розташуванням нижніх тяг підвіски осьової балки і моста в горизонтальній площині під кутом, спрямованим вершиною проти напрямку руху автобуса, а також вертикальним розміщенням осей шарнірів верхніх поздовжніх тяг осьової балки.

Корисність моделі пневматичної підвіски для міських автобусів та тролейбусів демонструється на кресленнях.

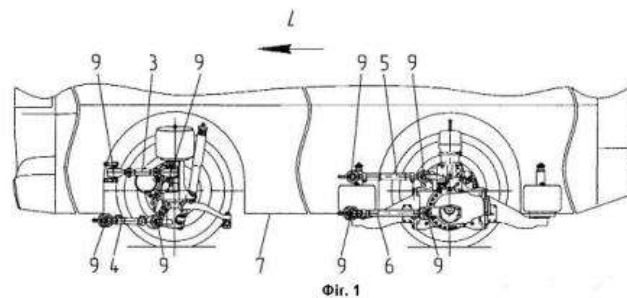


Рисунок 2.2 – Підвіска зображення «збоку»

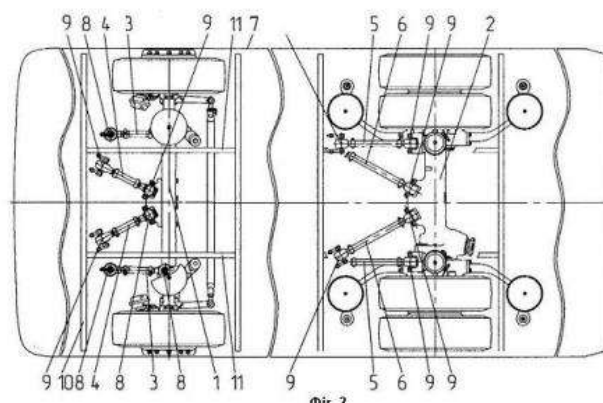


Рисунок 2.3 – Підвіска зображення «в плані»

Пневматична підвіска осьової балки 1 та моста 2 автобуса включає наступні елементи: верхні тяги 3 і нижні тяги 4 для підвіски осьової балки 1, а також верхні тяги 5 і нижні тяги 6 для підвіски моста 2. Ці тяги з'єднують осьову балку 1 і міст 2 з основою кузова 7 автобуса через шарніри 8 і 9. Верхні тяги 3 розташовані уздовж автобуса над осьовою балкою 1, тоді як верхні тяги 5 розміщені вище моста 2.

Нижні тяги 4 розташовані під осьовою балкою 1, а нижні тяги 6 - під мостом 2. У горизонтальній площині нижні тяги 4 і 6 розташовані одна відносно іншої під кутом, вершина якого спрямована у напрямку, протилежному руху автобуса.

Осі шарнірів 9 розміщені горизонтально, у той час як осі шарнірів 8 розташовані вертикально. Це розташування нижніх тяг 4 під кутом у горизонтальній площині, протилежним напрямку руху автобуса, забезпечує стабільне положення осьової балки 1 відносно каркаса основи кузова 7 та знижує навантаження на поперечні елементи кузова 7 від нижніх тяг 4 передньої підвіски при зміні напрямку руху автобуса. Це досягається завдяки збільшеному плечу між шарнірами 8 і їх наближенню до лонжеронів 11 основи кузова 7.

Завдяки вертикальному розташуванню осей шарнірів 8, стабілізація підвіски і кузова 7 під час кренів у поворотах поліпшена, оскільки кут жорсткість підвіски зростає через зменшення пружної податливості гумових втулок шарнірів 8 при деформації їх перпендикулярно до вертикальних осей шарнірів 8.

Ця корисна модель пневматичної підвіски успішно застосовується у нових моделях автобусів та тролейбусів ЛАЗ з низьким рівнем підлоги, що разом з іншими інноваційними рішеннями забезпечує високу конкурентоспроможність автобусів і тролейбусів ЛАЗ.

2.1.3. Активна пневмогідролічна підвіска

Цей винахід стосується системи підвіски транспортних засобів, зокрема до розробки активної пневмогідролічної підвіски.

Основна ціль винаходу полягає у покращенні надійності підвіски шляхом спрощення її конструкції.

Існує відома пневмогідролічна підвіска для транспортних засобів, яка містить основний гідроциліндр, що з'єднує підпружинену і непідпружинену

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

частини транспортного засобу, а також пневмогідравлічні камери прямого та зворотного тиску 1. Однак, ця система не забезпечує ефективного стабілізування динамічних сил, що впливають на підпружинену частину транспортного засобу, через що плавність ходу стає гіршою. Основним недоліком цієї підвіски є її низька надійність.

Є також відома активна пневмогідравлічна підвіска транспортного засобу, що включає циліндр, з'єднуючий корпус транспортного засобу з його колесом, пневмогідравлічні камери прямого та зворотного тиску, з'єднані з гідравлічним циліндром, насос з двома парами штуцерів, гідравлічний розподільник, який є ключовим елементом системи управління; включає також вимірювач сили та блок, які підключені до входу порівнювального блоку, вихід якого через підсилювач з'єднаний з розподільником.

Для досягнення цієї мети поршнева порожнина циліндра з'єднана з пневмогідравлічною камерою прямого тиску через одну пару штуцерів зазначеного розподільника, тоді як до іншої пари штуцерів розподільника підключені напірна і всмоктувальна лінії насоса, паралельно до якого встановлений зворотний клапан.

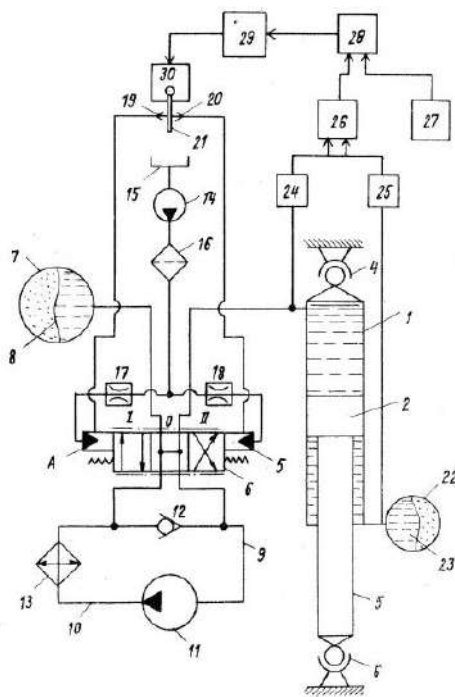


Рисунок 2.4 – Активна пневмогідравлічна підвіска

Коли колесо наїжджає на нерівності, сила, що діє на гідроциліндр 1, зменшується нижче статичної, і на виході з порівняльного блоку 28 формується негативний сигнал неузгодженості, який після підсилення в підсилювачі 29 передається в електромеханічний перетворювач 30.

Цей перетворювач відхиляє заслінку 21 вправо, закриваючи сопло 20 і відкриваючи сопло 19, що викликає зростання тиску в управлінській порожнині Б і зниження тиску в порожнині А. Золотник розподільника 6 зміщується вліво, і розподільник 6 переходить у положення П. В цей момент насос 11 відкачує рідину з камери 7 прямого тиску і через маслоохолоджувач 13, розподільник 6 в положенні 11 перекачує її в поршневу порожнину гідроциліндра 1, запобігаючи різкому падінню тиску в ній і підтримуючи зусилля на поршні близьким до заданого.

Активна пневмогідролічна підвіска транспортного засобу включає гідролічний циліндр, що з'єднує кузов транспортного засобу з його колесом, а також пневмогідролічні камери прямого та протилежного тиску, які зв'язані з гідролічним циліндром, насос із двома парами штуцерів, гідролічний розподільник як ключовий елемент системи управління, включаючи вимірювач сили та задаючий блок, які з'єднані зі входом компенсаційного блока, вихід якого через підсилювач зв'язаний з розподільником. Метою цього винаходу є підвищення надійності за рахунок спрощення конструкції, де поршнева порожнина циліндра з'єднана з пневмогідролічною камерою прямого тиску. При необхідності ізоляції, яка впливає з певних умов, рекомендується встановлення запірних клапанів у всмоктувальних і напірних магістралях насоса 11.

Під час роботи підвіски в активному режимі подається живлення до насосів 11 і 14, а також активуються електроавтоматичні елементи. При русі транспортного засобу по рівній поверхні гідроциліндр 1 сприймає статичне навантаження, що дозволяє первинним вимірювальним перетворювачам 24 і 25 та суматору 26 формувати сигнал, пропорційний статичному навантаженню.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Задаючий блок 27 генерує аналогічний, але протилежний за знаком сигнал, тому на виході компенсаційного пристрою сигнал розбіжності дорівнює нулю. В результаті, заслінка 21 займає нейтральне положення, при якому тиск у крайніх порожнинах А і Б управління розподільника 6 є однаковим, а його золотник знаходиться в нейтральній позиції. Таким чином, споживана потужність насосом 11 є незначною, оскільки тиск на вході і виході однаковий, а для запобігання перегріву рідина циркулює через охолоджувач 13.

Коли колесо наїжджає на виступаючу нерівність, сила, що діє на гідроциліндр 1, перевищує статичну, в результаті чого на виході компенсаційного блоку 28 формується позитивний сигнал розбіжності, який підсилюється в підсилювачі 29 і передається в електромеханічний перетворювач. Заслінка 21 при цьому відхиляється вліво, закриваючи сопло 19 і відкриваючи сопло 20, що призводить до зростання тиску в порожнині А і зниження тиску в порожнині Б. Золотник розподільника 6 переміщується вправо, і розподільник встановлюється в позицію 1. Насос 11 відкачує рідину з поршневої порожнини гідроциліндра і через розподільник 6 перекачує її в камеру 7 прямого тиску, створюючи стиснення газу не від зусилля на поршні гідроциліндра, а завдяки силовому впливу насоса 11. Це знижує тиск в поршневій порожнині гідроциліндра і, відповідно, силовий вплив на кузов. При недостатній продуктивності насоса 11 надлишкова рідина з поршневої порожнини, при русі по нерівній дорозі, дозволяє підвісці стабілізувати зовнішні сили, що діють на підпружинений корпус, знижуючи прискорення корпусу і підвищуючи плавність ходу транспортного засобу.

2.2. Огляд та аналіз конструкцій активних підвісок сучасних автомобілів

Огляд та аналіз конструкцій активних підвісок сучасних автомобілів виявляє, що на сьогодні найбільш розповсюдженими є пневматичні, гідропневматичні та гідравлічні системи активної підвіски. Ці системи керуються за допомогою контролерів, які працюють на основі детермінованого

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

принципу управління. Деталізація конструкцій цих типів підвісок буде надана у подальшому описі.

2.2.1. Активна підвіска з регульованими гідравлічними пружними елементами

Активна гідравлічна підвіска використовує гідравлічні сервомеханізми для своєї роботи. Вона отримує гідравлічний тиск від високотискового радіально-поршневого гідравлічного насоса. Датчики постійно контролюють коливання корпусу автомобіля і його рух, надсилаючи ці дані комп'ютеру.

Після обробки отриманих даних комп'ютер керує гідравлічними сервоприводами, розташованими поруч з кожним колесом. Ця регульована сервоприводами підвіска миттєво створює контрсили, які запобігають коливанням і нахилам автомобіля під час руху та маневрів.

Ця система також може самостійно регулювати дорожній просвіт, змінюючи його відповідно до умов і швидкості руху. Система була вперше запропонована в 1980 році Коліном Чепменом, засновником компанії "Lotus". У 1985 році на моделі Lotus Excel був встановлений удосконалений прототип електрогідравлічної активної підвіски, але ця система ніколи не була запропонована для продажу.

Однією з найбільш вдосконалених систем активної підвіски є гідравлічна підвіска Active Body Control (ABC). Ця система забезпечує оптимальну динаміку та комфорт, автоматично адаптуючи налаштування підвіски до різних дорожніх умов. Вона також має додаткову систему стабілізації автомобіля при боковому вітрі, яка активується на певній швидкості та вимикається водієм під час керування.

Рідина в системі ABC починає свій шлях у резервуарі гідравлічної рідини. Звідти вона насмоктується в насосі. Після цього насос виштовхує рідину в блок, який включає в себе демпфер пульсацій для зниження перепаду тиску, зворотний клапан для регулювання тиску на рівні 190 бар та датчик тиску, який

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

надзвичайно небезпечним, особливо на швидких шосе. Таким чином, краще не ігнорувати повідомлення "Drive Carefully". Система переходить в аварійний режим, який дозволяє вам доставити автомобіль до СТО, але не більше. Це попередження не повинно бути проігноровано.

Якщо висота будь-якого з 4-х кутів автомобіля стає неприйнятною, система АВС виведе повідомлення "Car too low". В такому випадку ви повинні негайно зупинитися, оскільки існує великий ризик пошкодження шин та можлива аварія.

У випадку будь-яких помилок необхідно провести діагностику автомобіля за допомогою STAR Diagnostic system, яка дозволяє отримати записані коди помилок і виявити дефектну частину підвіски. Мікропроцесор для аналізу різних дорожніх умов враховує сигнали від датчиків поперечного, повздовжнього та вертикального прискорення кузова, а також датчиків тиску в кожній амортизаційній стійці. Рівень кузова вимірюється датчиками на передній та задній вісі. Гідравлічний насос системи АВС генерує тиск до 200 бар, завдяки чому система може відразу реагувати на коливання кузова.

Електрогідравлічні блоки мають запірні клапани, які запобігають опусканню кузова під час стоянки. Система також має ефективну систему охолодження та запас мастила, що додає надійності гідравлічній конструкції.

Важливо відзначити, що ресурс цієї активної підвіски становить приблизно 400-500 тисяч кілометрів, що є значно більшим, ніж у підвіски AIRMATIC, але все ж не безмежним.

2.2.2. Активна підвіска з регульованими пневматичними пружними елементами

Активна підвіска з регульованими пневматичними пружинами є більш універсальною, оскільки дозволяє підтримувати певну висоту кузова і жорсткість підвіски. Проте вона має складнішу конструкцію, що включає

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

окремий привід для регулювання пружних елементів, і, отже, її вартість набагато вища.

У активній підвісці використовуються різні типи пружних елементів, такі як традиційні пружини, пневматичні і гідропневматичні пружини.

В системі "Active Body Control" (ABC) від Mercedes-Benz жорсткість пружини регулюється за допомогою гідравлічного приводу, який нагнітає оливу під високим тиском в амортизаторну стійку. Електронна система керує гідроциліндрами амортизаторних стійок за допомогою різних датчиків. Ця система практично усуває крен кузова при різних умовах руху і регулює висоту кузова. Пневматична підвіска, оснащена пружними гумовими балонами, є особливою в активних підвісках і дозволяє плавно регулювати висоту кожної частини кузова. Також використовуються адаптивні амортизатори для контролю жорсткості підвіски.

Пневматичний пружний елемент в системі пневматичної підвіски забезпечує регулювання висоти кузова відносно дороги. Тиск у пневматичних пружних елементах створюється за допомогою пневмостанції з електродвигуном і компресором.

Жорсткість підвіски контролюється за допомогою амортизаторів з регульованим ступенем демпфування. Наприклад, система "Adaptive Damping System" від Mercedes-Benz використовується в пневматичній підвісці "Airmatic".

Пневматична підвіска "Airmatic" забезпечує підтримку кузова за допомогою чотирьох пневматичних амортизаторів і була введена в різні моделі Mercedes-Benz, де вона гарантує статичну і динамічну стабільність автомобіля.

Кожен амортизатор складається з пневматичного балону та демпфера, які об'єднані в одному компоненті. У системі амортизаторів Airmatic подається повітря з повітряного компресора, розташованого поблизу переднього колеса

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

2. «Піднятий» - для їзди по нерівній дорозі або використання ланцюгів проти ковзання. Світловий індикатор (1) горить.



Рисунок 2.7 – Перемикач керування висотою кузова автомобіля

Вибирайте режим «Піднятий» лише тоді, коли це необхідно в зв'язку з поточними дорожніми умовами під час водіння. В іншому випадку це може призвести до збільшення витрати пального і погіршення керованості автомобілем. Рівень дорожнього просвіту автомобіля автоматично змінюється відповідно до обраного режиму та швидкості руху (ці зміни такі незначні, що ви можливо не помітите їх):

- Зі збільшенням швидкості дорожній просвіт зменшується приблизно на 20 мм.

- Зі зменшенням швидкості дорожній просвіт знову підвищується до обраного рівня автомобіля.

- Обраний рівень дорожнього просвіту автомобіля залишається в пам'яті, навіть коли двигун був вимкнений і потім знову запущений. Проте, якщо автомобіль підніметься до режиму «Піднятий» і рухатиметься зі швидкістю більше 120 км/год або в інтервалі від 80 км/год до 120 км/год протягом понад 5 хвилин, то рівень дорожнього просвіту автоматично знизиться до нормального рівня.

Датчик контролю висоти кузова визначає рівень автомобіля, використовуючи тягу від верхніх поперечних важелів управління з обох сторін переднього моста та торсіон на задній осі. Датчик на задній осі слідкує за рухом

приймальній котушці, амплітуди напруги змінюються в жорсткій відповідності до положення ротора.

Електронний блок оцінює компенсацію змінного струму в приймальних котушках, підсилює цей сигнал і генерує пропорційну вихідну напругу, яка динамічно змінюється. Ця вихідна напруга служить як сигнал для датчиків рівня кузова і обробляється блоком управління підвіскою.

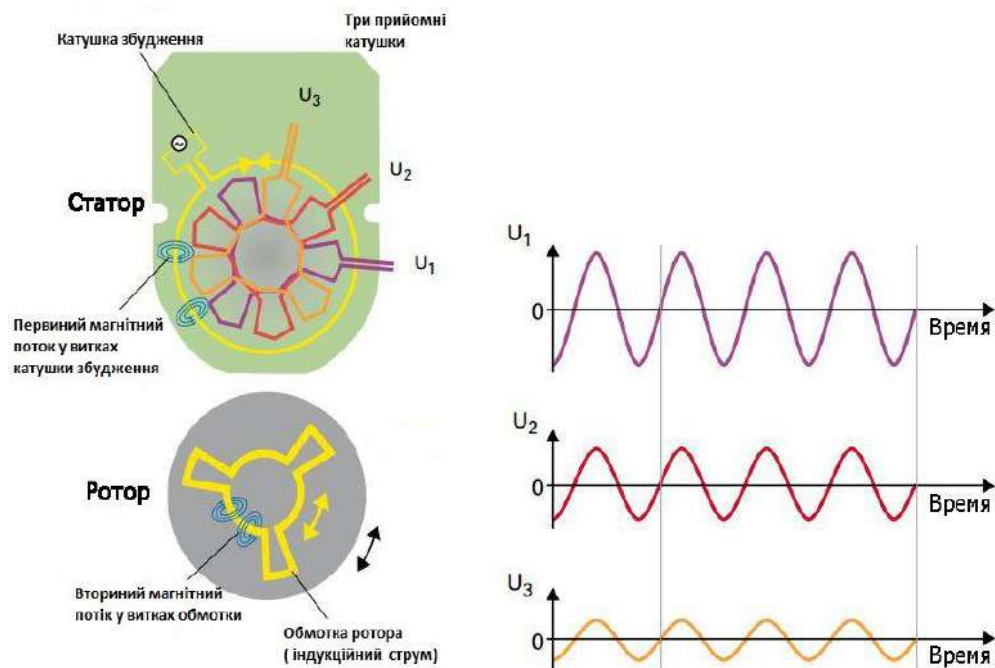


Рисунок 2.9 – Будова датчика висоти кузова

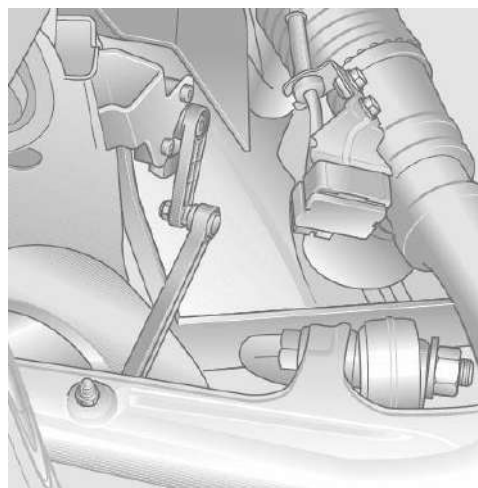


Рисунок 2.10 – Положення датчика контролю висоти розташування кузова

Переваги пневмопідвіски AIRmatic:

- високий рівень безпеки руху та комфорту їзди;
- адаптація жорсткості підвіски до дорожніх умов і стилю водіння;
- центр ваги автомобіля знижується, так як кліренс автоматично зменшується при швидкості вище 70 км / год.;
- за рахунок зменшення кліренсу – зменшується аеродинамічний опір автомобіля і витрата палива;
- індивідуальна адаптація: збільшення кліренсу автомобіля на поганих дорогах і при необхідності переїзду через перешкоди; три можливих рівні жорсткості пневмопідвіски для комфортного, спортивного та екстремального стилів водіння на автомобілях.

2.2.3. Активна підвіска з регульованими гідропневматичними пружними елементами

Гідропневматичні пружні елементи використовуються в гідропневматичній підвісці, яка дозволяє змінювати жорсткість і висоту кузова в залежності від умов руху і вибору водія.

Роботу підвіски забезпечує гідравлічний привод високого тиску. Керування гідросистемою здійснюється за допомогою електромагнітних клапанів. Сучасною конструкцією гідропневматичної підвіски є система «Hydractive» третього покоління, яка встановлюється на автомобілі Citroën.

«Computer Active Technology Suspension» (CATS) від Jaguar є поєднанням у найкращому співвідношенні комфортності їзди та можливостей ручного керування на основі аналізу дорожніх умов та здійсненням щосекунди до 3000 коригувань параметрів налаштувань підвіски через електронне керування амортизаторами.

До речі, в гідропневматичній схемі (Hydractive від Citroen) в звичайних амортизаторах необхідності немає, оскільки за параметри жорсткості

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

контролю жорсткості та два додаткових амортизаторних клапани. На цьому регуляторі також розташована додаткова сфера. Регулятор жорсткості присутній як на передній, так і на задній підвісці. В режимі Soft (м'який) регулятор об'єднує пружні гідропневматичні елементи, намагаючись досягти максимального обсягу газу. Клапани залишаються в неактивному стані.

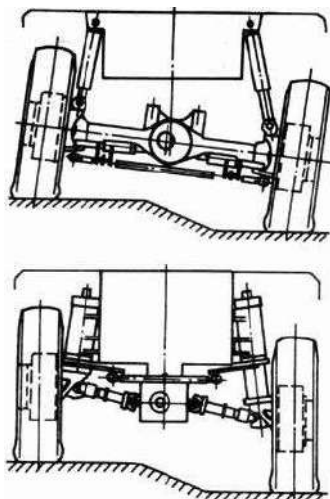


Рисунок 2.13 – Положення гідропідвіски відносно полотна дороги

При подачі напруги на них активується жорсткий режим підвіски, при якому задні циліндри, стійки і додаткові сфери ізолюють одне від одного.

Вхідні пристрої, виконавчі пристрої і електронний блок управління утворюють систему керування підвіскою. До вхідних пристроїв включають перемикач режимів роботи і вхідні датчики, які перетворюють характеристики в електричні сигнали. У версії Hydractive 3 застосовуються датчик рульового колеса і датчики положення кузова. Датчики положення кузова надають інформацію про висоту розташування кузова автомобіля. Зазвичай встановлено два або чотири таких датчики. Датчик рульового колеса вимірює швидкість і напрямок обертання рульового колеса. Перемикач режимів роботи потрібен для примусового управління висотою кузова і жорсткістю підвіски.

Блок керування отримує сигнали від вхідних пристроїв, обробляє їх відповідно до програми і здійснює керуючі впливи за допомогою виконавчих

Складові цієї підвіски: 1 - Інтегрований вузол гідротронік; 2 - Стійки передньої підвіски; 3 - Передній регулятор жорсткості; 4 - Передній електронний датчик положення; 5 - Задні гідропневматичні циліндри; 6 - Задній регулятор жорсткості; 7 - Задній електронний датчик положення; 8 - Блок управління; 9 - Датчик положення рульового колеса; 10 - Резервуар для рідини гідросистеми; 11 - Педалі «газу» і гальма.

Переваги та недоліки даного пристрою

Гідропневматичну підвіску та її технологію зазвичай буває важко зрозуміти для звичайних користувачів автомобілів, що може призвести до загального уявлення, ніби гідропневматична підвіска є просто «зручною для комфорту». Проте вона також має свої переваги, які стосуються якості управління та вирішення різних проблем, які були притаманні сталевим пружинам і раніше потребували виправлень в конструкції підвіски. Маючи на увазі ці переваги, було два основних виклики для виробників автомобілів. По-перше, підвіска була об'єктом патентування винаходником, і, по-друге, вона мала елементи складності, тому виробники, такі як Mercedes-Benz, British Leyland (Hydrolastic, Hydragas) і Lincoln, намагалися розробити більш прості системи, використовуючи стиснене повітря для підвіски.

Протягом багатьох років систему підвіски вдосконалювали, включаючи сталеві стабілізатори поперечної стійкості, стійкість в різних режимах їзди та активний контроль положення кузова (наприклад, Citroen Activa). Отже, підсумовуючи вищезазначене, головними перевагами цього типу підвіски є забезпечення гладкості руху, можливість контролю положення кузова відносно дорожнього покриття, добре поглинання коливань і можливість адаптації до стилю водіння кожного конкретного водія.

Наразі система підвіски Hydraction постійно вдосконалюється в двох напрямках: розширення функціональності і підвищення надійності.

Основними недоліками таких підвісок можна вважати їх велику складність та високу вартість.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

автомобіля може підніматися або опускатися шляхом зміни тиску повітря в повітряній камері, що призводить до подовження або скорочення амортизатора. На верхній частині амортизатора розташований пневматичний клапан, який блокує повітря в ньому за командою блоку управління або при падінні рівня залишкового тиску в амортизаторі нижче 4-5 бар. Пневматичні амортизатори спроектовані так, щоб зменшити поперечні сили і оснащені клапаном залишкового тиску, який забезпечує не менше 3,5 бар тиску в пружних елементах. Це полегшує процес монтажу і зберігання амортизаторів підвіски. Корпус пружного елемента служить направляючим для манжети і захищає її від забруднень і пошкоджень.

Клапан регулювання жорсткості амортизатора.

Система електронного контролю жорсткості амортизаторів зменшує коливання кузова, забезпечує відмінне зчеплення коліс з дорожнім покриттям і стабільну поведінку автомобіля незалежно від його завантаження. Це гарантує максимальний комфорт і безпеку під час руху.

Амортизатори розподілені на чотири рівні жорсткості:

1. Рівень стандарт - жорсткість (зусилля стиснення та відскоку) відповідає параметрам заводських стандартних амортизаторів.

2. Рівень комфорт - має більшу жорсткість (на 30% більше, ніж у стандартних амортизаторах) і найбільше підходить для міських і міжміських доріг.

3. Рівень шосе - надає амортизаторам 80% більшу жорсткість на відскоку, рекомендується для частої їзди на міжміських трасах з великими швидкостями.

4. Рівень спорт - це найжорсткіші амортизатори на стиск та відскок, призначені для тих, хто віддає перевагу спортивному стилю водіння.

Ця система може бути встановлена на автомобілі преміум-класу, але також може підходити і для більш бюджетних авто, за умови, що власник готовий зробити подібну модернізацію за високу вартість.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Амортизатори з функцією регулювання жорсткості зараз виготовляють практично всі відомі виробники автомобільних компонентів. Вони поділяються на механічні та спортивні. Механічні можна налаштувати шляхом обертання штока навколо своєї осі, тоді як спортивні моделі дозволяють регулювати з капота або багажника автомобіля без додаткових операцій.

Амортизатори з електронним регулюванням жорсткості традиційно використовуються в преміум-сегменті, але деякі виробники включають їх до комплектації більш доступних автомобілів. Наприклад, BMW, Mercedes-Benz, Audi встановлюють такі амортизатори як складову частину OEM. Ці амортизатори оснащені електромагнітним клапаном у поршні, який дозволяє змінювати їхню жорсткість залежно від стилю водіння і дорожніх умов.

Кожне колесо має один клапан демпфірування, який містить два електромагнітних клапани, що дозволяють переключити амортизатори на одну з чотирьох можливих налаштувань відповідно до команд, що надходять від модуля управління пневматичною підвіскою AIRmatic з ADS. Висока швидкість реагування дозволяє швидко адаптувати амортизатори до різних умов руху автомобіля.

Дуже короткий час реакції (в мілісекундах) означає, що оптимальні параметри демпфуючої сили стають доступними практично миттєво, якщо внезапні зміни жорсткості підвіски автомобіля будуть необхідні, наприклад, під час виконання уникнення перешкод.

Розрахунок необхідного опору амортизаторів за умов руху автомобіля здійснюється на основі сигналів від датчиків прискорення на кожному колесі автомобіля і датчиків прискорення кузова.

Завдяки високій швидкості виявлення і регулювання процесів демпфування під час стиснення та розкідання забезпечується встановлення параметрів опору амортизатора точно відповідно до поточного стану руху автомобіля.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Багато параметрів, які впливають на опір амортизаторів в залежності від умов руху автомобіля, записані в пам'яті блоку управління рівнем кузова.

Демпфуючу силу визначає опір потоку масла, який регулюється за допомогою клапанів. Чим більший опір для масла, що проходить через клапани, тим сильнішою є демпфуюча сила.

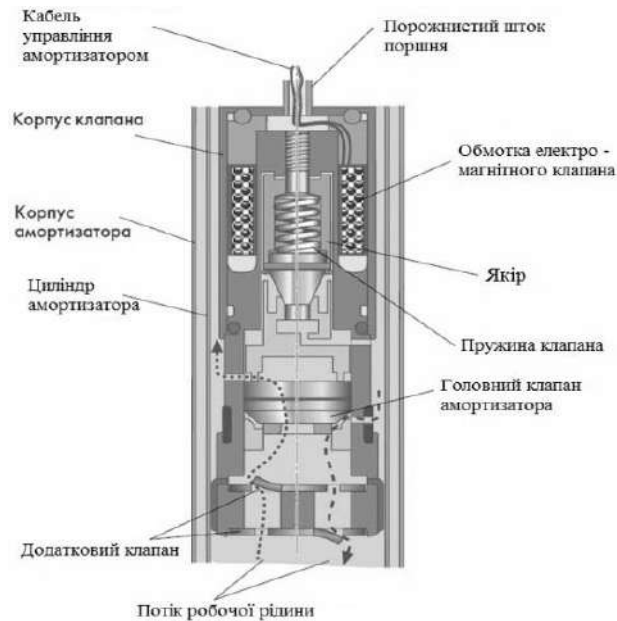


Рисунок 2.17 – Клапан регулювання жорсткості амортизатора

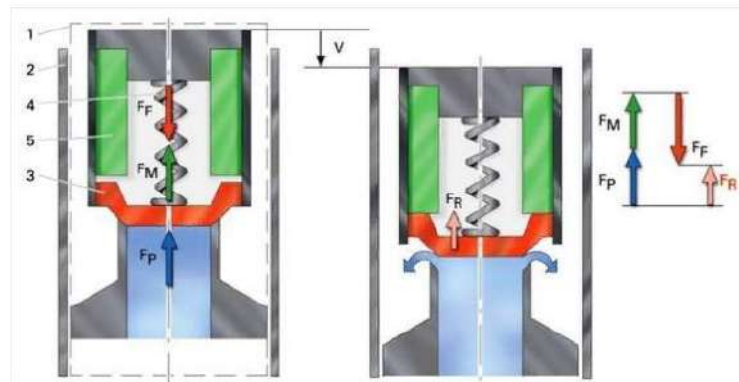


Рисунок 2.18 – Принцип роботи при ударі по підвісці

Демпфуючий клапан складається з корпусу та двох поршневих клапанів, які розташовані вище соленоїдів і утворюють разом електромагнітний клапан. У середині системи міститься масло, яке використовується для амортизації перепадів тиску і різких навантажень.

Поршень 1 рухається вниз циліндричної трубки 2 зі швидкістю V , що призводить до зростання тиску масла в камері під головним демпфуючим клапаном 3. Спрямований струм через електромагнітний клапан 5 впливає на силу магнітного поля F_M , яка взаємодіє з силою стиснення пружини F_F . Якщо сума цих сил ($F_M + F_P$) перевищує силу стиснення пружини F_F , то клапан відкривається. Сила магнітного поля регулюється струмом, і більший струм призводить до меншого опору потоку і меншої демпфуючої сили.

Важливо відзначити, що найбільша демпфуюча сила досягається при відсутності струму на електромагнітному клапані, а найменша - при подачі струму навколо 1800 мА. В аварійному режимі напруга на клапан не подається, що призводить до максимальної демпфуючої сили, забезпечуючи стабільність автомобіля при динамічному русі.

ADS модуль управління пневмопідвіскою використовується для отримання чотирьох різних налаштувань системи:

1. Налаштування 1: Для комфортної їзди з малими вібраціями і низькими прискореннями. Обидва соленоїда залишаються відкритими, дозволяючи маслу поглинати перепади тиску в амортизаторах.

2. Налаштування 2: В більш жорсткому режимі, коли автомобіль опускається, один електромагнітний клапан відкривається, а інший закривається.

3. Налаштування 3: В спортивному режимі або під час різких прискорень, обидва електромагнітних клапана закриваються, дозволяючи маслу перебувати під великим тиском для підвищеної безпеки.

Ця система також може активуватися при збоях підвіски і переходити в аварійний режим, про що повідомляється на мультифункціональному дисплеї.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крок 3

З правого боку під капотом в коробці запобіжників від'єднуємо середній запобіжник з числа трьох великих (контроль рівня пневматичної підвіски) для того, щоб потім не видавало помилку в системі.



Рисунок 3.3 – Від'єднання запобіжника контролю рівня пневмопідвіски

Крок 4

У капотному відсіку від'єднати клапан залишкового тиску (патрубок) та за допомогою інструменту відкрутити три верхні гайки, які кріпляться до кузова. Відкручування патрубку пневматичного привода треба здійснювати повільно, оскільки там знаходиться повітря під тиском і його слід поступово спустити.



Рисунок 3.4 – Від'єднання клапану залишкового тиску

Крок 5

Використовуйте підйомну платформу (підйомник), яка зможе підняти кузов автомобіля до вивішування коліс. Це полегшить процес демонтажу

Крок 8: Розгвинчіть кріплення поперечного важеля підвіски і демонтуйте стабілізатор.

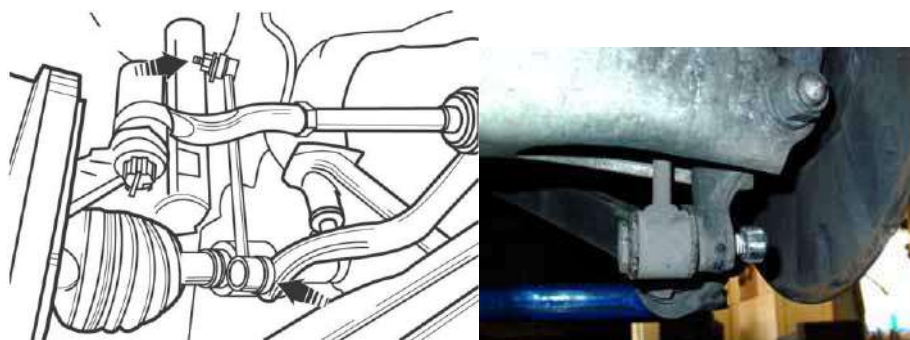


Рисунок 3.8 – Демонтаж стабілізатора

Крок 9: Від'єднайте кабельний роз'єм, розташований в крилі автомобіля (датчик висоти кузова).

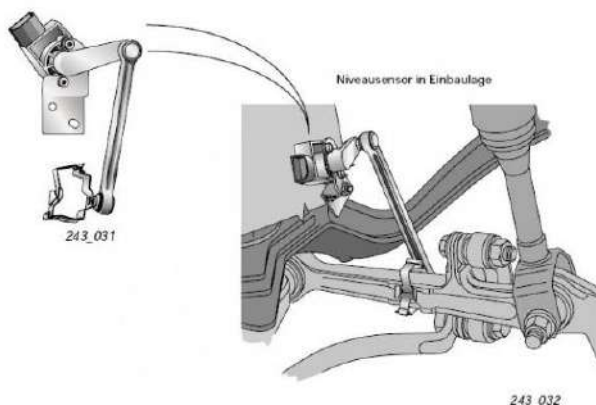


Рисунок 3.9 – Від'єднання кабельного роз'єма

Крок 10: Відкритіть нижню частину амортизатора (вилку кріплення) від нижнього важеля підвіски.

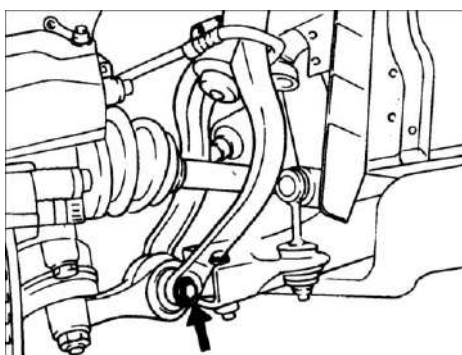


Рисунок 3.10 – Від'єднання вилки кріплення

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРТАМ22.22379 ПЗ

Арк.

56

Крок 11: З використанням знімача відкрутіть верхню частину амортизатора від верхнього важеля підвіски.



Рисунок 3.11 – Від'єднання верхньої частини амортизатора від верхнього важеля підвіски

Крок 12: Тепер важлива операція - обережно витягніть пневматичний амортизатор у напрямку збоку вниз.



Рисунок 3.12 – Демонтаж амортизатора

Процедура демонтажу амортизатора завершена.

3.2 Розробка маршруту демонтажу пневматичного балону

Крок 1: Демонтаж проводиться з передньої стійки в зборі.



Рисунок 3.13 – Передня стійка

Крок 2: Прикріпіть спеціальний знімач до шпильок у верхній частині стійки (болт на знімачі повинен впертися в центр верху амортизатора), а потім закріпіть три (3) гайки, якими амортизатор прикріплений до кузова автомобіля.



Рисунок 3.14 – Спеціальний знімач на шпильках з кріпленням

Крок 3: Рівномірно витягуйте три (3) гайки до тих пір, поки верхня кришка не втиснеться вниз. Це допоможе вилучити стопорне кільце.

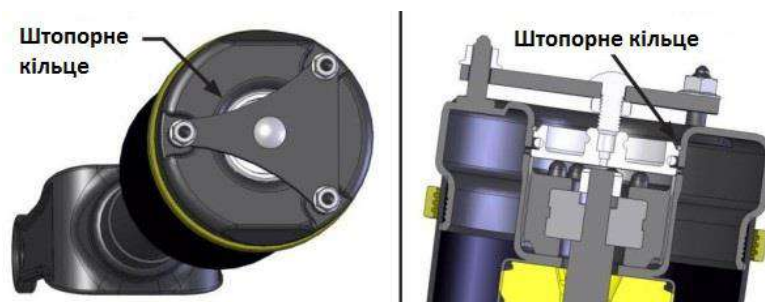


Рисунок 3.15 – Вилучення штопорного кільця

Крок 4: Для зняття штопорного кільця використовуйте плоску викрутку.

Крок 5: Вилучіть знімач.

Крок 6: Зніміть кліщами з затискачем верхню кришку.



Рисунок 3.16 – Видалення верхньої кришки

Крок 2: У новому пневматичному балоні змастіть кільця ущільнювачів, які знаходяться в його нижній частині. Потім встановіть цей балон на амортизатор.



Рисунок 3.20 – Встановлення нового пневмобалону на амортизатор

Крок 3: Встановіть контргайку на вісь амортизатора і затягніть її згідно зі специфікаціями виробника.



Рисунок 3.21 – Встановлення нового пневмобалону на амортизатор

Крок 4: Змастіть кільце ущільнювача перед установкою кришки, після затягування гайок.



Рисунок 3.22 – Встановлення кільця ущільнювача

Крок 5: Перед установкою стійки встановіть штопорне кільце поверх кришки.

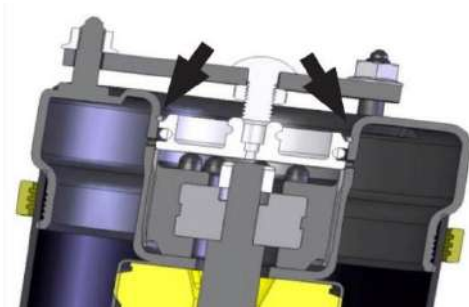


Рисунок 3.23 – Встановлення штопорного кільця

Крок 6: Затягніть три гайки до тих пір, поки кришка не запресується в пневматичний балон на достатню глибину для надійної фіксації засувки. Потім приберіть інструмент.



Рисунок 3.24 – Фіксація засувки

Це завершальна операція збірки пневматичної стійки.

4. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Проблеми, при експлуатації активної підвіски

Сучасні автовиробники активно займаються покращенням надійності та комфортності підвіски на своїх автомобілях. Проте стан доріг в нашій країні часто псує всі ці зусилля, і водії регулярно стикаються з проблемами, пов'язаними з підвіскою.

Несправності підвіски можуть виникнути як раптово (наприклад, під час наїзду на перешкоду), так і поступово. Якщо їх не виправити вчасно, вони можуть стати причиною більш серйозних проблем.

Зазвичай наявність проблем з підвіскою вказують на такі ознаки:

- автомобіль відхиляється від прямолінійного руху (відхилення вбік).
- коливання або розгойдування автомобіля при поворотах та гальмуванні.
- вібрація під час руху.
- підвищений або нерівномірний знос шин.

Важливо враховувати, що ці ознаки можуть бути пов'язані також із несправностями у рульовому управлінні. Для точного визначення проблеми з підвіскою зазвичай потрібен детальний огляд, тестування і перевірка компонентів підвіски.

4.2. Обслуговування амортизаторів із електронним регулюванням жорсткості автомобіля

Багато людей вважають, що обслуговування та ремонт пневматичної підвіски є витратними. Це правда лише у випадку, якщо ремонт пневматичної підвіски виконується з великим запізненням. Рекомендується вчасно вживати заходи щодо ремонту пневматичної підвіски, якщо з'являються перші ознаки несправності:

– якщо ваш автомобіль має пневматичну підвіску з відкритими пневматичними ресорами (наприклад, Mercedes W164, BMW X5), рекомендується регулярно піднімати автомобіль в максимальне положення і

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

промивати бруд під складками пневматичної камери високотиском мийки. Також слід ретельно очищати застиглий наліт бітуму на направляючих поршнів пневмобалона;

– якщо пневматичні камери розташовані в стаканах (Mercedes W211), то важливо регулярно перевіряти стан захисних пильовиків пневматичних амортизаторів і верхніх пломб передніх пневматичних амортизаторів (Mercedes W220). Раз на рік рекомендується знімати пильники пневматичних амортизаторів і чистити напрямні частини під пневмобалонами;

– у разі регулярного опускання автомобіля (особливо вночі) слід звернутися до фахівців, які використовують комп'ютерну діагностику для виявлення і виправлення несправностей пневматичної підвіски. Це допоможе зекономити гроші та час, оскільки в іншому випадку може вийти з ладу компресор пневматичної підвіски;

Збереження пневматичної підвіски вашого автомобіля у хорошому стані дозволить вам отримувати лише приємні враження від експлуатації авто.

4.3. Підвищення стійкості до зношування амортизатора з електронним регулюванням жорсткості автомобіля

Амортизатор з електронним регулюванням має інтегровану пневматичну подушку в однотрубному газонаповненому корпусі. Отже, основні несправності можуть виникнути як у звичайного гідравлічного, так і пневматичного амортизатора:

1. Несправності гідравлічного амортизатора включають:

- Пошкодження сальника штока амортизатора.
- Внутрішні пошкодження амортизатора, такі як руйнування, вихід з ладу клапанного вузла або поршня.
- Механічні пошкодження амортизатора, такі як тріщина, вм'ятини в корпусі або викривлення штока.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

- Руйнування амортизатора, включаючи облом штока, відрив кріпильного вушка, деградацію або руйнування сайлентблоків.

- Забруднення рідини механічними домішками.

2. Несправності пневматичного амортизатора.

Стосується особливо передніх, можуть включати проблеми з герметизацією верхньої частини. На заводі верх пневматичних амортизаторів герметизується клеєм, і з часом цей клей може тріскатися, що призводить до витіку повітря. Це може призвести до опускання автомобіля нижче норми (загоряється червона табличка "Airmatic stop, car too low"), але при запуску двигуна автомобіль знову піднімається до необхідного рівня.

3. Герметичність підвіски автомобіля Mercedes W220:

Задні амортизатори AIRmatic;

Якщо ваш автомобіль опускається на одному з задніх пневматичних амортизаторів, то ймовірно, причиною є нещільність амортизатора, і повітря витікає з пневмобалонів. Перевірити це можна легко. Запустіть автомобіль, щоб компресор накачав пневматичні амортизатори до нормального рівня. Потім вимкніть двигун і підніміть одне з задніх коліс автомобіля. Якщо ви почуєте шиплячий звук, схожий на звук проколу колеса, це означає, що у вашому амортизаторі є розрив пневмобалона. Якщо автомобіль опускається симетрично спереду і ззаду, це може свідчити про витік повітря через клапани (розташовані в рейці клапанів).

Передні амортизатори AIRmatic;

Відкрийте капот і використовуйте мильний розчин, щоб обрискувати область, де підводиться трубка для подачі повітря (іноді, для діагностики несправностей пневмопідвіски Mercedes W220, вам може знадобитися підняти одне з передніх коліс домкратом). Якщо мильний розчин утворює бульбашки повітря, це означає, що потрібно виправити нещільність, встановивши ремкомплект.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64



Рисунок 4.1 – Перевірка на герметичність амортизатора

Головним із частотою виникнення несправностей є розрив камери пневматичного амортизатора. Зазвичай такий розрив стається через вичерпання ресурсу камери, що відповідає близько 150 000 км пробігу. Якщо ваш спідометр наближається до цієї кількості, слід бути уважним.

Існують два способи вирішення цієї проблеми:

1. Встановлення нового оригінального пневматичного амортизатора (найбільш вартісний варіант).
2. Встановлення вживаного пневматичного амортизатора (більш економічний, але менш надійний варіант, оскільки тривалість його служби невідома).

Головною причиною поломки амортизаторів є стан амортизаційної рідини, яка з часом втрачає свої властивості під впливом зовнішніх факторів. Швидкість проходження рідини через мікроскопічні отвори зменшується, що призводить до підвищеного розгойдування автомобіля на нерівностях під час руху. Зміни властивостей рідини для водія можуть залишатися непомітними, але вони проявляються в посиленому крені автомобіля при поворотах, підвищеному розгойдуванні на купинах і нерівних дорогах, а також у підвищеному "клані" під час гальмування.

Для наочності, ідеальна кінематична в'язкість гідравлічної рідини для амортизаторів становить 18 мм²/с при 40 °С та 7 мм²/с при 100 °С. Зі зменшенням якості рідини ці значення просуваються ближче до нуля.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

ніж замінювати всю стійку. Також відновити старий амортизатор (гідравлічну частину) є більш надійним та вартісним варіантом. Це абсолютно можливо.

Будь-який ремонт починається з діагностики системи підвіски в цілому. На підставі проведеного аналізу обираються найбільш оптимальні методи вирішення проблеми. Наприклад, у випадку несправності стійки амортизатора, найчастіше рекомендується її заміна, що призводить до значних витрат часу та коштів. Проте ремонт стійок амортизаторів зазвичай не забирає багато часу, всього близько 3 годин. Якщо вам потрібне швидше вирішення проблеми, то стійку амортизатора можна замінити на відновлену аналогічну стійку. При цьому відновлена стійка може бути навіть надійнішою та вищої якості, ніж нова.

У більшості випадків основною причиною несправності підвіски є гідравлічний амортизатор, оскільки саме він несе на собі основне динамічне навантаження під час їзди. На українських дорогах, які відомі своєю поганою якістю, такі навантаження особливо великі. Особливо це стосується іномарок, підвіска яких спочатку не розрахована на наші реалії.

Щодо складу пневмостійки, в нього входять гумова оболонка та пластикові або металеві елементи. Зовнішня оболонка має спеціальне покриття, яке захищає її від негативного впливу різних факторів, таких як бруд, сіль, різкі температурні коливання і ультрафіолетове випромінювання. Під оболонкою розташований каркас пневмостійки, який складається з кількох шарів тканинного корду, вкритих еластичним матеріалом, що надає необхідну міцність і гнучкість подушці.

Спеціальні матеріали, які використовуються при створенні пневмостійки, здатні витримувати температурний діапазон від -45°C до $+70^{\circ}\text{C}$ відповідно до євростандартів і вимог клієнтів.

Умови використання пневмостійок і вплив температур.

Для водіїв, дуже важливо розуміти, як температурні умови впливають на використання пневморесор. Однією з характерних особливостей гуми є її

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

твердість при низьких температурах і зміна її форми при спекотних. Це може призводити до появи мікротріщин. Щодо пневматики, витік повітря є серйозною проблемою.

Для підтримки потрібного рівня тиску в "подушці", повітряний компресор працює з більшою інтенсивністю, що скорочує його термін служби. Власники комерційних або пасажирських автомобілів знають, що замінити повітряний компресор може бути дорогим.

Тому надзвичайно важливо, щоб повітряна система пневморесор була герметичною. Якщо пневмоподушка призначена для помірних температур взимку, то вона працює добре при -45°C . Оригінальні пневмоподушки можуть функціонувати при ще більших температурних коливаннях, оскільки вони виготовлені з спеціальної гуми, яка не втрачає своїх властивостей навіть при -60°C . Такий вид гуми містить більше натурального каучуку, що робить їх дорожчими, ніж звичайні пневморесори.

При виборі пневмоподушки важливо звертати увагу на діапазон температур, при яких вона може ефективно працювати. Найкращим варіантом є обрання такої, де гранична температура буде нижчою, ніж умови експлуатації автомобіля. Водії, які встановлюють дешеві пневморесори на свої автобуси або тролейбуси, ризикують зіткнутися з проблемами з підвіскою при низьких температурах.

Дешеві пневморесори, як правило, виготовляються в теплих країнах, таких як Туреччина або Китай, і призначені для використання в теплих умовах. Вони часто виготовляються з використанням дешевих матеріалів, що може погіршувати якість продукту. Також в таких "пневмоподушках" може бути недостатньої пружності при повному завантаженні або навіть перевантаженні автомобіля.

В активній підвісці автомобіля використовуються оригінальні пневмоподушки. Структура силового елемента, товщиною 1,8 мм, включає такі компоненти:

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

1. Зовнішній захисний шар: цей шар містить суміш високонасичених каучуків, кожен з яких має відмінні фізико-механічні властивості.

2. Шар силового корду: це трьохпрядний корд із штучного (віскозного) матеріалу. Корд має уткану структуру, а нитки намотані під кутом 45°.

3. Внутрішній шар: цей шар виготовлений із гуми, яка містить галогенований бутилкаучук. Матеріал цього шару має нульову проникність повітря, високу пластичність у різних температурних умовах і відмінну стійкість до зношування при інтенсивній деформації.

Зазвичай основною причиною поломки є розрив пневматичного амортизатора, який відбувається після накопичення близько 150 000 км пробігу. Тому я пропоную збільшити стійкість пневмоподушки, модифікуючи силову структуру і використовуючи подвійний корд. Додаткові деталі цього методу будуть наведені в додатку. Це дозволить досягти товщини силового елемента приблизно 4 мм і включатиме такі компоненти:

1. Зовнішній захисний шар: цей шар містить суміш високонасичених каучуків, кожен з яких має фізико-механічні властивості для спеціального призначення, такі як міцність, еластичність і стійкість до агресивних середовищ.

2. Перший шар силового корду: це трьохпрядний корд із просоченим лаком поліаміду, який має високу міцність і перевершує більшість натуральних і синтетичних волокон. Тканина корду є безшовною, і перший шар нитки намотаний під кутом 45°.

3. Центральний шар: цей шар складається з гуми з підвищеним вмістом силікону, який стійкий до екстремальних температур і зберігає свої властивості протягом тривалого періоду.

4. Другий шар силового корду: цей шар використовує той самий матеріал, що і перший шар силового корду, і розташований під кутом 90° відносно першого шару. Обидва шари утворюють міцний каркас виробу.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

5. Внутрішній шар: цей шар гуми також містить галогенований бутилкаучук і має нульову проникність повітря, високу пластичність і стійкість до зношування при інтенсивній деформації.

В результаті використання цього методу стійкість пневмоподушки збільшиться в 1,5 рази, і ресурс пробігу становитиме приблизно 200 000 - 250 000 км.

4.4. Можливі несправності активної підвіски

1. Насос.

Гідропідсилювач керма та насос АВС з'єднані в єдиний пристрій, відомий як тандемний насос (Tandem Pump). Однак важливо зауважити, що це два окремі компоненти, які ділять один і той же шків і вал. Це означає, що може статися поломка насоса АВС, але насос гідропідсилювача керма залишиться справним (і навпаки). Проте в разі поломки одного з них, обидва насоси мають бути замінені, оскільки вони утворюють єдиний вузол. Насос змащується гідравлічною рідиною, тому важливо уникати запуску його без неї.

Якщо ви помітили витік рідини, слід ретельно контролювати рівень рідини в бачку. Запуск тандемного насоса без гідравлічної рідини може призвести до його пошкодження та потрапляння сміття в систему АВС, що призведе до проблем на довгий період часу або навіть до необхідності повної заміни системи, що є нерациональним.

Насос зазвичай виходить з ладу двома способами:

- він не може генерувати тиск або робить це недостатньо;
- насос зношений і не може підтримувати сталу кількість тиску, що робить повідомлення про помилку на панелі приладів більш частими і тривалими.

Спрацювання несправності насоса легко визначити: при запуску двигуна з'являться повідомлення "Visit workshop" і "drive carefully", які не зникають. Підвіска перейде в аварійний режим та не відповідає на команди піднятися.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Коди помилок SDS вказують на низький тиск або його відсутність. В аварійному режимі клапани стійки блокуються.

У багатьох випадках перезапуск автомобіля може відновити тиск, і повідомлення про помилку зникне. Автомобіль може працювати нормально протягом певного часу. При діагностиці ви також побачите записані коди помилок, пов'язані з тиском.

Іноді всмоктуючий клапан може бути причиною проблем, а не сам насос. Однак клапан не продається окремо і постачається разом з насосом. Переконайтеся, що на всмоктуючий клапан подається +5 вольт або більше, якщо насос не генерує тиск, щоб виключити проблеми з підключенням модуля управління.

Кращий спосіб перевірити, чи насос працює належним чином, - це контролювати тиск, проводячи тест "родео". Режим "родео" змушує систему працювати пильно, і навіть хороший насос іноді може трохи знизити тиск на 1/3 від номінального. Тест вважається успішним, якщо тиск під час тесту не опускається нижче 100 бар. Таким чином, якщо автомобіль успішно проходить тест "родео", то насос, ймовірно, в нормальному стані. Але якщо після проходження тесту "родео" залишилися помилки, пов'язані з тиском, то рекомендується дослідити інші можливі причини, згадані раніше.

2. Амортизатор пульсацій / Зворотний клапан / Датчик тиску.

Ці три компоненти розташовані разом, оскільки працюють разом і розташовані відразу після насоса.

Амортизатор пульсацій має форму чорної кулі і конструктивно схожий на інші гідроаккумулятори в системі, але з меншим розміром. Оскільки насос створює рідинний потік "ривками", потрібно вирівняти ці коливання у рідині. Цю функцію виконує амортизатор пульсацій.

Внутрішній повітряний мішок, що знаходиться всередині амортизатора, діє як амортизуюча подушка, вирівнюючи тиск, аналогічно до того, як газонаповнений амортизатор зменшує дорожню вібрацію.

					MPTAM22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

колір рідини свідчить про серйозне забруднення системи, і її слід промити і замінити якнайшвидше, включаючи фільтр. Пам'ятайте, що блоки клапанів і насос дуже чутливі до забруднень.

Однією з важливих функцій цих гідроаккумуляторів є компенсація тиску при ударах об перешкоди або попаданні в яму. При їх зносі тиск у системі може короткочасно знизитися, що спричинить виведення повідомлення "ABC Drive Carefully" на приладову панель. Це повідомлення зникне, коли тиск буде відновлено до номінального значення. Існує діагностичний тест SDS, який використовується для перевірки цих акумуляторів.

Якщо мембрана в акумуляторі розривається, повітря виходить, а рідина заміщує його. Це призводить до різкого спаду рівня гідравлічної рідини без видимих витоків під автомобілем. Якщо ви долаєте гідравлічне масло до потрібного рівня, але резервуар постійно переповнюється при вимкненні двигуна, це може свідчити про нещодавню поломку акумулятора.

4. Блоки клапанів.

Завдання блоку клапанів полягає у контролі кількості рідини в кожній з 4 стійок. Існують два блоки клапанів: один для передніх стійок і один для задніх. Для кожної стійки використовуються два клапани.

Основний клапан є 3-позиційним: у зовнішньому становищі він дозволяє рідині надходити в стійку, у центральному положенні - закриває стійку, а у внутрішньому (утягнутому) положенні - дозволяє рідині покинути стійку. Під час активної роботи системи АВС цей клапан виконує всю роботу.

Інший клапан - запірний, розташований між основним клапаном і стійкою. Він фіксує стійку на поточному рівні рідини, коли система АВС не працює. Коли автомобіль вимкнений або КПП не переключена, цей клапан закритий. При включенні передачі він відкривається і дозволяє рідині керуватися основним клапаном. Якщо модуль управління АВС виявляє несправність і вимикає себе, він також закриває цей запірний клапан для безпеки.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

малоймовірно. Зазвичай модуль управління системою посилає сигнал для активування запірною клапана в кожній стійці, щоб контролювати потік рідини. Якщо модуль управління виявляє несправність або сам зламається, то запірні клапани автоматично закриваються, щоб забезпечити безпеку, не допускаючи витоку рідини зі стійок.

6. Модуль управління.

Модуль управління Active Body Control (ABC) є головним інтелектуальним компонентом цієї системи. Він безперервно відслідковує дані з датчиків і коригує рівень рідини у кожній стійці для відповіді на поточні умови.

Проблеми з активною гідравлічною підвіскою Mercedes Active Body Control також можуть бути пов'язані з ослабленими з'єднаннями, які можуть бути піддані окисленню або корозії. В інших випадках, просте очищення роз'єму може допомогти вирішити ці проблеми. Погані датчики або нещільні з'єднання можуть спричинити появу коду помилки 255 «відсутність зв'язку з контролером».

7. Випуск системою повітря.

Система ABC також автоматично випускає повітря з часом. Якщо ви виконували певну роботу і хочете видалити повітря з системи негайно, то це можна зробити за допомогою кнопки регулювання висоти підвіски. Зазвичай, від 15 підняття і опускань вистачає, щоб вивести більшу частину повітря з системи. Повітря виводиться через невеликий отвір у кришці щупа. Хоча процедура «родео» може прискорити цей процес, вона не є обов'язковою.

4.5. Система швидкої діагностики та контролю характеристики активних підвісок сучасних автомобілів

Ця система, яка використовується для контролю активних підвісок у сучасних автомобілях, є системою діагностики та управління характеристиками підвіски.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Технологія контролю стану підвіски полягає у послідовному вимірюванні наступних параметрів:

- демпфіруючих характеристик.
- положення кузова.
- кутового положення задніх коліс.

Це вимірювання проводиться з урахуванням діапазонів керування. Для першого завдання використовуються методи, що базуються на вимірюванні параметрів коливань кузова або колеса. Щодо аналізу положення кузова автомобіля, використовуються мобільні електронні вимірювачі висоти посадки, такі як Hunter 20-1885-1. Для контролю кутового положення задніх коліс використовуються стенди розвал/сходження.

На сучасних станціях технічного обслуговування та сервісних послуг використовуються різні типи стендів розвал/сходження, включаючи лазерні, комп'ютерні за CCD-технологією, комп'ютерні за технологією 2D, 3D та 4D. Нові розробки включають стенди 4D-групи з безконтактними вимірювальними системами, такі як Bosch FWA 9000.

Компанія Siemens та АТТ представили систему CURA R 2000 АТТ, яка використовує новітню технологію ССТ (Color Coded Triangulation) - триангуляція з кольоровим кодуванням.

У системі вимірювання мехатронної системи адаптивної підвіски об'єкт діагностики подається у вигляді триланкової структури функціональних блоків. Перші дві ланки системи контролюються за структурними параметрами, використовуючи інтегровані системи самодіагностики. Вихідні параметри третьої ланки включають механічну реакцію об'єкта керування, таких як елементи ходової частини.

Для контролю параметрів мехатронної системи підвіски існують різні методи, такі як тест-драйв на полігоні та у стаціонарних умовах, інтегрована самодіагностика та вимірювання структурних або вихідних параметрів. У стаціонарних умовах контролю характеристик адаптивної підвіски можна

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

використовувати спеціальні випробувальні стенди, які імітують різні дорожні умови руху і здійснюють функціональну діагностику у динамічних режимах.



Рисунок 4.2 – Контрольно-випробувальні стенди для перевірки підвіски:
а – сервогидравлічний стенд BiSS 4 Poster Rig; б – чотиривісний стенд фірми Shenck.

Фактори, перераховані вище, які впливають на роботу підвіски, дозволяють виявити недоліки у механічній частині підвіски.

Спеціальні стенди призначені для проведення різних випробувань автомобіля на етапі його розробки і виробництва, але вони спрямовані лише на контроль основної функції підвіски - поглинання коливань кузова і сполучення з дорожнім покриттям.

З урахуванням інших функцій адаптивної підвіски, до стенду потрібно додати систему позиціонування кузова та вимірювання кутового положення задніх коліс. Проте стенди такого типу мають високу ціну для автосервісу.

Система самодіагностики контролює стан електричних сигналів системи керування підвіскою і може виявити несправності в елементах цієї системи, але не може оцінити реакцію механічної частини автомобіля на керуючі впливи.

Найбільш об'єктивний контроль характеристик підвіски здійснюється шляхом аналізу вихідних параметрів: характеристики вібрацій амортизаторів кожної стійки, висоти посадки кузова кожного колеса і кутів встановлення задніх коліс. Для цього потрібно активувати відповідні виконавчі пристрої системи.

1. Відсмоктувач газів.
2. Системний сканер.
3. Платформа для вимірювання бокового відведення коліс.
4. Платформа для вимірювання параметрів підвіски.
5. Силовий агрегат гальмівного стенда.
6. Платформа для силових агрегатів.
7. Комп'ютерний кабінет для силових агрегатів.
8. Мішені для вимірювання коліс.
9. Мішені для вимірювання висоти посадки.
10. Камери машинного зору для розвалу та сходження.
11. Вимірювальна балка з камерами.
12. Кронштейн для кріплення балки з камерами.
13. Балка на стелі.
14. Кабінет для стенда розвалу та сходження.
15. Платформи для вимірювання люфтів.
16. Поворотні диски.
17. Поворотні диски для регулювання колісної бази автомобіля.

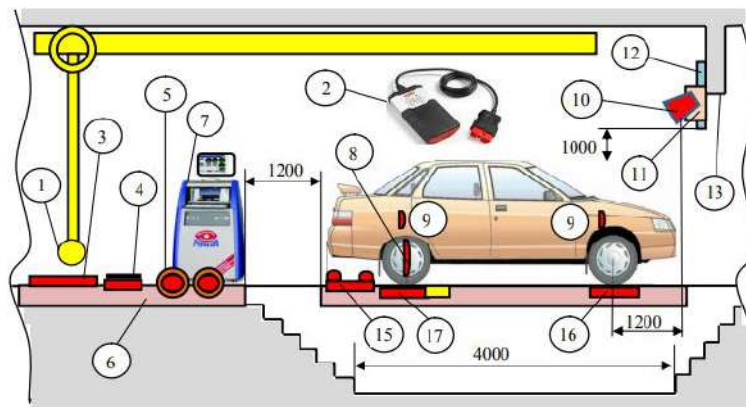


Рисунок 4.4 – Розміщення устаткування діагностичної лінії

Процедура перевірки кутових відхилень задніх коліс та висоти положення кузова включає такі кроки: спочатку автомобіль розміщують на поворотній платформі та встановлюють мішені на задні колеса і кузов. Потім орієнтують

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

камери відносно мішеней у автоматичному режимі і використовують системний сканер, щоб виміряти реакцію виконавчих пристроїв системи керування підвіскою в межах діапазонів керування. Границі механічної реакції коліс і кузова фіксуються на моніторі в кабінеті. Фактичні значення параметрів підвіски порівнюються з нормативними для даного типу автотранспортного засобу у автоматичному режимі.

Якщо використовується повний комплект колісних мішеней, то він може виконувати функції як для лінії експрес-діагностики, так і для обслуговування ходової частини автомобіля та регулювання кутів встановлення коліс.

Ця універсальність системи контролю дозволяє знизити ризики простою діагностичної лінії, пов'язані зі зменшенням попиту на різні послуги автосервісного підприємства. Підвищення оперативності проведення комплексної діагностики ходової частини автомобіля можна досягти за рахунок використання стендів нового покоління (4D-технологія) з безконтактними вимірювальними системами, які не потребують мішеней.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

ВИСНОВКИ

Розвиток конструкції легкових автомобілів призвів до потреби розробки та впровадження активних підвісок. Існують кілька причин, які змусили інженерів використовувати активні підвіски на легкових автомобілях:

1. Зміна навантаження на підвіску.
2. Збільшення швидкості руху легкових автомобілів.
3. Покращення плавності ходу та комфортності руху в різних дорожніх умовах.

Від конструкції підвіски залежить, наскільки ефективно автомобіль буде управлятися на дорозі та наскільки комфортною буде поїздка для водія.

Дослідження показують, що на нерівних дорогах середня швидкість руху зменшується на 35...40%, споживання палива збільшується на 50...70%, інтервал між ремонтами скорочується на 35...40%. При цьому продуктивність автотранспорту знижується на 32...36%, а вартість подорожі зростає на 50...60%.

Було проведено теоретичне дослідження розвитку та конструкції активних підвісок сучасних легкових автомобілів, а також оцінено доцільність їх впровадження. Крім того, проведено аналіз керованих підвісок з розглядом пневматичного амортизатора з магніто-рідинним дроселем.

Оскільки основною несправністю є розрив камери пневматичного амортизатора, і це зазвичай відбувається після пройденого ресурсу близько 150 000 км, було запропоновано застосувати подвійну структуру корду для підвищення зносостійкості силової структури пневмоподушки. Це дозволить збільшити зносостійкість пневмоподушки вдвічі, і ресурс пробігу становитиме близько 300 000 км.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Підвіска автомобіля [Електронний ресурс] Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Підвіска_автомобіля.
2. Підвіска автомобіля [Електронний ресурс] Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/ Активна підвіска](https://uk.wikipedia.org/wiki/Активна_підвіска).
3. Адаптивна підвіска автомобіля [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://systemsauto.ru/pendant/ adaptive_chassis.html](http://systemsauto.ru/pendant/adaptive_chassis.html).
4. Сафронов, Ю. Г. Активні підвіски. Без електроніки // Автомобільна промисловість / Ю. Г. Сафронов, А. В. Синев, В. С. Соловьев, М. М. Чепелев, К.: Машинобудування – № 3, 1992. – С. 25 – 26. Таубер, Б. А. Грейферные механизмы.- К.: Машинобудування, 1967- 424 с.
5. Адаптивна підвіска. Будова, принцип дії [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.autoobserver.ru/sistemi-auto/76-adaptivnaya-podveskaustroystvo-i-princip-deystviya-aktivnoypodveski.html>.
6. Гідропневматична підвіска [Електронний ресурс] Режим доступу: https://wiki.tntu.edu.ua/Гідропневматична_підвіска_транспортного_засобу.
7. Патент. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://findpatent.ru/patent/201/2019439.html>.
8. Патент. [Електронний ресурс] Режим доступу <http://uapatents.com/5-71653-pnevmatichna-pidviska-miskikh-avtobusiv-i-trolejbusiv.html>
9. Патент. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://findpatent.ru/patent/90/901087.html>.
10. Активна підвіска ABC [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://benz-club.org/index.php/spravochnik/item/592-aktivnaya-podveska-abc>.
11. AIRmatic [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://aracas.com.ua/car/mercedes/airmatic>.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

12. Підвіска Hydractive-3 [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://citroenblog.ru/podveska-hydractive-3-i-hydractive-3-plus-na-citroen-c5.html>.
13. Підвіска Audi A8 [Електронний ресурс] Режим доступу: https://pnevmpodveska.com/obzory/adaptivnaya_pnevmaticheskaya_audi_a8.html.
14. Пневмопідвіска ТЗ [Електронний ресурс] Режим доступу: https://pnevmpodveska.com/instrukcii/mercedes/zamena_perednego_pnevmoballona_na_mercedes_glml_klassa_2005_2012.html.
15. Посібник по технічного обслуговування і ремонту автомобіля Mercedes – Benz S – класу, з 2008 року випуску, із дизельним двигуном робочим об’ємом 3.0 і 4.0 л.
16. Посібник по експлуатації автомобіля Mercedes – Benz S – класу W 221 з 2006 року випуску, із бензиновим двигуном робочим об’ємом 3,5, 4,5 і 5.0 л.
17. Пневмопідвіска AIRmatic [Електронний ресурс] Режим доступу: http://benz-club.org/index.php/technology/item/pnevmaticheskaya_podveska-airmatic.
18. Волков В.П. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту: підручник / за заг. ред. В.П. Волкова. – Х.: ХНАДУ, 2010. – 556 с.
19. Вимірювач висоти посадки Hunter 201885-1 / Матеріали сайту. – 2017. – Режим доступу: www.eurosiv.ru/catalog.
20. Bosch презентував безконтактний стенд для налаштування кутів встановлення коліс / Матеріали сайту. – 2017. – Режим доступу: <https://auto.tsn.ua>.
21. Безконтактні стенди для регулювання збігу коліс / Матеріали сайту. – 2017. – Режим доступу: <https://oborudovanie.in.ua>.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

- 22.Бороденко Ю.М. Діагностика мехатронних систем автомобіля / Ю.М. Бороденко, О.А. Дзюбенко, О.М. Биков: підручник. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 330 с.
- 23.Стенд для діагностики підвіски автомобілів BiSS 4 Poster Rig. / Матеріали сайту. – 2017. – Режим доступу: [www. industar-m.com.ua/ispytatelnye-sistemy/ automotive-test/four-poster-test-rig](http://www.industar-m.com.ua/ispytatelnye-sistemy/automotive-test/four-poster-test-rig).
- 24.Випробувальні машини ТОВ ПКЦ. Системи Тріал / Матеріали сайту. – 2017. – Режим доступу: [www.trialsystems.ru/ ispytatelnye_mashiny](http://www.trialsystems.ru/ispytatelnye_mashiny)
- 25.Сканери для діагностики вантажівок, автобусів, причепів / Матеріали сайту. – 2017. – Режим доступу: www.truckdiagnost.com.
- 26.Автосервісне обладнання та інструмент від ToolGrand / Матеріали сайту. – 2017. – Режим доступу: [https:// toolgrand.com.ua](https://toolgrand.com.ua).
- 27.Інтернет-магазин «АВТОТООЛ™» / Матеріали сайту. – 2017. – Режим доступу: <http://www.avtotool.com.ua>.

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

ДОДАТКИ

					МРТАМ22.22379 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85