

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ

Група АТ – 21-1

Кос Михайло

2025

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Міністерство освіти і науки України
Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра автомобільного транспорту

Кос Михайло Романович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 653.13.07

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема: Удосконалення технології діагностики і ремонту адаптивної підвіски
автомобілів БМВ в умовах ТОВ «Альянс Преміум»

(назва роботи)

Автомобільний транспорт

(назва освітньої програми)

274-Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Скрипник Василь Степанович

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Криштопа С.І.

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Івано-Франківськ – 2025

Інститут інженерної механіки
Кафедра автомобільного транспорту
Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр
Спеціальність: „Автомобільний транспорт”

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завкафедрою АТ

_____ С.І. Криштопа
„_____” _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Бакалавр _____ Кос Михайло Романович _____

(прізвище, ім'я, по-батькові)

- Тема проекту:** Удосконалення технології діагностики і ремонту адаптивної підвіски автомобілів БМВ в умовах ТОВ «Альянс Преміум»
затверджена наказом по університету від _____ № _____
- Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 19.06.2025 р.
- Вихідні дані до проекту: виконати технологічний розрахунок удосконалення станції технічного обслуговування автомобілів БМВ в умовах ТОВ «Альянс Преміум». Необхідні вихідні дані для розрахунків взяти за даними СТО БМВ в умовах ТОВ «Альянс Преміум», м. Івано-Франківськ. Розробити розрахунок пневматичної підвіски та удосконалити технології дефектування та ремонту деталей пневматичної підвіски автомобілів БМВ.
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)
Вступ. 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА. АНАЛІЗ РИНКУ ПОСЛУГ В ГАЛУЗІ АВТОСЕРВІСУ. 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ТО І РЕМОНТУ НА СТО BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ. 3. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІДВІСОК АВТОМОБІЛІВ. 4. РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ З ТО ТА ПР НА ТЗОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ 5. РОЗРАХУНОК ПНЕВМАТИЧНОЇ ПІДВІСКИ БМВ. 6. ТЕХНОЛОГІЯ ДЕФЕКТУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ ПНЕВМАТИЧНОЇ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛІВ БМВ. Висновки. Список використаних джерел. Додатки
- Перелік аркушів презентаційного графічного матеріалу:
 - Тема БР
 - Схема структури управління СТО BMW АЛЬЯНС-ПРЕМІУМ
 - Виробничий корпус СТО BMW АЛЬЯНС-ПРЕМІУМ
 - Проект дільниці ремонту адаптивної підвіски СТО BMW АЛЬЯНС-ПРЕМІУМ
 - Дослідження існуючих конструкцій підвісок автомобілів
 - Керування пневматичними адаптивними підвісками автомобілів БМВ
 - Розрахунок пневмоелементів адаптивної підвіски автомобілів БМВ
 - Технологія перевірки деталей пневматичної підвіски автомобілів БМВ
 - Технологія ремонту деталей пневматичної підвіски автомобілів БМВ
 - Алгоритм діагностування компресора адаптивної підвіски
 - Висновки

Керівник _____
Особистий підпис

/В. Скрипник /
Розшифровка підпису

Завдання прийняв до виконання _____

Особистий підпис

Розшифровка підпису

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи на тему: «Удосконалення технології діагностики і ремонту адаптивної підвіски автомобілів БМВ в умовах ТОВ «Альянс Преміум» складається із 91 аркушів формату А4, на яких містяться 6 розділів, 10 таблиць, 23 рисунків.

У даній бакалаврській роботі було виконано розрахунок виробничої програми з ТО та ПР на ТЗОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ. Зроблено аналіз ринку послуг в галузі автосервісу, досліджена функціональна схема організації ТО і ремонту на ТОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ, проаналізована система організації ТО і ремонту та види послуг, що надаються на ТОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ.

Виконані теоретичні дослідження існуючих конструкцій підвісок автомобілів, досліджено вплив підвіски на експлуатаційні властивості автомобіля, розглянуто системи вирівнювання навантаження, проаналізовані особливості повністю несучої пневматичної підвіски автомобілів БМВ, розглянуто електронні та механічні компоненти несучої пневматичної підвіски автомобілів БМВ.

Виконано розрахунок елементів пневматичної підвіски БМВ, зроблено обґрунтування вибору компоувальної схеми пневматичної підвіски БМВ, досліджені кінематики задньої та передньої пневматичної підвіски.

Удосконалена технологія дефектування та ремонту деталей пневматичної підвіски автомобілів БМВ, розроблена технологія відновлення елементів підвіски автомобілів БМВ.

Ключові слова: пневмопідвіска, відновлення елементів підвіски, технологічний розрахунок, дослідження кінематики пневматичної підвіски, БМВ.

THE ABSTRACT

Explanatory note to the qualification work on the topic: "Improvement of the technology of diagnostics and repair of adaptive suspension of BMW cars in the conditions of LLC "Alliance Premium" consists of 91 sheets of A4 format, which contain 6 sections, 10 tables, 23 figures.

In this bachelor's work, the calculation of the production program for maintenance and repair at TZOV BMW ALLIANCE PREMIUM was performed. An analysis of the market for services in the field of car service was made, the functional scheme of the organization of maintenance and repair at LLC BMW ALLIANCE PREMIUM was studied, the system of organization of maintenance and repair and the types of services provided at LLC BMW ALLIANCE PREMIUM were analyzed.

Theoretical studies of existing car suspension designs were performed, the influence of the suspension on the operational properties of the car was investigated, load equalization systems were considered, the features of the fully load-bearing air suspension of BMW cars were analyzed, the electronic and mechanical components of the load-bearing air suspension of BMW cars were considered.

The calculation of the elements of the BMW air suspension was performed, the justification for the choice of the layout scheme of the BMW air suspension was made, the kinematics of the rear and front air suspension were studied.

The technology of defect detection and repair of parts of the BMW air suspension of BMW cars was improved, the technology of restoration of BMW car suspension elements was developed.

Keywords: air suspension, restoration of suspension elements, technological calculation, research of the kinematics of the air suspension, BMW.

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП.....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА. АНАЛІЗ РИНКУ ПОСЛУГ В ГАЛУЗІ АВТОСЕРВІСУ.....	8
2 ОРГАНІЗАЦІЯ ТО І РЕМОНТУ НА СТО BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ.....	13
3 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІДВІСОК АВТОМОБІЛІВ.....	20
4 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ З ТО ТА ПР НА ТЗОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ	34
5 РОЗРАХУНОК ПНЕВМАТИЧНОЇ ПІДВІСКИ БМВ	44
6 ТЕХНОЛОГІЯ ДЕФЕКТУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ ПНЕВМАТИЧНОЇ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛІВ БМВ.....	64
ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	78
ДОДАТКИ. ПРЕЗЕНТАЦІЯ.....	80

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ			
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення технології діагностики і ремонту адаптивної підвіски автомо- білів БМВ в умовах ТОВ «Альянс Преміум»	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Кос М.Р.					5	91
Перевір.		Скрипник В.С.						
Реценз.								
Н. контр.		Прунько І.Б.						
Затверд.		Криштопа С.І.				ІФНТУНГ, АТ-21-1		

ВСТУП

Інтеграція економіки України в економічний простір Європи, розширення економічних, туристичних зв'язків з країнами Європи призвели до появи на шляхах України великої кількості іномарок західних фірм. Ріст автомобільного парку України, поповнення його сучасними автомобілями спричинив появу фірмових автосервісів і попит на спеціалістів, які володіють знаннями і навиками технічного обслуговування і ремонту іномарок. Як правило в комплекс фірмового автосервісу входить торгівля новими автомобілями, передпродажна підготовка, гарантійне обслуговування, поточний ремонт, торгівля запасними частинами, мастилами і технологічними рідинами.

На рівень технічної готовності автотранспортних засобів і величину сучасних і поточних матеріальних затрат на утримання істотно впливають методи проектування нових об'єктів автомобільного транспорту, а також реконструкції і технічного переоснащення автотранспортних, авторемонтних і автообслуговуючих підприємств.

Розвиток виробничо-технічної бази підприємств автомобільного транспорту нероздільно пов'язаний з будівництвом нових, розширенням, реконструкцією і технічним переозброєнням діючих підприємств.

Реконструкція забезпечує можливість нарощування потужностей в більш короткі терміни і з меншими витратами капітальних вкладень, ніж при новому будівництві. Розширення, реконструкція і технічне переозброєння діючих підприємств відповідає сучасним прогресивним і раціональним технологічним, будівельним і іншим вимогам, при дотриманні максимальної ефективності капітальних вкладень, вимагає знання комплексу питань, які пов'язані з проектуванням підприємств автомобільного транспорту. Тому проектування станцій технічного обслуговування автомобілів є необхідною складовою забезпечення експлуатаційної надійності автомобілів і безпеки дорожнього руху.

					БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Підвіска, автомобіля необхідна в першу чергу для зменшення динамічних впливів, переданих від дорожніх нерівностей пасажирам, перевезеним вантажам і самому автомобілю.

Підвіскою автомобіля називається сукупність пристроїв, що забезпечують пружний зв'язок між несущою системою і мостами чи колісьми автомобіля, зменшення динамічних навантажень на несущу систему і колеса, і затухання їхніх

Що треба зробити, щоб підвищити комфорт в автомобілі, що рухається, загальновідомо. Досить зменшити твердість пружних елементів підвіски, і плавність ходи буде забезпечена, принаймні, на гарних дорогах і невеликих швидкостях. Однак таке рішення неминуче веде до того, що кузов автомобіля у визначених режимах (розгін, гальмування, проходження повороту) починає переміщатися і розгойдуватися по горизонталі і вертикалі зі значною амплітудою.

Щоб забезпечити стійкість автомобіля на дорозі і довговічність самої підвіски, її твердість приходиться збільшувати, а це несумісно з поняттям комфортабельності руху. Тому характеристики, якими конструктори наділяють підвіску того чи іншого автомобіля, завжди і не здатні гарантувати ні максимальній безпеці і надійності, ні більшого комфорту. В ідеалі підвіска повинна бути активної, тобто самостійно змінювати свої характеристики в залежності від дорожніх умов.

					БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА. АНАЛІЗ РИНКУ ПОСЛУГ В ГАЛУЗІ АВТОСЕРВІСУ

1.1 Загальні дані про ТОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ

В жовтні 2020 року ТОВ АЛЬЯНС ПРЕМІУМ отримало офіційне дилерство автомобілів BMW в Івано-Франківську. Завдяки успішному старту та розвитку діяльності підприємства був збудований концептуальний 3S комплекс BMW (Sale - салон, Service — сервісне обслуговування, Spareparts — запчастини), котрий відповідає усім корпоративним стандартам BMW.

Грудень 2022 року - ознаменувався для ТОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ ще однією яскравою подією - отриманням офіційного дилерства MINI.

Автоцентр надає весь спектр послуг, пов'язаних з придбанням та обслуговуванням автомобілів BMW та MINI, в тому числі й гарантійний ремонт.

BMW та MINI на автомобільному ринку зарекомендували себе, як надійні та якісні бренди. Враховуючи набутий досвід роботи з маркою BMW, на даній СТО все обладнання, інструмент, розміщення постів, естетичність робочого місця, кімната-відпочинку для працівників, доступ до мережі Інтернет – все це підібрано враховуючи всі побажання робочого персоналу і висококваліфікованих спеціалістів для забезпечення якомога якісної організації праці.

1.2 Аналіз ринку послуг в сфері автосервісу

Ринок технічного обслуговування і ремонту автотранспортних засобів в місті зростає швидкими темпами. Домінуюче становище на ринку автосервісних послуг займають суб'єкти малого підприємництва. Щорічно збільшується парк автомобілів, яке веде до збільшення числа споживачів, отже - збільшення числа автосервісних підприємств.

Пряму конкуренцію складають наступні підприємства автосервісу нашого та сусідніх регіонів:

					БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

- новостворені СТО, в які залучені порівняно великі кошти і матеріальні ресурси, переваги - нове обладнання, свіжий підхід до справи, велике прагнення утвердитися на швидко зростаючому ринку, недоліки - відсутність досвіду, нестача кваліфікованого персоналу;

- СТО, які розвинулися з невеликих майстерень шляхом розширення видів послуг, сильні сторони - стає коло своїх клієнтів, значний досвід в наданні послуг автосервісу, сформована система постачання, недоліки - складнощі процесу зростання, порівняно обмежені матеріальні ресурси, недостатня комплексність пропозиції;

- спеціалізовані професійні майстерні, станції, крамниці, автомаркети - переваги і недоліки впливають з самого критерію виділення цих підприємств автосервісу в окрему категорію - вузька спеціалізація.

Основні особливості експлуатації легкових автомобілів індивідуального використання такі:

1) експлуатація автомобілів в Україні відбувається в основному в задовільних кліматичних умовах (85 % у центральній зоні і 15 % у гірських);

2) низька інтенсивність використання автомобілів (середньорічний пробіг автомобілів становить приблизно 8-12 тис. км);

3) великий термін служби автомобілів;

4) недосконала технічна експлуатація автомобілів на лінії через низьку кваліфікацію водіїв;

5) велика трудомісткість робіт з ТО і ремонту та поява на дорогах великої кількості автомобілів закордонного виробництва;

6) частина (досить значна) робіт виконується силами власників автомобілів при великій різноманітності марок.

Ці особливості експлуатації автомобілів індивідуального користування необхідно враховувати при технологічному розрахунку станцій технічного обслуговування автомобілів.

					БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Якість надання послуг ТОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ

Повноцінна робота автомобіля можлива тільки за умови регулярного проходження технічного обслуговування. Сервісний центр ТОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ оснащений усім необхідним обладнанням, для проведення робіт з діагностики, обслуговування та ремонту автомобілів.

Для поліпшення якості продукції необхідно удосконалити систему обслуговування клієнтів на СТО. Особливо це торкається сфери обслуговування, де надання послуги, її споживання і оцінювання якості відбуваються одночасно і миттєво і до прямих втрат від переробки браку додається неминуча втрата іміджу підприємства.

Для підтвердження якості роботи підприємства в ньому необхідно проводити як внутрішні перевірки, так і зовнішній аудит якості споживачами або спеціальними органами - сертифікація.

Відповідно до правил послуги підприємства автосервісу по ТО і ремонту ДТЗ можуть бути сертифіковані в системі лише при виконанні підприємством таких умов:

1. Забезпеченість нормативною і технічною документацією, яка встановлює вимоги до ремонту і технічного обслуговування ДТЗ;
2. Забезпеченість технологічним устаткуванням і інструментом, які передбачені технічною документацією;
3. Наявність засобів діагностики, які передбачені технічною документацією;
4. Достатність кваліфікації, знань і досвіду персоналу, який виконує роботу і контролює її якість;
5. Використовування для ремонту і технічного обслуговування запасних частин і матеріалів, якість і безпеку яких підтверджено відповідними сертифікатами.

					БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.4 Асортимент моделей автомобілів, що обслуговуються на ТОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ

На даній СТО обслуговуються в основному легкові автомобілі марок БМВ та Міні. Найбільш розповсюдженою моделлю автомобіля в нашому регіоні є БМВ-520, а тому подальший розрахунок в дипломному проекті будемо проводити по моделі, згідно завдання на диплом, БМВ-520 d. Коротка технічна характеристика автомобіля БМВ-520 d приведена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Коротка технічна характеристика автомобіля БМВ-520 d

Назва параметра	Значення
Колісна формула	4x2
Власна маса, кг	1330
Двигун, куб.см	1,968, дизельний
Максимальна потужність, кВт	140 (при 4000 об. хв.)
Максимальний крутний момент, Н·м	320 (при 1750-3000 об. хв.)
Контрольна витрата палива за змішаним циклом, л/100км	4,1
Максимальна швидкість, км/год	218
Шини	205/55 R16
Габаритні розміри, мм:	
-довжина;	4659
-ширина;	1814
-висота;	1461
-база.	2686

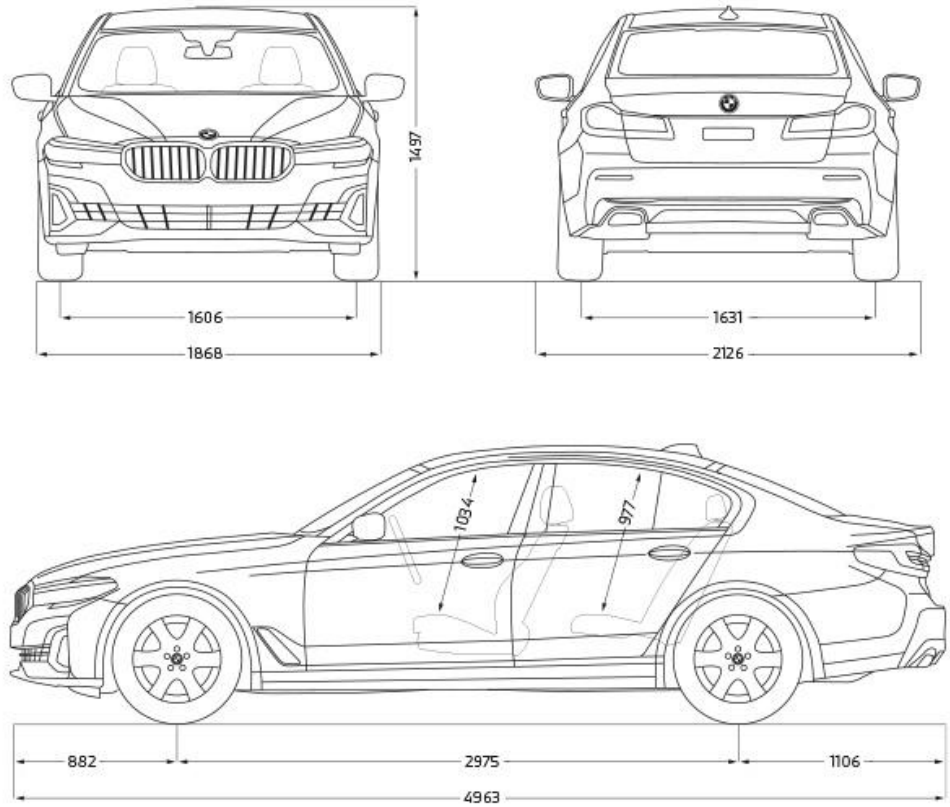


Рисунок 1.1. Зовнішній вигляд автомобіля БМВ-530

					БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2. ОРГАНІЗАЦІЯ ТО І РЕМОНТУ НА СТО BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ

2.1 Функціональна схема організації ТО і ремонту на ТОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ

Щоб забезпечити працездатність автомобіля протягом всього періоду експлуатації, необхідно періодично підтримувати його технічний стан комплексом технічних дій, які залежно від призначення і характеру можна розділити на дві групи:

- 1) дії, направлені на підтримку агрегатів, механізмів і вузлів автомобіля в працездатному стані протягом найбільшого періоду експлуатації;
- 2) дії, направлені на відновлення втраченої працездатності агрегатів, механізмів і вузлів автомобіля.

Комплекс заходів першої групи складає систему технічного обслуговування і носить профілактичний характер, а другий - є системою відновлення (ремонту).

При цьому під технічною дією розуміється будь-яка операція, що приводить до відновлення або збереження параметрів колісного транспортного засобу (його складових частин, систем) в процесі нього ТО і ремонту, а також будь-яка операція, здійснювана в процесі контролю відповідності технічного стану колісного транспортного засобу вимогам, що пред'являються. При цьому глибина технічної дії і, як наслідок, його ефективність визначаються кінцевою метою - необхідністю підтримки автомобіля в працездатному стані впродовж всього періоду його експлуатації.

СТО розміщено на окремій огороженій території на Калуському шосе, м. Івано-Франківськ. Розташування підприємства є дуже зручним з погляду ефективності, оскільки поруч існує рух великого потоку транспортних засобів, примикання міжміського маршруту і близько розташовані житлові зони.

Схема загальної організаційної структури наведена на рисунку 2.1.

					БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

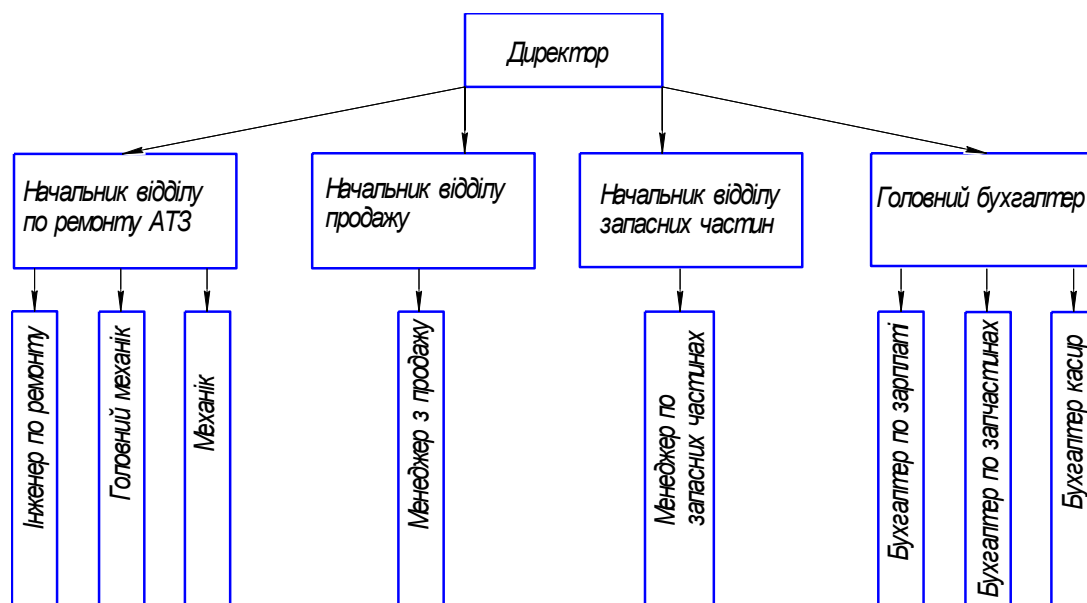


Рис. 2.1 – Схема загальної структури управління СТО ТОВ BMW АЛЬ-ЯНС ПРЕМІУМ

Директор крім виконання своїх прямих обов'язків повинен координувати дії своїх підлеглих, а також стежити за якістю виконання робіт, оформляти листок обліку, здійснюють загальне керівництво роботою виробничих ділянок, регулюють їх діяльність. Директор організовує розподіл премій в залежності від обсягу та якості виконаної роботи, стежить за правильністю витрат матеріалів і робочих ресурсів.

В організації СТО чітко розділені повноваження. Кожен співробітник виконує конкретно позначені види діяльності, зазначені в трудовому договорі. Кваліфікація деяких співробітників не відповідає вимогам посади, але це зовсім не заважає їм виконувати трудові обов'язки.

Структура управління та штатна чисельність працівників визначаються директором станції в залежності від обсягу, характеру та складності виконуваної роботи. Управління може бути реорганізовано або ліквідовано на підставі наказу директора станції.

При прийманні автомобілів на ТО і ремонт, а також при видачі автомобілів СТО керується “Технічними вимогами на здачу і випуск з ТО і ремонту автомобілів, що належать громадянам”.

Якщо при прийманні і в процесі діагностики автомобіля будуть виявлені несправності, що загрожують безпеці руху, то вони підлягають усуненню на СТО за узгодженням з власником автомобіля.

Після приймання автомобіль спрямовують на відповідну виробничу ділянку. У випадку зайнятості робочих постів, на яких повинні виконуватися роботи згідно наряд-замовленню, автомобіль поступає на автомобілемісце очікування або зберігання, а звідти, у міру звільнення постів, прямує на ту або іншу виробничу ділянку. Після завершення робіт автомобіль поступає на ділянку видачі.

На оригінальні запасні частини та аксесуари, встановлені в будь-якому сервісному центрі БМВ, надається дворічна гарантія. З метою післягарантійної підтримки клієнта, дефекти заводського походження, виявлені після закінчення гарантійного терміну, можуть частково компенсуватися.

2.2 Система організації ТО і ремонту на ТОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ

Система технічного обслуговування і ремонту – сукупність взаємопов'язаних засобів, документації технічного обслуговування і ремонту, а також виконавців, необхідних для підтримки і відновлення якості виробів, що входять в цю систему. Метою даної системи технічного обслуговування є забезпечення відповідності стану автотранспортних засобів населення встановленим вимогам і підвищення ефективності їх використання власниками.

Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів виконуються на СТО відповідно до вимог чинної законодавчої, нормативно-технічної та іншої керівної документації, затвердженої у встановленому порядку.

					БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Роботи з ТО і ремонту автомобіля провадяться на підставі договору, який укладається за умови пред'явлення автовласником документа, що посвідчує особу, а також документів, що засвідчують право власності на автотранспортних засобів, свідоцтва про реєстрацію, паспорти автотранспортного засобу, довідки-рахунки (при здачі в ремонт окремих складових частин автомобіля, що не є номерними, пред'явлення зазначених документів не потрібно).

Якщо роботи виконуються в присутності замовника (підкачка шин, діагностичні роботи, деякі роботи ТО, мийка тощо), то замовнику видають квитанцію, талон і т.п. У разі якщо автовласник залишає автомобіль на СТО для виконання робіт, то одночасно з договором складається приймально-здавальний акт, де вказуються комплектність автомобіля і видимі зовнішні пошкодження та дефекти, відомості про надання автовласником запасних частин і матеріалів із зазначенням їх точного найменування, описи та ціни. Приймально-здавальний акт підписується відповідальною особою СТО та автовласником та засвідчується печаткою СТО.

Якщо розглядати зони ТО, то вони поділені на пости, де знаходяться лінії на яких проходить технічне обслуговування та ремонт ходової частини, двигунів, геометрія коліс.

Розглянемо організацію технологічного процесу ТО і ремонту автомобілів на СТО. Автомобілі, що надходять на СТО направляються спочатку в зону очікування. Автомобілі, які надходять на ТО і ремонт, спочатку піддають прибирально-мийним роботам і направляють на дільницю діагностування для визначення технічного стану, потрібного обсягу і вартості робіт, після чого доставляють на дільницю ремонту (рис. 2.2). Після виконання потрібних робіт автомобіль переміщують на дільницю видачі (стоянка зберігання).

Приймання заявки замовника до виконання СТО оформляє замовленням – нарядом, в якому зазначає погоджені з замовником види та обсяг робіт, а також термін виконання замовлення.

					БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

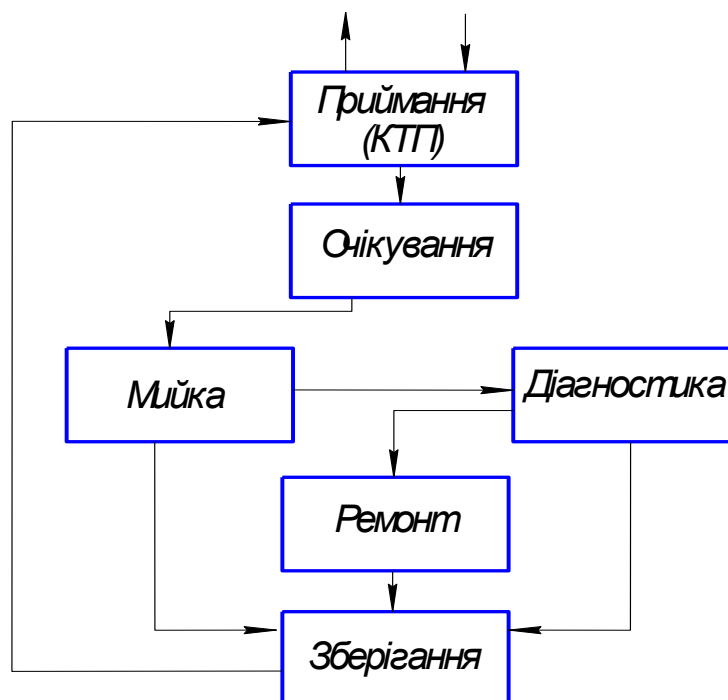


Рисунок 2.2 - Схема технологічного процесу ТО і ПР на СТО
ТзОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ

При оформленні замовлення – наряду СТО водночас складає акт комплектності транспортного засобу. При видачі транспортного засобу з ТО і ремонту замовник повинен перевірити комплектність одержуваного засобу згідно з актом.

2.3 Види послуг, що надаються ПАТ ТзОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ

ТзОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ здійснює повний спектр робіт з обслуговування автомобілів, від планової діагностики, до ремонту основних вузлів автомобіля. Основними видами послуг є передпродажна підготовка автомобілів, гарантійне обслуговування і післягарантійне обслуговування.

Проведення передпродажної підготовки є обов'язковою умовою для забезпечення гарантій автомобільного заводу, про що робиться запис у сервісній книжці або в документі, який його заміняє. Автомобіль, що надходить у магазин з заводу, покритий протикорозійним препаратом для збереження лакофар-

						БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			17

бового покриття, який видаляють перед продажем. Під час транспортування автомобіля поверхня кузова і внутрішня частина салону забруднюється, тому їх необхідно вимити й прибрати. Перед продажем автомобіль оглядають, виконують необхідні регулювальні й контрольні-діагностичні роботи. Велику увагу приділяють технічному стану вузлів і систем, які забезпечують безпеку руху. Всі виявлені відмови і несправності ліквідують. Передпродажна підготовка легкових автомобілів включає три комплекси робіт: обов'язкові за потреби; додаткові, які виконуються за бажанням покупця і за його рахунок.

Комплекс обов'язкових робіт включає зняття консерваційного покриття і проведення прибирально-мийних робіт; перевірку відповідності номерів супроводжувальній документації автомобіля з номерами двигуна і кузова автомобіля; перевірку наявності технічної документації; комплектуючих виробів і речей; перевірку і регулювання вузлів і систем, що забезпечують безпеку руху; виявлення механічних пошкоджень (подряпин і вм'ятин кузова). Трудомісткість робіт становить близько 4 люд.-год залежно від моделі автомобіля.

Комплекс робіт за потреби включає роботи з усунення несправностей, а інколи і відмов, які неможливо ліквідувати під час проведення регулювальних робіт обов'язкового комплексу. Як показує практика, виконання названих робіт потребують 3,5-4,5 % автомобілів, що продаються.

Комплекс допоміжних робіт може включати такі роботи як встановлення дзеркал, багажника, протиугінних пристроїв та інші.

Гарантія автомобільних заводів визначає їх відповідальність за якість автомобілів.

Гарантійний ресурс встановлюють заводи за пробігом або часом спочатку експлуатації і приймається в розрахунках за даними заводу-виробника. За відсутності даних гарантійний пробіг можна приймати 80-85 тис. км або 18-24 місяців експлуатації. Гарантійний ресурс починається з дати продажу автомобіля.

ТО в гарантійний період проводиться в планово-попереджувальному порядку і включає такі види робіт: мийно-прибиральні, контрольні-діагностичні,

					БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

кріпильно-регулювальні і заправно-мастильні. Види, періодичність, перелік операцій і технічні умови встановлюють автомобільні заводи. При цьому можуть проводитися безплатні консультації з правил експлуатації, ТО автомобілів.

ТО і ремонт у післягарантійний період організують на СТО відповідно до «Положення про ТО і ремонт автомобілів, що належать громадянам». Ним передбачено основні принципи системи ТО, види ТО і ремонту, нормативні дані, правила приймання і видачі автомобілів, технічні вимоги, основні форми первинних документів тощо. ПО виконується за талонами сервісних книжок. Сервісна книжка має певну кількість талонів і обслуговування розраховане на пробіг 100-150 тис. км.

					БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

3 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІДВІСОК АВТОМОБІЛІВ

3.1 Вплив підвіски на експлуатаційні властивості автомобіля

Плавність ходу автомобіля визначає комфортність їзди. Стійкість визначає здатність протидіяти заносам і перекиданню, тобто безпеці автомобіля. Прохідність визначає здатність переборювати різні перешкоди. Помітимо, що ці вимоги дуже суперечливі, тому тут не обходиться без компромісів. Пружного елемента, що направляє пристрою і гасильного елемента.

Як пружний елемент у підвіски використовуються металеві листові елементи, циліндричні пружини, торсіони. Крім цього існують неметалічні пружинні елементи підвіски, що забезпечують пружинні властивості, за рахунок пружності гуми.

Направляюче пристрій підвіски передає що штовхають, гальмові і бічні зусилля від коліс на чи раму корпус автомобіля. Газо-рідинні і газові амортизатори. Принцип їхньої дії полягає в перетворенні енергії коливання за рахунок тертя рідини (тиску газу) у теплову енергію з наступним її розсіюванням. Підвіски звичайно класифікуються по їхній кінематиці і по пружному елементі.

Кінематичні підвіски розділяються на два основних типи: залежні і незалежні. По пружному елементу - пружині, де як пружний елемент використовуються кручена пружина, ресорні, торсионні і навіть гідравлічні і пневматичні.

Незалежна підвіска характеризується відсутністю твердого зв'язку між колісьми одної осі. Кожне колесо підвішене незалежно від іншого. Дані підвіски і їхня конструкція досить різноманітні. Вони поділяються на два основних типи: свічкові і важільні. Свічкові - Максферсон, важільні – поперечно-важільні, двухважільні, повздовжно-важільні, косо-важільні.

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Важільні підвіски добрі тим, що досить прості по своїй конструкції. Вони відповідають вимогам керованості автомобіля. Навіть на самих нерівних ділянках дороги при правильному балансі і розподілі сил і моментів підйомні підвіски забезпечують належну керованість і стійкість.

Найбільш розповсюдженим варіантом незалежної підвіски є варіант, запропонований шотландським інженером, що працював на заводах Форда, Макферсоном (McPherson). Макферсон і висунув ідею кріплення підвіски тільки в двох точках (не вважаючи стабілізатора) з кожної сторони. При цьому амортизатор ставав направляючим елементом підвіски, а на колесо приходився один нижній поперечний важіль, - причому не трикутний, а одинарний. Він, звичайно, не міг передавати подовжні зусилля, скажемо, при гальмуванні. Для цього Макферсон запропонував використовувати плече стабілізатора поперечної стійкості. Але головним у запропонованій конструкції було відмовлення від верхнього важеля.

Виробничників така конструкція дуже влаштовувала, а от експлуатаційників не зовсім. При вертикальному ході колеса нижній важіль описував дугу, і крапка контакту шини з дорогою постійно переміщала вправо і вліво. Більш того, по тій же причині досить помітно змінювався кут розвалу коліс. У результаті траєкторна стійкість автомобіля залишала бажати кращого. Винахід Макферсона стали називати підвіскою типу "хитна свіча".

Практика виявила кілька найважливіших недоліків такої підвіски. До них відносяться зайва чутливість до дисбалансу коліс, посилене тертя між штоком і циліндром амортизатора (а отже, і знос), підвищена передача на кузов дорожніх вібрацій і шумів, а також недостатня твердість у подовжньому напрямку пари "важіль - плече стабілізатора". Однак компактність такої підвіски змусила конструкторів надалі невпинно удосконалювати схему McPherson.

При передньому приводі силовий агрегат вигідно встановлювати поперечно. У цьому випадку тільки підвіска McPherson могла існувати з таким розташуванням двигуна. Далі інженери знову повернулися до трикутного важеля, що мав дві, а не одну точку опори (це підвищило твердість) у

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

подовжньому напрямку. Пружину змістили щодо осі амортизатора, так ще обоє ці вузла нахилили усередину, щоб одержати негативне плече обкатування. Ці міри дозволили помітно знизити тертя в амортизаторній стійці і зменшити знос. Для кращої ізоляції кузова від дорожніх шумів довелося знову узвичаїти поперечку підвіски - так називаний підрамник, що з'єднується з кузовом через гумові подушки. У верхній опорі амортизаторної стійки шток з'єднали з кузовом за допомогою гумової шайби хитрої конструкції. Для пружини ввели завзятий кульковий підшипник.

Для того, щоб автомобіль не сприймав усі нерівності на дорозі, у підвіску машини обов'язково використовується який-небудь пружний елемент. Звичайно застосовується пружина. Крім пружини, може використовуватися ресора, але це вже повна архаїка. Інші альтернативи пружини - пневмопідвіска, що давно вже стала фішкою деяких концернів і яка працює на стиснутому газі.

Головна задача амортизатора і полягає в тому, щоб гасити коливання, чи демпфувати.

Звичайні механічні підвіски (пружинні, ресорні) мають одне безсумнівне достоїнство - дешевину. А тепер поговоримо про недоліки.

Почнемо з того, що при зміні завантаження автомобіля міняється рівень кузова: навантажили - опустився, розвантажили - піднявся. Причому не завжди рівномірно.

Неважко помітити, що при звичайній підвісці навантажений автомобіль погойдується на пружинах повільніше, плавніше, чим порожній. Говорячи технічною мовою - міняється частота власних коливань підресореної маси. Чим це погано? Справа в тім, що наш мозок, та й усі внутрішні органи "розраховані" природою на визначені частоти коливань, що відповідають ходьбі і біжу. Якщо ж нас розгойдувати з "невідповідною" частотою, то людину або укачує, або людина починає скаржитися на тряску. Проектуючи підвіску, конструктор повинний забезпечити найбільший комфорт для водія і пасажирів. Але як його забезпечити, якщо при зміні навантаження усе міняється?

У результаті при виборі пружних елементів (пружин, ресор) і

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

амортизаторів приходиться іти на компроміс - "ні нашим, ні вашим, але в цілому прийнятно".

Інша справа - пневматичні підвіски: вони гнучкі по можливостях регулювання, і забезпечують постійний рівень кузова.

3.2. Системи вирівнювання навантаження.

3.2.1 Частково навантажені системи

Такі характеристики, як амортизування і демпфування підвіски, здебільшого пов'язані з вертикальними коливаннями автомобіля. Комфорт руху (навантаження, що передаються на пасажирів і вантаж) і експлуатаційна безпека автомобіля (розподіл сил відносно до дорожнього покриття) значною мірою визначаються характеристиками підвіски. Комфортабельність транспортного засобу в основному визначається плавністю коливання кузова.

Використання нежорстких пружин призводить до збільшення стиску підвіски автомобіля під навантаженням. Для того щоб зберегти висоту кузова автомобіля на необхідному рівні, використовують допоміжні пневматичні або гідропневматичні пружини.

Система також може включати електронні блоки керування вирівнюванням навантаження, що діють на соленоїдні клапани.

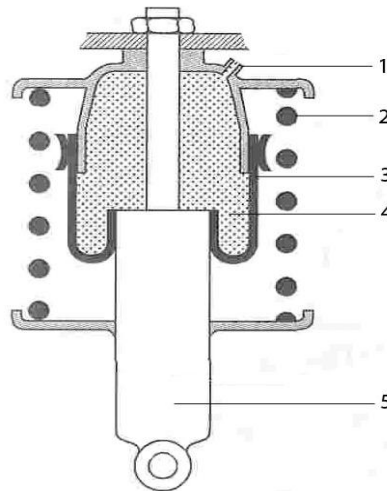
Переваги електронної системи:

- зменшена витрата енергії через усунення проміжних циклів під час гальмування, прискорення і руху на поворотах;
- реагування системи на збільшення швидкості руху автомобіля зменшенням висоти підвіски для економії палива;
- підвищення висоти підвіски під час руху на незадовільних дорожніх покриттях;
- підвищена стійкість руху на поворотах, що досягається шляхом поперечного блокування елементів підвіски на одній осі.

Додаткові переваги для вантажних автомобілів великої вантажопідйомності:

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

- зміна висоти підвіски для заміни кузовів і контейнерів (наприклад, для вирівнювання вантажонесучої поверхні з вантажною платформою);
- керування підйомною віссю: підйомна вісь автоматично опускається, якщо перевищується максимальне навантаження на вісь; підйомна вісь підіймається на короткий час (2...3 хвилини) для підвищення навантаження на ведучу вісь (збільшення тягового зусилля).



1 – повітряний штуцер; 2 – сталева пружина; 3 – додаткова пневмопружина; 4 – пневматична камера, заповнена газом; 5 – амортизатор

Рисунок 3.1 – Пневматична підвіска з вирівнюванням навантаження

3.2.2 Повністю навантажені системи підвіски

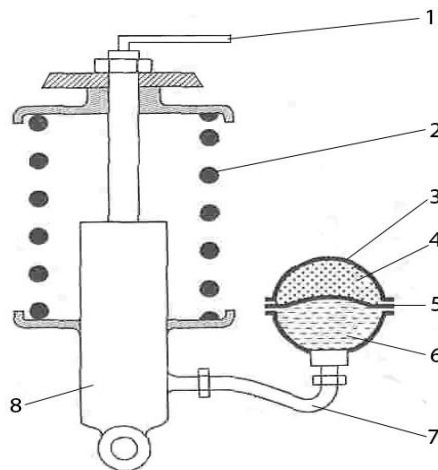
Пружиняча дія забезпечується за допомогою газового елемента підвіски, в якому немає спіральної пружини. Керованими можуть бути одна або обидві осі автомобіля.

Якщо необхідно управляти всіма осями, система повинна містити електронний блок керування із спеціальною програмою управління, що враховує такі чинники, як зміна навантаження на вісь, щоб запобігти нахилу автомобіля або його перекиданню, і в той же час розпізнавати системні помилки (рис. 3.3).

Розімкнена система. Переваги: порівняно прості конструкція і керування. **Недоліки:** висока вихідна потужність компресора, що вимагається

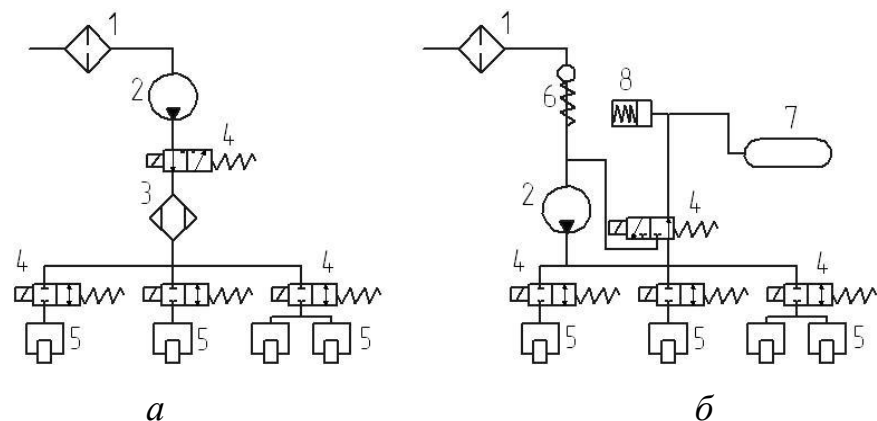
					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

для коротких періодів часу активного керування; необхідність забезпечення осушення повітря; шум під час всмоктування і випуску повітря із системи.



1 – подача рідини; 2 – сталева пружина; 3 – акумулятор; 4 – газ;
5 – гумова діафрагма; 6 – рідина; 7 – шланг; 8 – амортизатор

Рисунок 3.2 – Гідропневматична система вирівнювання навантаження



a – розімкнена система; *б* – замкнута система; 1 – фільтр; 2 – компресор;
3 – осушувач; 4 – соленоїдний клапан; 5 – пневмоамортизатор;
6 – зворотний клапан; 7 – пневмобалон; 8 – датчик тиску

Рисунок 3.3 – Повністю навантажена система вирівнювання навантаження

Замкнута система. Переваги: низька вихідна потужність компресора (мінімальний перепад тиску між акумулятором і елементом підвіски), відсутність осушувача повітря. **Недоліки:** відносно складна конструкція.

						БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			25

Активна підвіска. У активній підвісці контролюються параметри як пружності, так і демпфування.

Конструкції, що містять гідравлічний циліндр. За допомогою зовнішнього джерела генерують енергію для прискорених регулювань роботи гідравлічного циліндра, датчиками забезпечується зв'язок між циліндром і кузовом автомобіля. Датчики колісного навантаження, переміщення і прискорення передають сигнали електронному блоку керування (ECU) в межах декількох мілісекунд.

Система керування забезпечує постійне навантаження на колесо з підтримкою незмінної середньої висоти автомобіля. Сталеві пружини або гідропневматичні елементи підвіски використовуються для підтримки статичного навантаження на колесо.

Конструкція гідропневматичної підвіски. Структурні коливання регулюють за допомогою розподілу потоків гідравлічної рідини в гідропневматичному контурі підвіски. З метою зменшення затрат енергії дія системи обмежується згладжуванням нерегулярних низьких частот коливань: газовий акумулятор сполучений з гідроциліндром і гасить коливання більш високих частот.

Конструкція пневматичної підвіски. Рух кузова контролюється регулюванням подачі повітря до пневматичних амортизаторів. Замкнуті системи амортизаторів обмежуються керуванням низькочастотних коливань і коливань від рульового керування.

Оскільки системою врівноважуються поперечні сили то вона допускає використання пружин.

3.3. Особливості повністю несучої пневматичної підвіски автомобілів БМВ

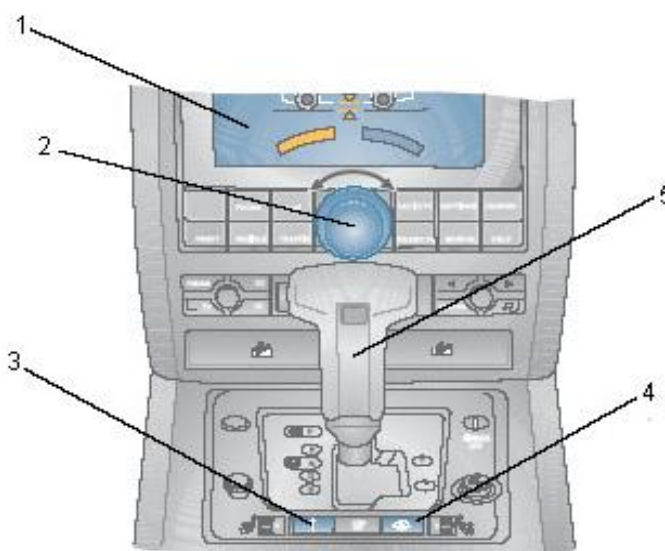
Повністю несуча пневматична підвіска 4–Corner-Luftfederung (4CL) з безступінчастим регулюванням амортизаторів Continuous Damping Control (CDC) забезпечує сталий рівень кузова автомобіля над дорожнім полотном при

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

зміні його маси (рис. 3.4). Автоматично підтримується дорожній просвіт автомобіля, встановлений водієм, що залежить від швидкості автомобіля. У результаті реалізації особливої стратегії регулювання проводиться автоматична зміна рівня кузова в залежності від характеру руху автомобіля. При цьому установки водія відходять на другий план. При підвищенні швидкості автомобіля проводиться автоматичний перехід з підвищеного рівня кузова на номінальний рівень, що забезпечує кращу динаміку, а при подальшому його розгоні встановлюють низький рівень кузова.

Ці регулювання проводять незалежно від установок водія. Зі зниженням швидкості автомобіля до певної величини проводиться автоматичний перехід з пониженого рівня кузова на номінальний.

При роботі амортизаторів у режимі «комфорт» їхній опір автоматично збільшується з підвищенням швидкості автомобіля, забезпечуючи його кращу керуваність і стійкість.



1 – дисплей; 2 – поворотно-натискний важіль; 3 – клавіша вибору налаштувань амортизаторів; 4 – клавіша вибору рівня кузова;
5 – важіль ввімкнення передач

Рисунок 3.5 – Органи керування системою пневматичної підвіски 4CL

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Керування системою 4CL. Передня і задня підвіски автомобіля містять регульовані несучі пневматичні елементи в комбінації з безступінчастими регульованими амортизаторами.

Центром системи керування підвіскою є блок керування рівнем кузова J197. Керування системою проводиться за допомогою клавішних вимикачів регулювання амортизаторів і рівня кузова, користуватися якими слід у відповідності з інструкцією по експлуатації автомобіля (рис. 3.5). Ці вимикачі розташовані на центральній консолі нижче важеля коробки передач.

При дії на кожному з клавіш на дисплей інформаційної панелі виводиться спливаюче меню, за допомогою якого і поворотно-натискної ручки проводиться вибір одного з двох рівнів кузова, а саме: номінального NN (встановлюється по замовчанню); підвищеного HN. А також, здійснюється вибір одного з чотирьох варіантів налаштувань амортизаторів: «комфорт»; базового (встановлюється по замовчуванню); «спорт 1»; «спорт 2».

Принцип регулювання рівня кузова системи 4CL. Чотири датчики рівня кузова, встановлені між підрамниками і нижніми важелями підвіски, дозволяють заміряти відстані кожного з коліс до кузова. Результати вимірювань порівнюють із заданими величинами, що зберігають в пам'яті блоку керування і вводять в блок керування для кожного автомобіля індивідуально і встановлюють необхідну висоту (рис. 3.6).

В системі 4CL встановлюють такі рівні кузова: 1) HN – підвищений рівень кузова; 2) NN – номінальний рівень кузова; 3) TN – понижений рівень.

Система 4CL автоматично знижує рівень від HN до NN при швидкості автомобіля більшій ніж 120 км/год; від NN до TN через 30 с після швидкості більшої 140 км/год або тут же після швидкості більшої 180 км/год.

Автоматичне підвищення рівня кузова від TN до NN через 60 с після падіння швидкості нижче 100 км/год або відразу після зниження швидкості нижче 80 км/год. Повітря, що необхідне для регулювання підвіски, звичайно подається компресором під тиском до 16 бар.

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

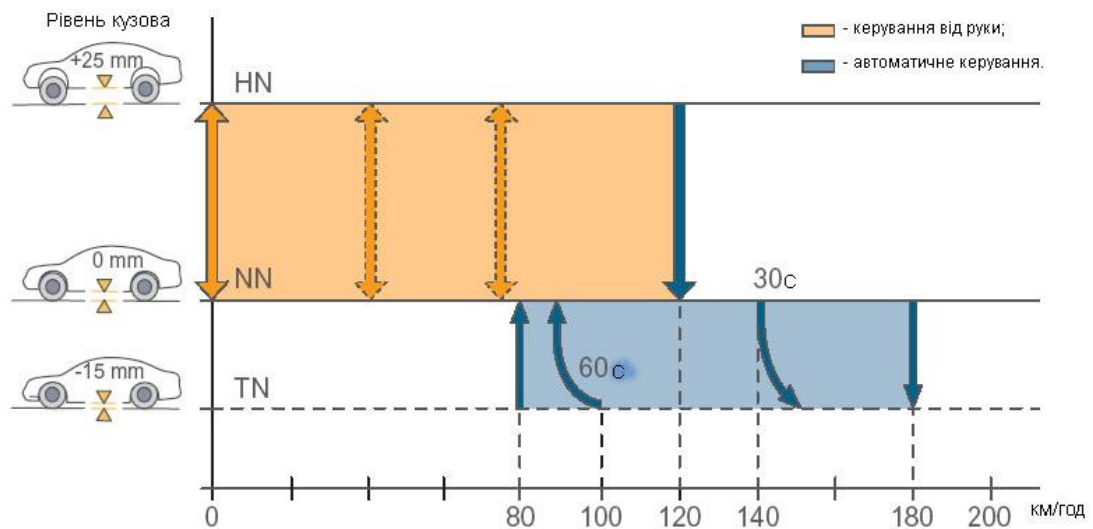


Рисунок 3.6 – Послідовність процесів автоматичного регулювання рівня кузова

Компресор забезпечує регулювання рівня кузова при швидкостях автомобіля понад 35 км/год. За необхідності стиснуте повітря подають також і в ресивер. При швидкостях нижче 35 км/год регулювання рівня кузова здійснюють через подачу повітря з ресивера (місткістю 5 л). Якщо дорожній просвіт автомобіля змінився в результаті його завантаження або розвантаження, блок керування включає систему регулювання, що повертає кузов на попередньо заданий рівень. При цьому подача повітря в пневмопідвіску проводиться з ресивера через електромагнітні клапани, а при необхідності через випускний клапан здійснюється його випуск з системи.

Схему системи регулювання підвіски наведено на рис. 3.7.

Умовні позначення: VM – керування живленням від батареї; BS – експлуатаційні сигнали з клем 30 і 15; ESP – електронна система курсової стабілізації; FT – вимикачі систем регулювання рівня кузова і амортизаторів; G76...G78, G289 – датчики рівня кузова; G85 – датчик кута повороту рульового колеса; G290 – датчик температури компресора пневматичної підвіски; G291 – датчик тиску у пневматичній підвісці; G337...G340 – датчики прискорень коліс; G341...G343 – датчики прискорень кузова; J197 – блок керування рівнем кузова;

						БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			29

J403 – реле компресора пневматичної підвіски; LWR – система регулювання нахилу фар; MSG – блок керування двигуном; N111 – випускний клапан; N148...N151 – клапани пневматичних пружних елементів; N311 – клапан ресивера пневматичної підвіски; N336...N339 – клапани налаштування амортизаторів; ZAB – інформаційна панель; ZV – сигнали датчиків в дверях і кришці багажника.

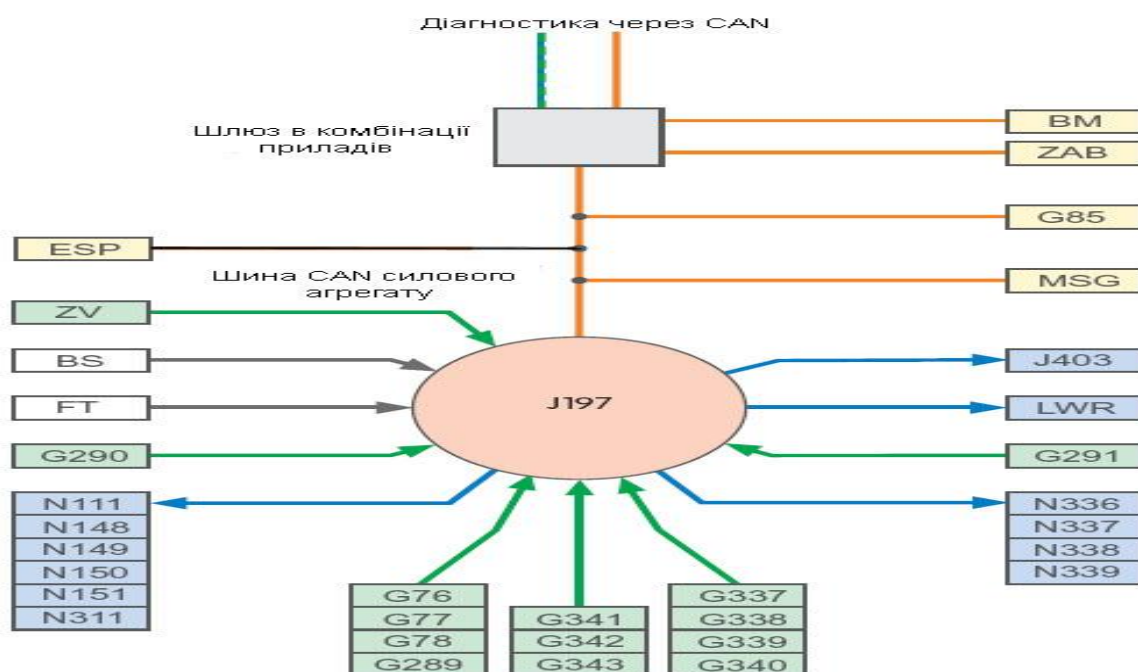


Рисунок 3.7 – Схема системи регулювання підвіски 4CL

3.4. Електронні та механічні компоненти несучої пневматичної підвіски автомобілів БМВ

Блок керування рівнем кузова J19. Знаходиться в багажнику, за його бічною оббивкою. Як центральний блок керування він виконує наступні функції: регулювання пневматичних елементів підвіски і амортизаторів; контроль роботи всієї системи; діагностика всієї системи; забезпечення зв'язку з іншими системами за допомогою шини CAN (силового агрегату).

Блок керування оснащено двома дублюючими один одного процесорами, з яких один в першу чергу відпрацьовує алгоритм керування пневматичними елементами а інший першочергово регулює опір амортизаторів.

Пневматичні амортизаторні стійки. У передній і задній підвісках автомобіля використовуються пневматичні амортизаторні стійки з двошаровою манжетою, спрямовану по її зовнішньому діаметру. Зміна жорсткості пружного елемента по ходу підвіски забезпечується комбінацією контуру поршня, формою зовнішньої спрямовуючої і використанням встановленого безпосередньо на ньому пневматичного акумулятора. Пневматичні акумулятори передньої і задньої підвісок мають різну конструкцію. У передній підвісці використані циліндрові пневматичні акумулятори об'ємом 0,4 л. Задні пневматичні акумулятори мають сферичну форму, а їх об'єм рівний 1,2 л.

Клапан регулювання амортизатора. Двотрубний газонаповнений амортизатор типу CDC оснащений вбудованим в поршень електромагнітним клапаном, який дозволяє змінювати його характеристику опору. Зміною струму, що проходить по обмотці електромагнітного клапана, можна на протязі декількох мілісекунд змінити його прохідний переріз а отже і опір амортизатора у відповідність з поточною потребою.

Агрегат подачі повітря. Агрегат подачі повітря виконаний в єдиному блоці, розміщеному під днищем кузова у поглибленні ніші для запасного колеса поряд з адсорбером. Від забруднення агрегат захищений пластмасовим кожухом з вентиляційними отворами.

Забір повітря в компресор проводиться з багажника автомобіля. Повітря очищається у фільтрі, з'єднаному з глушником шуму всмоктування. Надлишки повітря випускаються назовні також через фільтр.

До складу агрегату входять: блок компресора з електродвигуном; осушувач стислого повітря; клапан залишкового тиску; обмежувач максимального тиску; випускний трубопровід з клапаном; глушник шуму всмоктування з фільтром; датчик температури компресора (захищаючий його від перегріву); пневматичний випускний клапан у комбінації з обмежувальним клапаном; блок електромагнітних клапанів з клапанами керування окремих пневматичних елементів і з клапаном ресивера, а також з вбудованим в нього контрольним датчиком тиску в ресивері.

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Датчик температури. Захищає компресор від перегріву, забезпечуючи подачу повітря в пневматичні елементи підвіски при всіх кліматичних умовах і режимах руху.

Блок компресора. Стиснення повітря проводиться в одноступінчатому поршневному компресорі з вбудованим осушувачем повітря. Щоб запобігти забрудненню манжет пружних елементів і осушувача повітря компресор пристосований для роботи без змащування його циліндра.

Необхідний термін служби компресора забезпечується використанням одноразового мастила для підшипників і фторопластових поршневих кілець.

Пневматичний випускний клапан. Пневматичний випускний клапан виконує дві функції: утримує залишковий тиск; обмежує тиск в системі.

Щоб запобігти пошкодженню пружних елементів, а саме, їх манжет, необхідно підтримувати в них тиск вище 3,5 бар.

Обмежувальний клапан. Обмежувальний клапан захищає систему від надмірного підвищення тиску наприклад, якщо компресор не вимикається через несправність контактів реле або блока керування. У таких випадках тиск повітря підвищується до 20 бар, після чого воно долає зусилля пружини клапана і подається через фільтр назовні.

Осушувач повітря. Повітря, що подається в систему необхідно зневоднити, оскільки конденсат спричиняє корозію і утворення водяних пробок. Обезводнення повітря проводиться в осушувачі. Осушувач працює в режимі регенерування тобто повітря, що нагнітається в систему регулювання рівня кузова, осушується у результаті пропускання його через гранульований силікат.

Якщо в процесі експлуатації (наприклад, при зниженні рівня кузова) проводиться випуск сухого повітря з системи, воно пропускається через гранулят і відбирає накопичену в ньому вологу. Завдяки такому режиму регенерації осушувач не потребує обслуговування.

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Датчики рівня кузова G76, G77, G78 і G289. Ці датчики належать до вимірювачів кута повороту. Кінематика сполучних штанг дозволяє перетворити зміни рівня кузова в кутові переміщення важелів датчиків.

У датчику кутових переміщень цього типу використовується закон електромагнітної індукції. По даних датчика створюється сигнал (широотно-імпульсної модуляції), що пропорційний куту повороту його осі.

Датчик рівня кузова. Призначений для визначення положення кузова в вертикальній площині. Найважливішими деталями датчика є статор і ротор. Статор утворений багатошаровою платою, що містить котушку збудження, три приймальні котушки, а також блок керування і обробки результатів вимірювань. Три приймальні котушки зміщені одна відносно одної, утворюючи зірку.

Котушка збудження перекриває приймальні котушки з зворотного боку плати. Ротор жорстко сполучений з важелем датчика. На роторі виконана замкнута струмопровідна петля.

Форма цієї петлі відповідає формі трьох приймальних котушок.

Датчики прискорення кузова G341, G342 і G343. Ці датчики вимірюють вертикальні прискорення кузова. З них: датчик G341 розміщений в ніші переднього лівого колеса; датчик G342 - в ніші переднього правого колеса; датчик G343 розташований в багажнику, за оббивкою спереду справа.

Датчики прискорень коліс автомобіля G337, G338, G339 і G340. Датчики прискорень коліс закріплені безпосередньо на амортизаторних стійках передньої і задньої підвісок автомобіля. Сигнали датчиків прискорень коліс використовують у блоці керування рівнем кузова сумісно з сигналами датчиків його прискорень для визначення відносного напрямку руху стійок.

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

4 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ З ТО ТА ПР НА ТЗОВ BMW АЛЪЯНС ПРЕМІУМ

4.1 Технологічний розрахунок СТО автомобілів

4.1.1 Вихідні дані для розрахунку:

Модель автотранспортних засобів БМВ-520d.

Кількість автотранспортних засобів, які належать населенню м. Івано-Франківська в межах дії даної СТО: $N = 3300$ автомобілів.

Тип СТО: універсальна.

Середньорічний пробіг автомобілів: $L_P = 16\,000$ км.

Кількість заїздів автомобіля на СТО в рік: $d = 3$ заїзди.

Режим роботи СТО: 305 днів в рік, працює в 1 зміну.

Кількість автомобілів, що продаються в рік – 52 авт./рік.

Решта даних будуть прийняті в процесі розрахунку.

4.1.2 Розрахунок річного об'єму робіт на СТО.

Враховуючи, що певна частина власників автомобілів проводить ТО і ПР власними силами, розрахункове число обслуговуваних на СТО за рік автомобілів:

$$N_{СТО} = N \cdot k \quad (4.1)$$

де N – число легкових автомобілів, які належать населенню даного населеного пункту в межах дії даної СТО, од;

$k = 0,75 \dots 0,9$ – коефіцієнт, який враховує число власників, що користуються послугами СТО, приймаємо $k = 0,75$ [статистичні дані].

$$N_{СТО} = 3300 \cdot 0,75 = 2475 \text{ авт.}$$

Розрахунок річного об'єму робіт на СТО для БМВ-520d проводжу за формулою:

$$T_{ТО.ПР} = N_{ТО.ПР} \cdot L_P \cdot t_{ТО.ПР} / 1000, \text{ люд-год,} \quad (4.2)$$

де t – питома трудомісткість робіт по ТО і ПР, люд-год/1000 км, $t_{ТО.ПР} = 2,4$ люд-год/1000 км [за даними СТО];

					БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$N_{\text{ТОіПР}}$ - кількість заїздів для ТО і ПР, $N_{\text{ТОіПР}} = N_{\text{СТО}} = 2475$ авт.

$$T_{\text{ТО.ПР}} = 2475 \cdot 16000 \cdot 2,4 / 1000 = 95040 \text{ люд-год.}$$

Розрахунок річного об'єму прибирально-мийних робіт на СТО проводжу за формулою:

$$T_{\text{ПМ}} = \frac{\left(\sum L_p \cdot k \cdot t_{\text{ПМ}}\right)}{1000} \quad (4.3)$$

де $\sum L_p$ - сумарний річний пробіг автомобілів, що обслуговуються на СТО, км;

k – кількість заїздів для миття на 1000 км; приймається $k = 0,8 \dots 1$ [3];

$t_{\text{ПМ}}$ - трудомісткість прибирально-мийних робіт; приймається $t_{\text{ПМ}} = 0,25 \dots 0,5$ люд-год [3].

$$T_{\text{ПМ}} = \frac{(2475 \cdot 16000 \cdot 0,8 \cdot 0,3)}{1000} = 9504 \text{ люд-год.}$$

Річна трудомісткість робіт по передпродажній підготовці:

$$T_{\text{ПІІ}} = A_{\text{ПІІ}} \cdot t_{\text{ПІІ}}, \quad (4.4)$$

де $A_{\text{ПІІ}}$ - кількість автомобілів, що продаються $A_{\text{ПІІ}} = 52$ [за даними СТО];

$t_{\text{ПІІ}}$ - трудомісткість передпродажної підготовки. Приймається $t_{\text{ПІІ}} = 3,5 \dots 4,5$ люд-год [3].

$$T_{\text{ПІІ}} = 52 \cdot 3,5 = 182 \text{ люд-год.}$$

Річна трудомісткість робіт з гарантійного обслуговування автомобілів T_{20} визначають за формулою:

$$T_{20n} = \frac{A_{20} \cdot L_{20} \cdot t_{20}}{L_{20}^p}, \text{ люд-год,} \quad (4.5)$$

де A_{20} - кількість автомобілів, що перебувають на гарантійному обслуговуванні (приймають за даними СТО) $A_{20} = 300$ авт.;

L_{20} - гарантійний пробіг, встановлений заводом-виготовлювачем для даної марки, $L_{20} = 100\,000$ км;

					БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

L^p_{20} - річний пробіг автомобіля (приймають за даними СТО автомобілів або заводу-виготовлювача) $L^p_{20}=16000$ км;

t_{20} - трудомісткість одного ПТО (періодичного обслуговування) $t_{20}=2,4$ люд. год.

$$T_{20n} = \frac{300 \cdot 100000 \cdot 2,4}{16000} = 4500 \text{ люд-год.}$$

Загальний обсяг робіт T_3 по СТО буде складатися з суми робіт по основній діяльності $T_{ТО,ПР}$, обсягу передпродажної підготовки $T_{ПП}$, обсягу прибирально-мийних робіт $T_{ПМ}$, обсягу ТО і ремонту автомобілів, які перебувають на гарантії T_{20+P} :

$$T_3 = T_{ТО,ПР} + T_{ПП} + T_{ПМ} + T_{20+P} \text{ люд-год.} \quad (4.6)$$

$$T_3 = 95040 + 182 + 9504 + 4500 = 109226 \text{ люд. год.}$$

4.1.3 Кількість явочних робітників розраховують за формулою:

$$P_я = T / \Phi_я, \text{ чол.} \quad (4.7)$$

де $\Phi_я$ – річний фонд робочого часу явочного ремробітника,

$$\Phi_я = D_p \cdot Ч_{зм} \cdot C \cdot \eta, \text{ год,} \quad (4.8)$$

де D_p – число днів роботи СТО в рік, $D_p = 305$ днів [за даними СТО];

$Ч_{зм}$ – тривалість зміни, $Ч_{зм} = 8$ год [за даними СТО];

C – кількість змін, $C = 1$ [за даними СТО];

η – коефіцієнт використаного робочого часу, $\eta = 0,9$ [3].

$$\Phi_я = 305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 = 2196 \text{ год.}$$

4.1.4 Кількість штатних робітників розраховують за формулою:

$$P_{шт} = P_я / \epsilon, \text{ чол.;} \quad (4.9)$$

де ϵ – коефіцієнт штатності, $\epsilon = 0,9$ [4].

Розподіл трудомісткості робіт і кількості виробничих робітників зведені в табл. 4.1 [3].

Таблиця 4.1 - Розподіл трудомісткості робіт і визначення кількості виробничих робітників на СТО

					БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Назва робіт	П, %	Т, люд.год	Фя, год.	Ря, чол.		ε	Рш, чол.
				1-зм.	2-зм.		
1	2	3	4	5	6	7	8
Діагностичні	4	3801,6	2196	1,7	-	0,9	1,7
ТО в повному обсязі	10	9504	2196	4,32	-	0,9	4,6
Мастильні	2	1900,8	2196	0,86	-	0,9	0,9
Регулювальні та встановлення кутів коліс	4	3801,6	2196	1,7	-	0,9	1,7
Ремонт та ТО гальмівної системи	3	2851,2	2196	1,3	-	0,9	1,4
ТО і ПР системи живлення	4	3801,6	2196	1,7	-	0,9	1,7
Шиномонтажні і вулканізаційні роботи	1	950,4	2196	0,4	-	0,9	0,4
ПР вузлів і агрегатів	12	11404,8	2196	5,2	-	0,9	5,6
Зварювальні	30	28512	2196	12,9	-	0,9	13,9
Електротехнічні роботи	25	23760	2196	10,8	-	0,9	12
ТО і ПР кузовних систем	5	4752	2196	2,2	-	0,9	2,4
Разом	100	95040	-	43,08	-	-	44,1

Для оптимізації праці і зменшення витрат на оплату праці виробничих робітників будемо оформляти робітників як на основне місце роботи так і на роботу за сумісництвом - це виконання працівником поряд з основною роботою, обумовленою трудовим договором, додаткової роботи за іншою професією чи посадою на тому самому підприємстві, в установі, організації протягом установленної законодавством тривалості робочого дня. Це дозволить зменшити загальну кількість виробничих робітників до 21 особи виходячи із реальної потреби і технологічного розрахунку.

4.1.5 Визначення кількості допоміжних робітників.

Нормативна чисельність допоміжних робітників визначається у % в залежності від спискової чисельності основних виробничих робітників [3].

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ				37

Загальне значення допоміжних робітників зведені в табл. 4.2

Таблиця 4.2- Загальна чисельність допоміжних робітників.

Назва робіт	П, %	Кількість робітників, Р _д , чол.
1	2	3
Ремонт і обслуговування технологічного обладнання	25	1,5
Ремонт і обслуговування інженерного обладнання	20	1,2
Транспортні робітники	8	0,48
Зберігання і видача матеріальних цінностей	12	0,72
Перегін рухомого складу	10	0,6
Прибирання виробничих приміщень	7	0,42
Прибирання територій	8	0,48
Обслуговування компресорного обладнання	10	0,6
Всього	100	6

4.1.5 Визначення кількості службовців.

Загальне значення службовців підприємства зведені в табл. 4.3 [3].

Таблиця 4.3- Загальна чисельність службовців.

Назва службовців	Кількість службовців, Р _с , чол.
1	2
Загальне керівництво	1
Бухгалтерський облік, фінансова діяльність	1
Діловодство і господарське обслуговування	1
Матеріально-технічне постачання	1
Менеджер з продажу автомобілів	1
МОП	1
Пожежно-сторожова охорона	2
Всього	8

Загальна кількість штатних працівників СТО розраховують за формулою:

$$P_{шт} = P_{шв} + P_{д} + P_{с}, \text{ чол.}, \quad (4.10)$$

де $P_{шв}$ - штатна чисельність виробничих працівників;

P_D - штатна чисельність допоміжних працівників.

P_C - штатна чисельність службових працівників.

$$P_{III} = 21 + 6 + 13 = 40 \text{ чол.}$$

4.2 Визначення кількості постів ТО і ПР

4.2.1. Визначаю кількість постів ТО і ПР:

$$X_{ТО,ПР} = \frac{T_{ТО,ПР} \cdot K_{П}}{\Phi \cdot P_{CP} \cdot \eta}, \quad (4.11)$$

де $T_{П}$ – трудомісткість постових робіт на СТО, люд.-год.;

$K_{П}$ - коефіцієнт, який враховує долю постових робіт, $K_{П}=0,8$;

P_{cp} – середня кількість робітників на одному пості, чол. $P_{cp}=2$;

η – коефіцієнт використання поста, $\eta=0,93$.

$$X_{ТО,ПР} = \frac{95040 \cdot 0,8}{2196 \cdot 2 \cdot 0,93} = 6,4, \text{ приймаємо } 7 \text{ постів.}$$

4.2.3 Визначаю кількість постів прийому автомобілів:

$$X_{III} = \frac{N_{СТО} \cdot d \cdot \varphi}{D_P \cdot D_{PI} \cdot A_{П}}, \quad (4.13)$$

де φ - коефіцієнт нерівномірності заїзду автомобілів на СТО, $\varphi = 1,25$ [3];

D_{PI} - час роботи поста протягом доби, $D_{PI} = 8$ год [за даними СТО];

$A_{П}$ - пропускна здатність поста, $A_{П} = 4$ [3];

D_P - кількість днів роботи поста за рік, $D_P = 305$ днів [за даними СТО].

$$X_{III} = \frac{2475 \cdot 3 \cdot 1,25}{305 \cdot 8 \cdot 4} = 0,95, \text{ приймаємо } 1 \text{ пост.}$$

4.2.4 Визначаю кількість місць для зберігання відремонтованих автомобілів:

$$X_{B3} = \frac{N_D \cdot T_{П}}{T_B}, \quad (4.14)$$

де T_B – кількість годин роботи ділянки видачі автомобілів на добу, год;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ				39

T_{Π} – середній час перебування автомобіля на СТО після його обслуговування до видачі власнику, $T_{\Pi}=4$ год [3].

$$X_{B3} = \frac{30 \cdot 4}{8} = 15, \text{ авт. місьць.}$$

4.2.5 Визначаємо кількість місць зберігання автомобілів готових для продажу:

$$X_{BP} = \frac{N_{\Pi} \cdot D_3}{D_p}, \quad (4.15)$$

D_3 – кількість днів запаса, $D_3=40$ днів [4];

D_p – кількість днів роботи СТО в рік.

$$X_{3B} = \frac{52 \cdot 40}{305} = 6,8 \text{ приймаємо } 7 \text{ авт.місьць.}$$

Відкриті стоянки для автомобілів клієнтів і персонала СТО визначаються із розрахунку 7-10 автомобіле-місьць на 10 робочих постів.

Кількість постів для передпродажної підготовки визначають на основі трудомісткості передпродажної підготовки T_{III} за формулою:

$$X_{III} = \frac{T_{III}}{D_p \cdot d \cdot \chi_{3M} \cdot \varphi \cdot P}, \quad (4.16)$$

де d - кількість змін, [за даними СТО];

χ_{3M} - тривалість зміни, [за даними СТО];

φ - коефіцієнт використання часу поста, [3];

P – число одночасно зайнятих людей, [3] .

$$X_{III} = \frac{182}{305 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 1,5} = 0,06 \text{ приймаю } 1 \text{ пост.}$$

Визначаю кількість постів гарантійного обслуговування за формулою:

$$X_{ГО} = \frac{T_{20n} \cdot K_{\Pi}}{\Phi \cdot P_{CP} \cdot \eta}, \quad (4.17)$$

де T_{20} – трудомісткість гарантійного обслуговування на СТО, люд.-год.;

K_{Π} - коефіцієнт, який враховує долю постових робіт, $K_{\Pi}=0,8$ [3] ;

					БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

P_{cp} – середня кількість робітників на одному пості, чол. $P_{cp}=2,5$ [3];

η – коефіцієнт використання робочого часу, $\eta=0,9$ [3].

$$X_{го} = \frac{4500 \cdot 0,8}{2196 \cdot 2,5 \cdot 0,9} = 0,73 \text{ приймаю 1 пост.}$$

4.3 Розрахунок виробничих і допоміжних приміщень СТО

4.3.1 Площа зон ЩО, ТО, ПР.

Площі зон розраховують за формулою:

$$F_3 = X_{п} \cdot f_a \cdot k, \text{ м}^2 \quad (4.18)$$

де $X_{п}$ - кількість постів зон ЩО,Д, ТО, ПР,

f_a – площа, яку займає в плані АТЗ, $f=8,45 \text{ м}^2$,

K - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ, для постів Д, ТО, ПР, $K=3,5$. [1]

Таблиця 4.3- Площа зон

Назва постів	Кількість постів, Z	Площа постів, F_3 , м^2
Зона ТО і ПР	12	352
Зона діагностичних робіт	1	36
Зона приймання-видачі автомобілів	1	30
Зона передпродажної підготовки	1	30
Зона гарантійного обслуговування	1	30
Всього	16	478

4.3.2 Площі діляниць.

Площі діляниць вибираємо в залежності від площі обладнання і кількості працюючих в максимально завантаженому зміні. [4].

Розрахунок площ діляниць зведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4- Площі виробничих діляниць.

Назва діляниць	Кількість працюючих	Площа діляниць, F_d , м^2
Моторна	1	36
Електротехнічна	1	18

Дільниця ремонту АКПП	1	36
Ремонту систем клімат-контролю	1	36
Ремонту системи живлення	1	27
Слюсарно-механічна	1	24
Всього		177

4.3.3 Площа зони відкритого зберігання відремонтованих автомобілів.

Площу зони розраховують за формулою:

$$F_{B3} = X_{B3} \cdot f_a \cdot k, \text{ м}^2 \quad (4.19)$$

де, X_{B3} – кількість місць для відкритого зберігання, $X_{B3}=15$,

f – площа, яку займає в плані АТЗ, $f=8,45 \text{ м}^2$,

K_B - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ при відкритому зберіганні, $K_B=3,0$
[4].

$$F_{B3} = 15 \cdot 8,45 \cdot 3 = 380,25 \text{ м}^2.$$

4.3.4 Площа складських приміщень.

Площа складських приміщень розраховують для СТО приймаються з розрахунку на кожні 1000 обслужених автомобілів [3].

Площі складських приміщень наведені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 - Площа складських приміщень.

Назва приміщень	Площа приміщень, м ²
Запасні частини	32
Агрегати і вузли	12
Матеріали	6
Лакофарбові	4
Мастильні матеріали	6
Склад кисню і ацетилену	4
Всього	64

Площа виробничого корпусу розраховується за формулою:

$$F_{BK} = F_{ZH} + F_{CKL} + F_D, \text{м}^2 \quad (4.20)$$

де F_{ZH} - загальна площа зон,

F_{CK} - загальна площа складських приміщень,

F_D - загальна площа виробничих дільниць.

$$F_{BK} = 478 + 64 + 177 = 719 \text{ м}^2$$

4.3.5 Площа допоміжних приміщень.

Площа адміністративних приміщень, які знаходяться на 1-му та 2-му поверхах виробничого корпусу БМВ, розраховується виходячи з штату управлінського персоналу, із розрахунку на те, що на один робочий пост виділяється 6 м² [4]. Площа побутових приміщень розраховується виходячи із штатної чисельності працівників.

Площа допоміжних приміщень, які знаходяться на 1-му та 2-му поверхах виробничого корпусу БМВ, розраховують за формулою:

$$F_{ДП} = 0,5 \cdot F_{BK}, \text{м}^2 \quad (4.21)$$

$$F_{ДП} = 0,5 \cdot 719 = 359,5 \text{ м}^2.$$

На 1-му поверсі корпусу БМВ знаходяться приміщення загальною площею 198 м², на 2-му поверсі корпусу БМВ знаходяться приміщення загальною площею 161,5 м².

Площа автосалону розраховується виходячи з кількості робочих постів із розрахунку (6-9) м² на один робочий пост та площі автомобілемісць зберігання автомобілів для продажу [3], $F_{AT} = 200 \text{ м}^2$ [за даними СТО].

4.3.6 Площа забудови розраховують за формулою:

$$F_{ЗАБ} = F_{BK} + F_{ДП} + F_{AT}, \text{м}^2 \quad (4.22)$$

де F_{BK} - площа виробничого корпусу;

$F_{ДП}$ - площа допоміжних приміщень.

$$F_{ЗАБ} = 719 + 161,5 + 200 = 1080,5 \text{ м}^2.$$

Обираємо розміри виробничого корпусу БМВ 45x24 м площею 1080 м².

					БР.АТ - 28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

5 РОЗРАХУНОК ПНЕВМАТИЧНОЇ ПІДВІСКИ БМВ

5.1 Обґрунтування вибору компоувальної схеми пневматичної підвіски БМВ

Підвіска, автомобіля необхідна в першу чергу для зменшення динамічних впливів, переданих від дорожніх нерівностей пасажиром, перевезеним вантажам і самому автомобілю.

Якість підвіски не тільки визначає плавність ходу автомобіля, але і значно впливає і на інші експлуатаційні показники: стійкість, прохідність, надійність, довговічність і т.д. Швидкість руху автомобілів по нерівних дорогах звичайно обмежується не розташовуваною потужністю двигуна, а якістю підвіски.

У порівнянні з підвісками зі сталевими пружними елементами пневматична підвіска має наступні переваги:

1. У більшості випадків може бути отримана нелінійна прогресивна характеристика, що сприяє підвищенню плавності ходу, зменшує можливості ударів. Характеристика сталевих пружних елементів звичайно лінійна і необхідна прогресивність характеристики підвіски досягається за рахунок ускладнення її конструкції.

2. Легко досягається автоматичне регулювання твердості і динамічного ходу підвіски відповідно до умов нагрюження, унаслідок чого збільшується можливість підвищення плавності ходу і поліпшуються інші експлуатаційні якості.

3. При однакових розмірах пневматичного пружного елемента, змінюючи тиск повітря в ньому, можна одержати елементи різної вантажопідйомності, що розширює можливості застосування даної конструкції.

4. Пневматичні пружні елементи деяких типів мають надзвичайно високу довговічність.

5. Легко здійснюється автоматичне регулювання сталості положення кузова щодо поверхні дороги незалежно від величини статичного

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

навантаження. Це підвищує зручність входу і виходу пасажирів (що має важливе значення для автобусів), усуває бічні крени кузова через несиметричне навантаження, поліпшує зовнішній вигляд розвантаженого чи автомобіля автобуса.

6. Унаслідок постійного положення кузова полегшується рішення задачі забезпечення правильної кінематики підвіски і кермовий привід, знижується центр ваги розвантаженого автомобіля і, отже, підвищується його стійкість.

7. Легко здійснюється примусове регулювання положення кузова щодо поверхні дороги. Таким чином, водій одержує можливість за бажанням чи підняти опустити кузов, у результаті чого збільшується прохідність, полегшуються умови навантаження і т.д.

Розглянемо переваги, що можуть дати різні системи пневматичних підвісок у відношенні підвищення плавності ходу, а також інших експлуатаційних якостей.

Теорія, експеримент і практичний досвід показують, що для забезпечення гарної плавності ходу необхідно в першу чергу виконання наступних умов:

1. Власні частоти коливань підресорених мас автомобіля повинні бути досить низькими. Тривалий час вважалося, що оптимальної є частота 60 - 70 кол/хв і що при подальшому зниженні частот, хоча і зменшуються прискорення, що впливають на пасажирів, викликаються симптоми морської хвороби. Однак за останні роки з'явилися і з успіхом застосовуються підвіски, що забезпечують ще більш низьку частоту коливань.

2. Підвіска повинна володіти достатньою динамічною енергоємністю і динамічним ходом, щоб при русі по поганих дорогах уникнути ударів об обмежники ходу. Крім того, значний вплив на плавність ходу роблять м'якість шин, опір амортизаторів, розподіл мас автомобіля й інші параметри, однак зазначені вище дві умови є найбільш важливими.

При практичному здійсненні цих умов зустрічаються серйозні труднощі конструктивного характеру. Перша умова знаходиться у визначеному

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

протириччі з другим: для зниження власної частоти варто зменшувати твердість пружних елементів підвіски, що одночасно зменшує їх динамічну енергоємність. Підвищення енергоємності за рахунок збільшення значень динамічного ходу підвіски зв'язаний з підвищенням центра ваги автомобіля, погіршенням його зовнішнього вигляду і стійкості. Крім того при великому ході значно утрудняється забезпечення правильної кінематики підвіски і рульове керування.

Нові автомобілі, можуть укомплектовуватися адаптивною пневмопідвіскою. Сполучення пневматичної підвіски і керованою електронікою системи демпфірування забезпечують підвісці, по характеристиках керованості явно тяжіє до спортивних автомобілів, чудові властивості з погляду комфорту. Центральний блок керування мультимедійного інтерфейсу MMI дозволяє вибрати одну з трьох запрограмованих настроювань: від самої спортивної до м'яко-комфортної (режим "comfort").

Автоматичний режим керування настроюванням пневмопідвіски є найуніверсальнішим. При русі на швидкості вище 120 км/год висота автомобіля автоматично знижується на 15 мм, що насамперед забезпечує зниження центра ваги. Одночасно знижується коефіцієнт лобового опору автомобіля, забезпечуючи на швидкісній магістралі економію палива. Коли водій скидає швидкість нижче 70 км/год, пневматична підвіска повертає кузов у первісне положення.

М'яка робота підвіски і високий рівень комфорту в тривалих поїздках забезпечує режим "comfort". При виборі цього режиму функція зміни висоти кузова в залежності від швидкості руху автоматично відключається.

Вибравши режим "dynamic", водій може змусити пневматику працювати як гарну спортивну підвіску, оснащену сталевими пружинами. У режимі "dynamic" висота автомобіля примусово зменшується на 15 мм.

Якщо при русі на низькій швидкості включити режим "lift mode", адаптивна пневматична підвіска на 15 мм збільшить дорожній просвіт. Це дасть

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

додаткові переваги на нерівній дорозі. При збільшенні швидкості до 100 км/год і вище автоматично відновлюється стандартна висота дорожнього просвіту. В усіх режимах роботи підвіски адаптивна система демпфірування підбудовується до типу дороги і стилю водіння.

Конструкції пневматичних підвісок наведені на рис. 5.1-5.3.

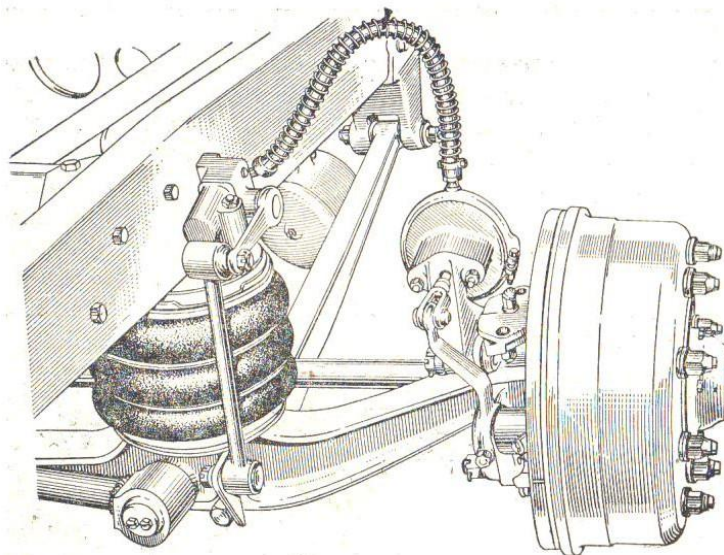


Рис 5.1 – Пневматична підвіска Рельянс

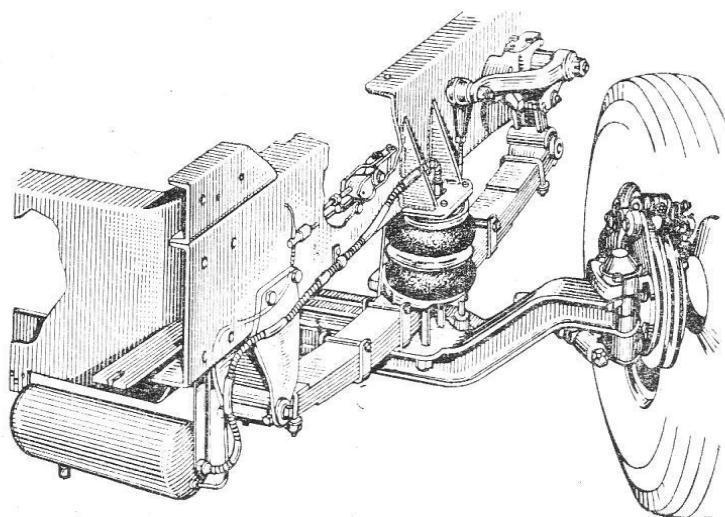


Рис 5.2 – Пневматична підвіска Фуден 6/25

У конструкції передньої підвіски проектованого автомобіля використано оснащені пневмобалонами стійки. Навколо безступенево регульованих амортизаторів концентрично розташовані захисні чохла. Чохли виконані зі

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

спеціального багатошарового еластомера, для посилення міцності армованого поліамідним волокном. Перевага такого рішення в тім, що тонкостінні, а виходить, м'яко працюючі чохла дозволяють проектуваному автомобілю чудові їздові властивості і роблять підвіску надзвичайно чуттєвою навіть до незначних поштовхів.

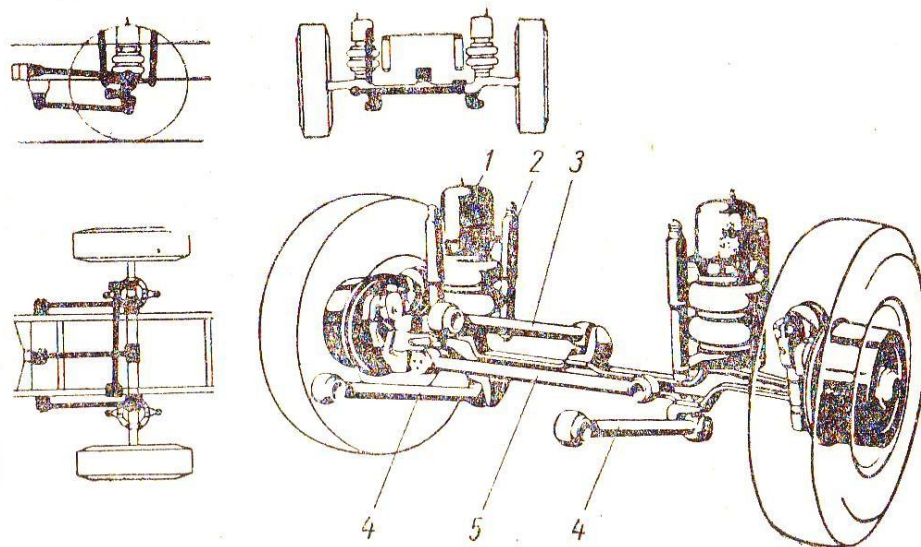


Рис 5.3 – Пневматична підвіска FETU

На задній осі пневмобалони і керовані елементи, що демпфірують, рознесені. Головна перевага цієї конфігурації, як і при застосуванні традиційної підвіски, полягає в тім, що вона дозволяє забезпечити достатню ширину між колісними арками в багажному відділенні і зробити підлогу багажника максимально низьким.

Незалежно від завантаження автомобіля пневмобалони забезпечують незмінну величину дорожнього просвіту, цілком приймаючи на себе навантаження на передню і задню осі.

Завдяки передовій конструкції пневматична підвіска надає цілий ряд характерних переваг: поза залежністю від завантаження автомобіля водій і пасажери подорожують з постійним комфортом: твердість підвіски постійно регулюється в залежності від навантаження.

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

5.2 Задня пневматична підвіска

Підвіска на косих важелях являє собою свого роду компроміс між підвіскою на поздовжніх важелях і двохшарнірною підвіскою з півосями. У ній намагаються об'єднати технічні переваги названих конструкцій, одночасно відмовивши від їхніх недоліків.

Підвіска на косих важелях у двох своїх варіантах використовується винятково як задню підвіску. Один з цих варіантів більш обґрунтований економічними розуміннями, а іншої застосовується через його сприятливі кінематичні якості і забезпечує тому технічні переваги. У нових конструкціях знаходить застосування тільки цей останній варіант.

На рис. 5.4 осі EG хитання важелів розташовані таким чином, що вони перетинають шарніри С, що з'єднують півосі з відомими елементами головної передачі, у результаті чого з кожної сторони досить лише одного шарніра. Косі важелі, що без ускладнень можуть сприймати і пружини підвіски, при ході коліс роблять просторові переміщення, обумовлені положенням їхньої осі хитання.

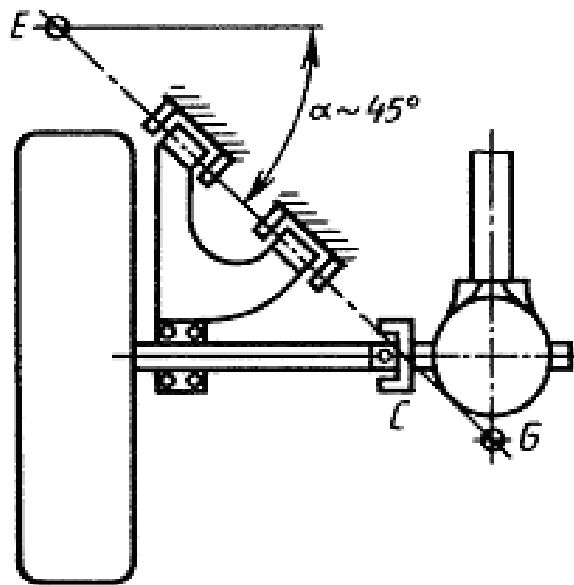


Рис. 5.4. Задня пневматична підвіска на косих важелях

Цьому варіанту ще притаманні два основних недоліки двохшарнірної підвіски з хитними півосями: високий центр крену і велика зміна колії, але він

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

має і визначені переваги. Зовнішнє колесо при швидкому про ходінні повороту "підламується" у трохи меншому ступені, а наявні полюси подовжнього крену забезпечують (як на автомобілях БМВ 5-ї серії) зменшення подовжнього крену при гальмуванні. Фірма БМВ застосовує таку підвіску на відносно легких заднемоторних автомобілях із шинами діаметром 15 і 16 дюймів (тобто з маленькими колесами).

Для одержання достатнього дорожнього просвіту під піддоном чи двигуна картером головної передачі внутрішні шарніри півосей повинні бути розташовані вище центра коліс. При цьому півосі одержують похиле положення, а знаходяться до них сприяє підламуванню зовнішнього колеса при русі на повороті.

З розуміння економії на вищеописаному варіанті передбачався кут стріловидности.

З технічної точки зору більш сприятливі кут у виді позаду на кут схилу (рис. 5.5). Осі таких важелів розташовані косо в просторі і вже не перетинають внутрішні шарніри півосей по обох сторони від головної передачі. Між колесом і головною передачею виникають у цьому випадку не тільки кутові переміщення, але і лінійні, так що з кожної сторони потрібно по два шарніра, здатних компенсувати зміну довжини.

При відсутності кута схилу вісь колеса M , продовжена до полюса P_1 , переміщається при ході підвіски по бічній поверхні конуса, віссю якого є вісь хитання важеля EG . Як видно в плані на рис. 5.5. Там же, на виді позаду, показано, що при наявності додаткового кута схилу продовження осі M колеса в конструктивному положенні автомобіля не перетинається з прямої EGP_2 . Ці прямі проходять у просторі одна повз інший, а крапка M переміщається по гіперболоїду обертання.

Якщо кузов перемістився вниз настільки, що негативний розвал колеса - збігається по величині з кутом, тобто коли виконується умова нейтрального положення, полюси P_1 і P_2 розташовуються на однаковій висоті і продовження осі M колеса і прямої EG перетинаються в одній крапці. При заданій довжині r

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

важелів можна сполученням кутів і погодити один з одним бажані кінематичні характеристики.

У цьому відношенні підвіска на косих важелях схожа з підвіскою на подвійних поперечних важелях де відіграють роль як кут і на верхньому важелі і кут на нижньому, так і довжина і взаємне положення обох важелів. Однак з обліком еластокінематики двома важелями можна досягти більшого, ніж одним з кожної сторони. Це є однією з причин того, що подвійні поперечні важелі почали витісняти підвіску на косих важелях у випадку ведучих задніх коліс. Нижче розглядаються основні кінематичні характеристики:

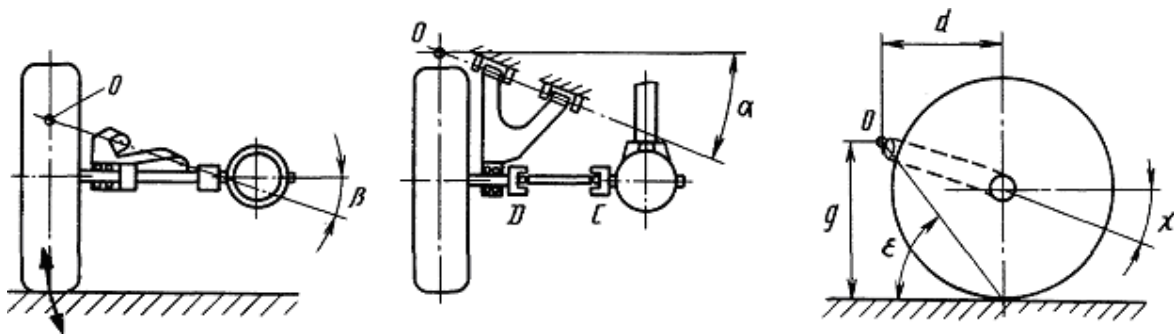


Рис. 5.5 Варіантом підвіски на косих важелях

а) Центр крену. Збільшення кута стріловидності α на виді зверху приводить до підвищення допускає лише обмежені ходи підвіски, але приводить до підвищення центра крену. Довгий же важіль дозволив би відсунути полюс P від колеса, у результаті чого опуститься крапка W і зменшиться зміна колії (див. рис. 2.3). Здійснюючи узгодження з передньою підвіскою, за допомогою косих важелів можна одержати майже будь-яку висоту центра крену. Наявні піддатливості при цьому не враховувалися.

б) Зміна колії. Кривизна кривої зміни колії визначається довжиною відрізка NP_2 , а для відхилення від вертикалі дотичної до цієї кривої в нульовій крапці вирішальним є кут. Довжина відрізка NP_2 залежить, у першу чергу, від величини кута стріловидності, а кут - як від, так і від. Для спрощення при визначенні миттєвого значення зазначеної зміни можна використовувати відношення висоти центра крену до половини колії $(0,5 b)$.

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Ця висота при ході стиску зменшується, а при ході відбою збільшується; разом з нею змінюється і кут. Тому можна розглядати лише невеликі ходи і розраховувати для них миттєву величину зміни.

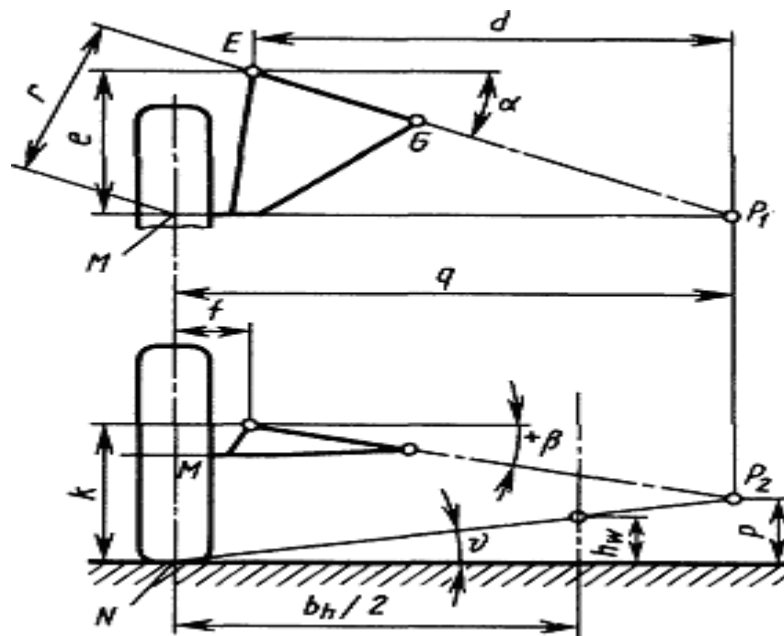


Рис. 5.6. Визначення довжину r важеля

в) Збільшення кута впливає на протидію подовжньому крену при гальмуванні. Обоє ці зміни обумовлюють більш сприятливе положення показаного на (рис. 5.6.) центра подовжнього крену ПРО, а виходить, і більш сильне підтягування вниз задньої частини кузова при гальмуванні.

Визначальний ступінь зазначеної протидії опорний кут збільшується, а якщо крапка Про знаходиться вище осі коліс, то додатково виникає опорний кут при розгоні, що визначає одночасно величину подовжнього зсуву колеса при ході підвіски. Однак на відміну від кута, кут змінюється значно сильніше; якщо задня частина кузова опускається при розгоні (чи при завантаженні). Про переміщається нижче осі коліс, і замість протидії (опори) виникає додаткове підтягування кузова вниз.

Переваги протидії крену при гальмуванні можуть бути використані, однак, лише при розташуванні гальм у колесах. З цієї причини, зокрема, на жодній легковому автомобілі з підвіскою на косих важелях не застосовуються

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

внутрішні гальма (на головній передачі).

г) Зміна розвалу. Чим більше значення кута стреловидности, тим менше відстань до полюса, що визначає зміна розвалу, і тем більше зміна розвалу при ходах підвіски.

Кут схилю практично не робить впливу на довжину, тоді. Відрізок q може бути визначений по співвідношеннях, приведеним на рис. 5.6. До величини потрібно додати значення розвалу для автомобіля без чи навантаження в розглянутому конструктивному положенні. При визначеному ході стиску фактичний розвал.

Занадто велика зміна розвалу при ході стиску підвіски разом із установленим негативним розвалом при малому навантаженні може привести до несприятливого положення коліс при повному навантаженні автомобіля.

5.3 Передня підвіска

Трапецевидна підвіска на поперечних важелях володіє рядом переваг у розташуванні основних компонентів: амортизатор закріплений незалежно, поперечні важелі надійно передають що штовхають і гальмові сили від коліс до кузова, амортизатор спираються на нижній важіль. Трапецевидна підвіска на поперечних важелях з коротким верхнім і довгої нижнім важелями забезпечує мінімальні поперечні переміщення колеса, а також незначного кутового переміщення при ході нагору і вниз.

У залежності від ходу підвіски встановлюються кути у від, при який повинні працювати шини, так ще з повним навантаженням. Високі швидкості руху, літні температур. Імовірно, у зв'язку з цим останні моделі легкових автомобілів мають значення не більш при ході стиску 100 мм, а розвал без навантаження складає біля - 30'.

При наявності кута стріловидности колесо як при ході стиску, так і при ході відбою небагато повертається в напрямку позитивного сходження. Якщо до цього додається ще позитивний кут схилю, то крива повертається проти

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

ходу, тоді при ході стиску колесо повертається в напрямку негативного сходження, а при ході відбою підсилюється позитивне сходження.

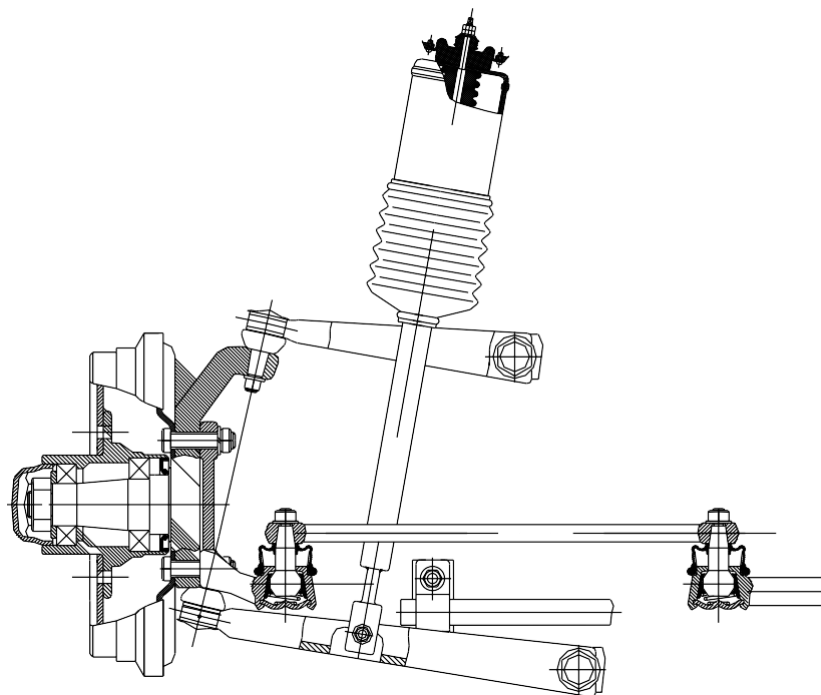


Рис. 5.7. Трапецевидна пневмопідвіска БМВ на поперечних важелях

Така підвіска на повороті сприяє надлишковій керованості автомобіля під дією крену і при швидкій зміні смуги руху здійснювала б небажане "підрулювання". І навпаки, негативний кут сприяв би недостатньої керованості. Усі показані криві мають кривизну, що приблизно відповідає дузі радіуса.

Ця величина сприятливим образом зростає при збільшенні довжини важеля і можливому зменшенні кута стріловидности. Приблизно зазначений радіус може бути розрахований по формулі. Найменша зміна випробує сходження при нейтральному положенні важеля; у цьому випадку дотична до кривої - якщо зневажити всіма кутами розвалу (наприклад) визначається хід підвіски при якій. Більш вигідно розташовувати важелі таким чином, щоб зовнішнє колесо при ході стиску поверталосся убік позитивного сходження, а внутрішнє при ході відбою - убік негативного. Досягається за рахунок цього недостатня під дією крену послабляє надлишкову під дією бічної сили.

е) Регулювання рівня. Перевага будь-якої системи регулювання рівня

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

складається в сталості положення (незалежно від навантаження) як кузова, так і фар відносно дороги. Недоліками ж можуть бути підвищення центра маси за рахунок посадки пасажирів і не змінюється при навантаженні кінематика. При ході стиску збільшується колія, тобто без регулювання рівня опорна база під навантаженням була б ширше. Крім того, задні колеса вже не нахиляються у бік негативного розвалу, шини можуть передавати лише менші бічні сили і посиленої тенденції до надлишкової поворачиваемости, ймовірно не вдасться запобігти.

5.4 Розрахунок підвіски

У конструкції передньої підвіски проектуемого автомобіля використані оснащені пневмобаллонами стійки. Підвіска: важільна з розташуванням та коливанням важелів в поперечній площині автомобіля. Підвіска незалежна. Пружним елементом є пневмобаллонна стійка, яка розташована між важелем та кузовом автомобіля. Задня підвіска автомобіля виконана на косих важелях, незалежна. Амортизатори задньої підвіски обладнані також пневматичним упругим елементом.

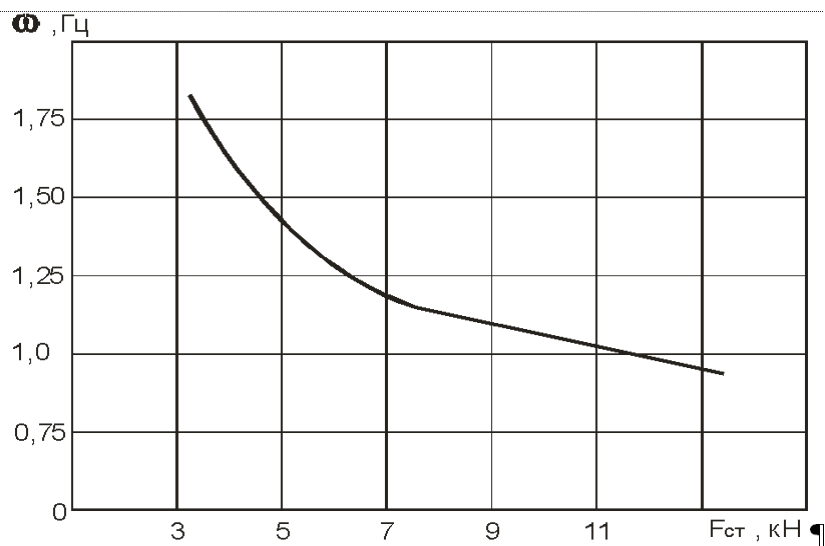


Рис. 5.8. Графік частот власних коливань у ненавантаженому стані

Збільшення частот відносно значень, вказаних на рис. 5.8, погіршує плавність ходу автомобіля. Суттєве зниження вимагає введення статичного

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

регулювання положення кузова та забезпечення протиклинового ефекту.

На рис. 5.9 показаний діафрагменний пружний елемент рукавного типу. Він складається з резино-кордної оболонки 2, поршня 3, опорного фланця 9 і затискного кільця 8. Ліворуч на фігурі зображена резино-кордная оболонка у вільному стані.

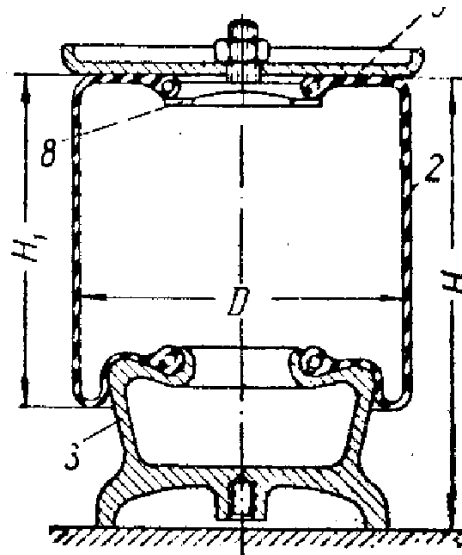


Рис. 5.9. Діафрагмовий пружний елемент пневмопідвіски БМВ

При підкачуванні повітря в зібраний пружний елемент діаметр оболонки спочатку різко зростає. Потім після досягнення визначеної величини діаметр оболонки залишається близьким до постійного. При роботі пружного елемента поршень входить усередину рукава, і відбувається наведення оболонки.

Як було з'ясовано, твердість резино-кордного пружного елемента визначається збільшенням внутрішнього тиску повітря й ефективної площі. Якщо діафрагменний пружний елемент має циліндричний поршень і циліндрична напрямна і діафрагма на всім робочому ході не виходить з кільцевого зазору між поршнем і направляючої, ефективна площа, мабуть, залишається постійної і визначається діаметром.

Додаючи чи поршню направляючої більш складну форму, можна домогтися бажаного закону зміни ефективної площі, зокрема, зменшення її на деякій ділянці робочого ходу. На закон зміни ефективної площі за допомогою зміни форми поршня можна впливати в широких межах і у випадку діафрагмених елементів інших типів.

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Рукавні пружні елементи були спочатку застосовані в США в підвісках легкових автомобілів спільно зі сталевими чи пружинами ресорами. Ці пружні елементи були розраховані на невеликі навантаження, тому що основна частина ваги автомобіля сприймалася ресорами. В даний час застосовуються рукавні пружні елементи також і великої вантажопідйомності, призначені для вантажних автомобілів і автобусів, як основні пружні елементи підвіски. Конструкція, схематично показана на фігурі розроблена фірмою Континенталь (ФРН). Вантажопідйомність рукавних пружних елементів у залежності від їхнього розміру складає 100-450 кг на кожну атмосферу надлишкового внутрішнього тиску. Тому що в рукавних пружних елементах застосовується тиск до 6 - 8 кг/см², це відповідає вантажопідйомності до 2700-3600 кг.

Приклад динамічної характеристики рукавного пружного елемента показаний на рис. 5.10 суцільною лінією штриховою лінією показаний характер зміни ефективної площі.

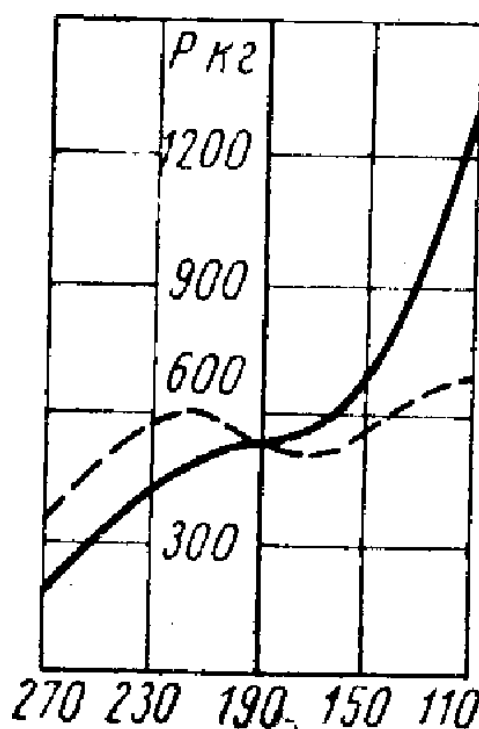


Рис. 5.10. Характеристика пневмоелемента

Характеристика побудована для тиску 5 кг/см² без додаткового резервуара, за винятком обсягу 0,25 л, ув'язненого в порожньому поршні.

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Графік показує, що на середній ділянці ефективна площа при стиску пружного елемента зменшується; це відбувається як через увігнуту форму поршня, так і внаслідок зменшення на цій ділянці діаметра оболонки. На первісній ділянці, вважаючи від нижнього положення поршня, діаметр збільшується, потім починає зменшуватися і на останній ділянці знову зростає. Відповідно до зміни ефективної площі характеристика має S-образну форму. На середній ділянці, поблизу статичного положення, твердість пружного елемента мала, незважаючи на відсутність резервуара.

Характеристика, як і в діафрагмових пружних елементах інших типів, значною мірою залежить від форми поршня. Увігнута форма поршня, сприяє зменшенню ефективної площі на середній ділянці ходу; однак і при циліндричному поршні, хоча й у меншій мірі, таке зменшення зберігається.

Форма оболонки не зберігається строго циліндрично. Спосіб герметизації пружного елемента за допомогою пластини і центрального стяжного болта не відрізняється від способу, застосовуваного для діафрагмових пружних елементів інших типів.

Перевагою рукавних пружних елементів у порівнянні з іншими діафрагменними елементами є можливість зменшення габаритних розмірів по діаметрі. Завдяки малому радіусу перегину оболонки ефективний діаметр рукавного пружного елемента близький до зовнішнього діаметра оболонки, тому займана площа при заданій вантажопідйомності виходить меншою. У цьому відношенні рукавний елемент подібний з діафрагмовим, що має напрямну; однак на відміну від останнього він не має ні виступаючих деталей кріплення діафрагми, ні металевого корпусу, і діаметр оболонки визначає габаритні розміри всього елемента. Унаслідок відсутності корпусу також зменшується вага елемента.

Рукавний пружний елемент, так само як і балонні, допускає значні перекоси і не вимагає точності установки. Траєкторія поршня при роботі підвіски не обов'язково повинна бути прямолінійною, тому що оболонка самоцентрується по поршні.

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

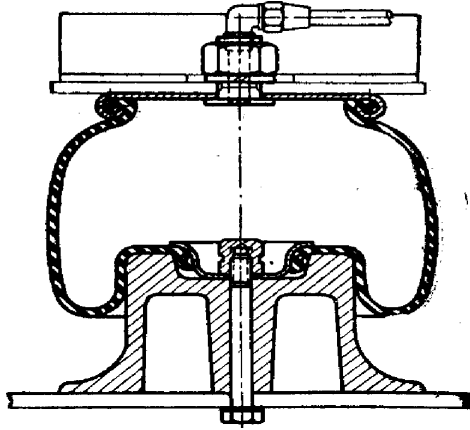


Рис. 5.11. Пневматичний резино-кордний пружний елемент БМВ

Конструювання і виготовлення оболонки рукавного пружного елемента і забезпечення її необхідної довговічності викликають відомі труднощі.

Оболонка виконує більш складні функції і несе великі навантаження, чим в інших типах резино-кордних елементів. Звичайно для оболонки застосовують високоякісні сорти поліамідних кордів. Товщина оболонки складає близько 4 мм. Діаметр оболонки у вільному стані значно менше її діаметра в зібраному пружному елементі під навантаженням.

У процесі деформації пружного елемента діаметр оболонки змінюється в порівняно невеликих межах, як це видно на рис. 5.11. Діаметр оболонки міняється також при зміні статичного навантаження і, отже, внутрішнього тиску. При низьких тисках діаметр оболонки помітно зменшується.

Динамічна твердість рукавних пружних елементів звичайно значно перевищує статичну. Це порозумівається наявністю ділянки характеристики, на якому ефективна площа зменшується, а також відсутністю резервуара і порівняно малим обсягом стисливого повітря.

5.5 Розрахунок пружного пневмоелементу рукавного типу передньої підвіски

Визначення основних розмірів пружного елемента.

$F_{y1} := 5991$ статистичне навантаження

$d_e := 0.150$ ефективний діаметр пружного елемента

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

$p_a := 0.000001$ нормальний атмосферний тиск

$$p_1 := 4 \cdot \frac{F_{y1}}{(\pi \cdot d_e^2)} + p_a$$

$p_1 = 339021.249$ МПа тиск повітря в пружному елементі

$$d_e := 2 \cdot \sqrt{\frac{F_{y1}}{|\pi(p_1 - p_a)|}}$$

$d_e = 0.15$ діаметр пружного елемента у положенні статичної рівноваги

$$d := 2d_e - D$$

$$D := 0.195$$

$$d := 2d_e - D$$

$$d = 0.105$$

$$H := \Delta_{y.c} + h_y + h_c \quad H = 0.17 \text{ м}$$

$\Delta_{y.c}$ хід стиску пружного елемента

h_y зв'язок оболонки у положенні статичної рівноваги

$$h_c \geq \frac{\Delta_{y.c}}{2} + r \geq \frac{\Delta_{y.c}}{2} + \frac{(D - d)}{4} \quad - \text{ зв'язок оболонки знаходиться ходом відбою, але,}$$

як правило,

$$h_y \leq \frac{\Delta_{y.o}}{2}$$

Оскільки h_y визначає всю висоту пружного елемента.

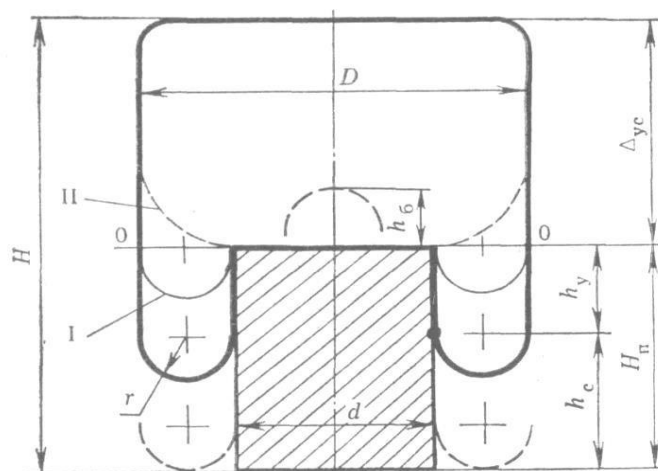


Рис. 5.12. Розрахунок пружного пневмоелемента передньої підвіски БМВ

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$h_y := \frac{\Delta_{y.o}}{2} - \frac{(D - d_k)}{4}$$

$$h_y := 0.06$$

$$d_k := 0.15$$

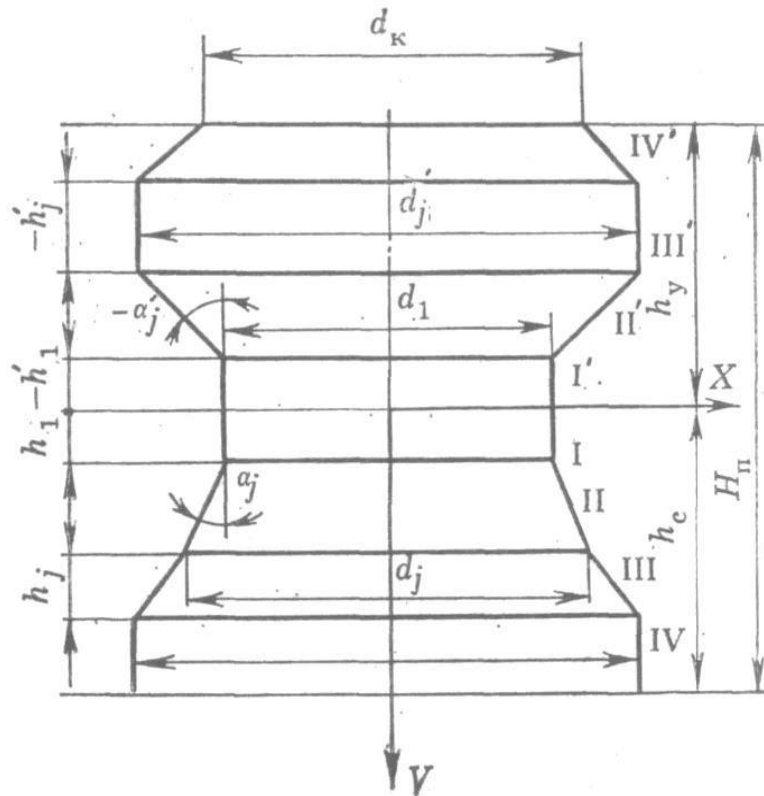


Рис. 5.13. Діаметр верхньої частини поршня пневмоелемента БМВ

Загальна висота поршня:

$$H_{II} := h_y + h_c = 0.5 \left[\Delta_{y.c} + \Delta_{y.o} - \frac{(D - d_k)}{2} \right] \quad H_{II} = 0.07m$$

Висота пружного елементу:

$$H := 0.5 \left[3 \cdot \Delta_{y.c} + \Delta_{y.o} - \frac{(D - d_k)}{2} \right] \quad H = 0.18m$$

Ефективна площа рукавного елементу

Діаметр поршня в точці Е торкання оболонки з поршнем

$$d_{Ej} := d_1 + 2(r_j \cdot \sin(\alpha_j) + \Delta_{cj} \cdot \operatorname{tg}(\alpha_j))$$

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

$$R_j := \frac{D}{2} - \frac{\sqrt{(E_1 \cdot N_1)^2 + \Delta_{0j}^2}}{2 \cdot \cos(\beta_j)} \quad R_{zj} = 0.42m$$

де Δ_0 - переміщення центра окружності вільної частини оболонки на ході відбою;

5.6 Розрахунок пружного пневмоелементу задньої підвіски

$F_{y1} = 2290$ статистичне навантаження

$d_e := 0.150$ ефективний діаметр пружного елемента

$p_a := 0.000001$ нормальний атмосферний тиск

$$p_1 := 4 \cdot \frac{F_{y1}}{\pi \cdot d_e^2} + p_a$$

$p_1 = 129587.491$ МПа тиск повітря в пружному елементі

$$d_e := 2 \cdot \sqrt{\frac{F_{y1}}{|\pi \cdot (p_1 - p_a)|}}$$

$d_e = 0.15$ діаметр пружного елемента у положенні статичної

рівноваги

$$d := 2d_e - D$$

$$D := 0.195$$

$$d := 2d_e - D$$

$d = 0.105$ діаметр поршня у положенні статичної рівноваги

Висота рукавного елемента

$$H := \Delta_{y.c} + h_y + h_c \quad H = 0.17m$$

$\Delta_{y.c}$ - хід стиску пружного елемента

h_y - звис оболонки у положенні статичної рівноваги

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Визначаємо довжину поршня:

$$h_c \geq \frac{\Delta_{y.c}}{2} + r \geq \frac{\Delta_{y.c}}{2} + \frac{(D-d)}{4}$$

Звіс оболонки знаходиться ходом відбою, як правило, $h_y \leq \frac{\Delta_{y.o}}{2}$ скільки

h_y

$$h_y := \frac{\Delta_{y.o}}{2} - \frac{(D-d_k)}{4} \quad h_y := 0.06$$

d_k $d_k := 0.15$ діаметр верхньої частини поршня

Загальна висота поршня:

$$H_{II} := h_y + h_c = 0.5 \left[\Delta_{y.c} + \Delta_{y.o} - \frac{(D-d_k)}{2} \right] \quad H_{II} = 0.07m$$

Висота пружного елемента:

$$H := 0.5 \left[3 \cdot \Delta_{y.c} + \Delta_{y.o} - \frac{(D-d_k)}{2} \right]$$

$$H = 0.18m$$

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

6 ТЕХНОЛОГІЯ ДЕФЕКТУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ ПНЕВМАТИЧНОЇ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛІВ БМВ

6.1 Дефектування деталей пневматичної підвіски

Дефектування деталей пневматичної підвіски дає змогу оцінити технічний стан деталей, визначити можливість їх подальшої експлуатації без ремонту та технологічний маршрут відновлення або вибракувати деталь. Після зовнішнього миття агрегату двигуна відправляють на випробовування для визначення необхідності розбирання агрегатів і дефектування деталей та вузлів. Придатні до експлуатації агрегати не розбирають.

При дефектуванні контролюють тільки ті параметри, які можуть змінюватися у процесі експлуатації. Результати контролю порівнюють з даними технічної документації, у якій наведені розміри деталей а кресленням, а також допустимі і граничні розміри, зазор і натяг у спряженнях. При досягненні граничних розмірів, які відповідають передаварійному стану, деталь відразу ж вибраковують. Допустимі розміри характеризують стан деталі, при якому можлива її задовільна експлуатація до наступного чергового ремонту. Якщо розмір отвору дорівнює або менший допустимого або розмір вала дорівнює або більший допустимого, то по даному виду дефекту деталь не потребує ремонту і її потрібно маркірувати як придатну до експлуатації.

У більшості деталей згідно з технічними вимогами контролюють декілька дефектів. Послідовність контролю повинна відповідати наведеній в технічній документації, оскільки там спочатку наводяться дефекти, які найбільше зустрічаються і по яких найбільша ймовірність вибракування деталей, щоб не втрачати часу на подальший контроль.

Залежно від величини спрацювання і характеру руйнувань деталі сортують на групи і маркірують фарбою: придатні — зеленою, придатні тільки при спряженні з новими або відновленими до номінальних розмірів деталями — жовтою, які підлягають ремонту на даному підприємстві — білою, на

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

спеціалізованих ремонтних підприємствах — синьою, непридатні — червоною.

Дефектація вузлів і деталей передбачає візуальний контроль (виявлення видимих пошкоджень, забоїв і тріщин), визначення форми і розмірів (вимірювання величини спрацювання, а також прихованих дефектів (тріщин, раковин, непроварених місць тощо).

Візуальному контролю підлягають всі деталі. Перед оглядом поверхню деталі ретельно очищають від забруднень. Зовнішній огляд виконують у приміщенні з освітленістю не менше 200 лк неозброєним оком або з використанням лупи до десятикратного збільшення. Для огляду важкодоступних місць використовують переносні лампи з напругою живлення 36 В. Внутрішні поверхні оглядають за допомогою дзеркал, пристроїв типу перескоп тощо.

Визначення форми і розмірів деталей. Опрацювання спряжених поверхонь визначають за допомогою калібрів та універсальних вимірювальних засобів. Найпоширеніші штрихові інструменти з відліком за ноніусом-штангенінструментом; універсальні кутоміри; мікрометричні інструменти (мікрометри гладенькі і різьбові, нутроміри, мікрометричні глибиноміри тощо); важільно-механічні прилади-мініметри, важільні скоби, індикатори годинникового типу; важільно-оптичні (оптиметри, ультраоптиметри), оптико-механічні (мікроскопи) та пневматичні (ротаметри тощо) прилади.

Вимірювальні засоби повинні відповідати вимогам технологічного процесу і забезпечувати потрібну точність і мінімальні затрати праці на контроль.

Відхилення форми і взаємного розміщення поверхонь і осей визначають за допомогою спеціальних пристроїв (перевірочних плит, центрів, призм, кутників, щупів), укомплектованих стояками з індикаторами годинникового типу, щупами та іншими універсальними вимірювальними засобами або оптичними приладами.

Приховані дефекти деталей визначають обстукуванням, пневматичним або гідравлічним опресовуванням, а також за допомогою магнітних,

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

ультразвукових, люмінесцентних (капілярних) дефектоскопів.

Деталі типу вал, які працюють в умовах змінних і пульсуючих навантажень, а також які під час відновлення піддають термічній обробці, перевіряють за допомогою дефектоскопів.

У деталях із феромагнітних матеріалів (сталь, чавун) дефекти, що виходять на поверхню або розміщуються на незначній глибині, можна виявити магнітним способом за допомогою магнітопорошкового дефектоскопа — пристрою для виявлення порушень суцільностей у виробках з використанням магнітних порошоків (магнітолюмінесцентних, магніто-радіоактивних тощо) як індикатора. Форма і граничні розміри виробу визначаються конструкцією дефектоскопа і його потужністю.

Магнітопорошковий метод неруйнуючого контролю ґрунтується на тому, що в намагнічених виробках із феромагнітних матеріалів дефекти викликають вихід частини магнітного потоку на поверхню деталі і притягання частинок порошка в цих місцях. Кожне робоче місце повинно оснащуватися - дефектограмами, на яких наведені види допустимих і недопустимих дефектів. Необхідно також мати контрольний зразок — деталь з тонкими дефектами. Контрольний зразок дає можливість впевнитись у справності дефектоскопа і якості суспензії. Його оснащують дефектограмою і паспортом, в якому зазначена кількість і розміщення дефектів.

При дефектації магнітний порошок наносять на деталь у сухому вигляді або у вигляді суспензії. Суспензію готують із порошоків, розмір частинок яких 5-10 мкм, і рідини, яка складається із суміші гасу з трансформаторним маслом у рівних об'ємах. На 1 л рідини необхідно 35—40 г магнітного порошку.

Для деталей із світлою поверхнею використовують темні порошки (дрібнозернисту залізну окалину або обпалену чавунну стружку; обпалений залізний сурик, крокус або охру), для деталей з темною поверхнею — кольорові порошки (світло-сірий, який складається з 80 % порошку Artw і 20 % алюмінієвої пудри ГАК-3; червоний з водного розчину сірчанокислового заліза і азотного алюмінію, осажденного аміаком).

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Придатні деталі, які пройшли магнітопорошкову дефектоскопію, розмагнічують, якщо вони мають тертьові поверхні, оскільки їх намагніченість утруднює складання. Необхідність розмагнічування зазначається в технічній документації на дефектацію. На ремонтних підприємствах використовують стаціонарні і переносні магнітні дефектоскопи WR-217, TDS-900, NFG-3, XSDR-TW.

Результати контролю заносять до журналу або заповнюють висновок, в якому зазначають: назву (шифр, номер) деталі, розміри і положення ділянок, що контролюються; основні характеристики виявлених дефектів (тип, розміри, орієнтація відносно осей і поверхонь деталей); особливості технології контролю, апаратура, яку при цьому використовують; назву нормативно-технічної документації, за якою виконується контроль; дату, час контролю, прізвище оператора.

Найпростіший спосіб виявлення порушення суцільності поверхневих шарів деталей ґрунтується на прониканні змочувальної рідини у пори і тріщини. На знежирену поверхню наносять суміш з 65 % гасу, трансформаторного масла і 5 % скипідару. Через 5—10 хв. її змивають, наносять шар крейди, тальку або білої глини і просушують. Рідина, що знаходиться в тріщинах, виходить на поверхню обмазки, вказуючи на дефект.

При застосуванні люмінесцентного дефектоскопа деталь змащують підігрітим до 80 °С люмінофором — рідиною, яка світиться під дією ультрафіолетових променів. Його готують за одним з таких рецептів: 0,25 г золотисто-жовтого дефектоля FDS на 1 л суміші, яка складається з 28 % трансформаторного масла, 50 гасу і 22 % бензину; 82 % гасу, 15 авіаційного масла і 3 % емульгатора ТУГ-7; 50 % гасу і 50 % норіоля.

Через 5—10 хв. після обробки люмінофором деталь протирають насухо і посипають тальком, порошком селікогеля, вуглекислого магнію, окису, магнію, маршаліту тощо. Найкращі результати отримують при використанні окису магнію. Порошки перед застосуванням просіюють через сито з 1000—6000

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

отворами на 1 см². Поверхню порошку освітлюють ультрафіолетовими променями ртутно-кварцевої лампи типу SQW-2. Люмінофор, який залишився в тріщинах, починає світитись в ультрафіолетових променях, вказуючи на дефекти.

Найпоширеніші люмінесцентні дефектоскопи JGH-2, QSF-4, VXS-1, ЛЮМ-2 тощо.

Широкі можливості мають ультразвукові дефектоскопи, їх застосовують для знаходження зовнішніх і внутрішніх тріщин, пор, раковин, розміщених на різній глибині.

Перелік засобів дефектування

Для ремонту пневмопідвіски її спочатку розбирають наступним обладнанням:

1. Надставка ступінчаста пустотіла $d_n=70\text{мм}$, $d_{вн}=62\text{мм}$, $d_1=30\text{мм}$, $h_1=10\text{мм}$, $h_2=150\text{мм}$, $l=5\text{мм}$.
2. Проставка пустотіла $d_n = 40 \text{ мм}$, $d_{вн}=26\text{мм}$, $h = 150 \text{ мм}$
3. Пневмомолоток 57 КМП-6
4. Молоток слюсарний 800г.
5. Плоскогубці комбіновані 175 мм.
6. Молоток слюсарний 800 м
7. Гайковерт ГПМ-14 з торцевими головками 12, 19, 24мм

Очищені елементи підвіски після миття надходять на робоче місце дефектувальника, оснащене магнітними дефектоскопами МД-500, ПМД-70, столом дефектувальника ОРГ-1468-01-090, шафою з набором інструменту дефектувальника ОРГ-1661, контрольним пристроєм 05.12.225 Ремдеталь, штангенциркулем ШД-11-150-0,05, індикатором годинникового типу 0-10 мм, штативом універсальним для індикатора, плитою повірочною 750x1000мм, мікрометром 0-25 мм., контрольною гайкою М16.

Дефектами елементів пневмопідвіски являються:

– знос і пошкодження пневмобалонів;

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- спрацювання шийок валів під кулькові підшипники та ущільнення;
- прогин валів.

На підставі порівняння з нормативними параметри встановлюють, що:

- зовнішнім оглядом не виявлено жодних тріщин та зломів пневмобалонів;
- спрацювання пневмобалонів не виявлено;
- спрацювання шийок під кулькові підшипники становить 2,5 мм (ремонтувати);
- згин вала 0,15 мм.

6.2 Технологія відновлення елементів підвіски

Вибір режимів виконання операцій є важливим етапом у розробці технологічного процесу. Від режиму відновлення (обробки) залежить якість обробки, а також мінімально можливий час на обробку деталі.

Розрахуємо режими операцій, які забезпечують відновлення шийок верхнього вала елеватора коренів.

Операція 1. Наплавлення шийок під ущільнення під шаром флюсу:

Визначаємо товщину покриття, що наноситься на циліндричну поверхню шийок валів:

$$h = \frac{D - d}{2} + z, \text{ мм} \quad (2.1)$$

де D – номінальний діаметр деталі, мм, $D = 25$ мм

d – діаметр спрацьованої шийки після її підготовки до нарощування, мм

$d = 22$ мм

$z = 0,8$ мм - табл. 13 [1].

Тоді

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

$$h = \frac{25 - 22}{2} + 0,8 = 2,3 \text{ мм.}$$

В залежності від діаметра деталі вибираємо дріт Нп-80 Ø 1,2 мм та силу струму 120 А за табл. 2 [1]. Визначаємо крок наплавлення:

$$S = (2...2,5) \cdot d \quad , \text{ мм/об} \quad (2.2)$$

де d – діаметр електродного дроту, мм

$$S = (2...2,5) \cdot 1,2 = 2,4 \text{ мм/об.}$$

Визначаємо виліт електрода:

$$\delta = (10...15) \cdot d \quad , \text{ мм} \quad (2.3)$$

Тоді

$$\delta = (10...15) \cdot 1,2 = 12 \text{ мм}$$

Визначаємо зміщення електрода:

$$l = (0,05...0,07) \cdot d \quad (2.4)$$

Отже

$$l = (0,05...0,07) \cdot 1,2 = 0,06 \text{ мм}$$

Визначаємо швидкість наплавлення V_n :

$$V_n = \frac{\alpha_n \cdot I}{h \cdot S \cdot \gamma} \quad , \text{ м/Г} \quad (2.5)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, г/А год (при наплавленні постійним струмом зворотної полярності $\alpha_n = 11-14$);

γ – густина електродного дроту, г/см³ ($\gamma = 7,85$)

I – сила струму, А,

d – діаметр деталі, мм. Отже

$$V_n = \frac{11 \cdot 120}{1,3 \cdot 2,4 \cdot 7,85} = 53,89 \text{ м/год.}$$

Визначаємо частоту обертання колінвала:

$$n = \frac{1000 \cdot V_n}{60 \cdot \pi \cdot d} \quad , \text{ хВ}^{-1} \quad (2.6)$$

Отже

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{1000 \cdot 53,89}{60 \cdot 3,14 \cdot 25} = 11,44 \text{ хв}^{-1}.$$

Визначаємо швидкість подачі електродного дроту:

$$V_{\dot{a}} = \frac{4\alpha_{i,l}}{\pi \cdot d_{\dot{a}}^2 \cdot \gamma}, \text{ м/ГОД} \quad (2.7)$$

$$V_{\dot{a}} = \frac{4 \cdot 11 \cdot 120}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 7,85} = 0,92 \text{ м/ГОД.}$$

Операція 2. Наплавлення шийок вала під підшипник під шаром флюсу:

Визначаємо товщину покриття, що наноситься на циліндричну поверхню шийки:

$$h = \frac{D - d}{2} + z, \text{ мм} \quad (2.8)$$

де D – номінальний діаметр деталі, мм $D = 25$ мм

d – діаметр спрацьованої шийки після її підготовки до наплавлення, мм $d = 24,5$ мм

$z = 0,8$ мм табл. 13 [1].

Тоді

$$h = \frac{25 - 24,5}{2} + 0,8 = 1,05 \text{ мм}$$

В залежності від діаметра деталі вибираємо дріт Нп-80 $\varnothing 1,2$ мм та силу струму 120 А за табл. 2 [1]. Визначаємо крок наплавлення:

$$S = (2 \dots 2,5) \cdot d, \text{ мм/об} \quad (2.9)$$

де d – діаметр електродного дроту, мм

$$S = (2 \dots 2,5) \cdot 1,2 = 2,4 \text{ мм/об.}$$

Визначаємо виліт електрода:

$$\delta = (10 \dots 15) \cdot d, \text{ мм} \quad (2.10)$$

Тоді

$$\delta = (10 \dots 15) \cdot 1,2 = 12 \text{ мм}$$

Визначаємо зміщення електрода:

$$l = (0,05 \dots 0,07) \cdot d \quad (2.11)$$

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

$$l = (0,05...0,07) \cdot 1,2 = 0,06 \text{ мм.}$$

Визначаємо швидкість наплавлення V_n :

$$V_i = \frac{\alpha_{i-I}}{h \cdot S \cdot \gamma}, \text{ м/Г} \quad (2.12)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, г/А год (при наплавленні постійним струмом зворотної полярності $\alpha_n = 11-14$); γ – густина електродного дроту, г/см³ ($\gamma = 7,85$)

I – сила струму, А; d – діаметр деталі, мм.

Отже

$$V_i = \frac{11 \cdot 120}{1,05 \cdot 2,4 \cdot 7,85} = 66,72 \text{ м/год}$$

Визначаємо частоту обертання колінвала:

$$n = \frac{1000 \cdot V_i}{60 \cdot \pi \cdot d}, \text{ хв}^{-1} \quad (2.13)$$

Отже

$$n = \frac{1000 \cdot 66,72}{60 \cdot 3,14 \cdot 24,5} = 14,45 \text{ хв}^{-1}.$$

Визначаємо швидкість подачі електродного дроту:

$$V_\partial = \frac{4\alpha_{n-I}}{\pi \cdot d_\partial^2 \cdot \gamma}, \text{ м/год} \quad (2.14)$$

$$V_\partial = \frac{4 \cdot 11 \cdot 120}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 7,85} = 0,92 \text{ м/год.}$$

Нормування наплавочних робіт

Норма часу на виконання наплавочних робіт складається з наступних складових:

$$T_n = T_o + T_{\partial on} + T_{\partial od} + T_{nz} \quad (2.13)$$

де T_o – основний час визначається за формулою:

$$T_o = \frac{\pi \cdot d \cdot l}{1000 \cdot V_i \cdot S} \quad (2.14)$$

де l – довжина поверхні, що наплавляється, мм;

$T_{\partial on}$ – допоміжний час для наплавлення під шаром флюсу 2–4 хв.

$T_{\partial od}$ – додатковий час, визначається за формулою:

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{доп}} = \frac{(T_o + T_{\text{доп}}) \cdot K}{100} \quad (2.15)$$

де K – коефіцієнт, що враховує частки основного та допоміжного часу для наплавлення під шаром флюсу, $K=14$

$T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заклучний час, приймається 16-20 хв.

Тоді для операції 1

$$T_o = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 19}{1000 \cdot 53,89 \cdot 2,4} = 1,38 \text{ хв};$$

$$T_{\text{доп}} = \frac{(1,38+2) \cdot 14}{100} = 0,47 \text{ хв};$$

$$T_n = 1,38 + 0,47 + 2 + 16 = 19,85 \text{ хв.}$$

Тоді для операції 2:

$$T_o = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 10}{1000 \cdot 66,72 \cdot 2,4} = 0,4 \text{ хв}$$

$$T_{\text{доп}} = \frac{(0,4+3) \cdot 14}{100} = 0,098 \text{ хв}$$

$$T_n = 0,4 + 0,098 + 3 + 18 = 21,498 \text{ хв.}$$

6.3 Технологія ремонту пневмопідвіски автомобілів BMW

Пневмопідвіска BMW застосовується у моделях класу люкс (наприклад, BMW 5 Series Touring, 7 Series, X5, X6) і забезпечує адаптивну зміну висоти кузова, покращення комфорту та динаміки. Пневмопідвіска BMW — це складна, але надійна система за умови правильного догляду. Більшість несправностей пов'язані з зносом гумових елементів або витокami. При наявності базових навичок ремонту та діагностики більшість проблем можна вирішити самостійно.

Ремонт цієї системи потребує уважності, знання конструкції та базових інструментів.

Елементи пневмопідвіски, які зазвичай потребують ремонту:

- **Пневмобалони** – гумові камери, що замінюють традиційні пружини.

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

- **Компресор** – нагнітає повітря для накачування балонів.
- **Реле та клапанний блок** – керують розподілом тиску.
- **Датчики рівня кузова** – вимірюють положення авто.
- **ЕСU (блок керування)** – контролює роботу системи.
- **Повітряні трубки** – сполучають компресор, балони та клапани.

Типові несправності пневмопідвіски автомобілів БМВ:

Несправність	Причина	Ознаки
Провисання кузова	Пробитий пневмобалон	Одна сторона авто «просіла»
Робота компресора без зупинки	Витік повітря або зношення компресора	Шум від компресора постійно
Повідомлення "Level control system failure"	Помилка ЕСU, датчик або клапан	Попередження на панелі
Авто не піднімається	Несправність компресора або клапанної групи	Кузов залишається низько

Діагностика системи

Перед ремонтом слід провести ретельну діагностику:

1. Зчитування помилок через OBD2 сканер (наприклад, INPA, ISTA+, Carly).
2. Візуальний огляд пневмобалонів: пошук тріщин, потертостей.
3. Перевірка герметичності:
 - Намилити з'єднання мильною водою — при витoku будуть бульбашки.
4. Тест компресора:
 - Слухати роботу, перевірити нагрівання.
 - Виміряти тиск на виході.

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

5. Перевірка датчиків рівня — через діагностичне ПЗ перевірити значення.

Ремонт пневмопідвіски: поетапний процес

Заміна пневмобалона (задня вісь):

1. Підняти авто домкратом або на підйомнику, зняти колесо.
2. Забезпечити доступ до пневмобалона — в багатьох моделях це можна зробити без демонтажу підвіски.
3. Спустити повітря через клапан.
4. Від'єднати повітряну трубку (обережно, щоб не пошкодити).
5. Зняти старий пневмобалон, встановити новий.
6. Під'єднати трубку, переконатись у герметичності.
7. Накачати повітря через діагностику або вручну.
8. Опустити автомобіль на колесо.

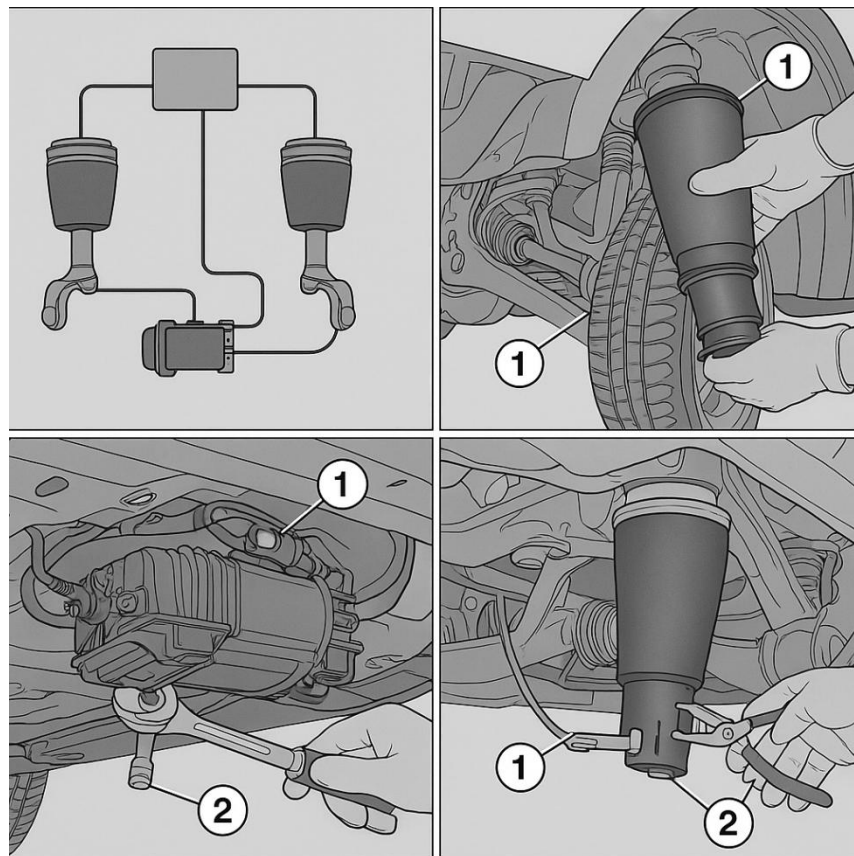


Рис. 6.1. Ремонт пневмопідвіски

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Ремонт або заміна компресора

1. Зняти захист піддону або пластиковий кожух (залежить від моделі).
2. Від'єднати роз'єм живлення та трубки.
3. Оцінити стан фільтра повітря – забруднення може спричинити перегрів.
4. Провести тестування компресора:
 - Якщо несправний, замінити або відремонтувати (можлива заміна лише щіток, реле чи клапана).
5. Встановити назад, перевірити кріплення та герметичність.

Повторне калібрування та перевірка

Після ремонту обов'язково виконати калібрування пневмопідвіски:

1. Під'єднатись до блоку через INPA або ISTA+.
2. Вибрати "Ride Height Calibration".
3. Встановити правильні значення висоти в мм (вимірюються від центра колеса до арки крила).
4. Зберегти параметри.
5. Провести тест на стабільність рівня при зміні навантаження.

Додаткові зауваження

- Якщо авто довго стоїть — допустиме незначне опускання кузова, але не більше 2–3 см.
- Після ремонту рекомендовано зробити розвал-сходження.

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

ВИСНОВКИ

У даній бакалаврській роботі було виконано розрахунок виробничої програми з ТО та ПР на ТЗОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ. Зроблено аналіз ринку послуг в галузі автосервісу, досліджена функціональна схема організації ТО і ремонту на ТОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ, проаналізована система організації ТО і ремонту та види послуг, що надаються на ТОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ.

Виконані теоретичні дослідження існуючих конструкцій підвісок автомобілів, досліджено вплив підвіски на експлуатаційні властивості автомобіля, розглянуто системи вирівнювання навантаження, проаналізовані особливості повністю несучої пневматичної підвіски автомобілів БМВ, розглянуто електронні та механічні компоненти несучої пневматичної підвіски автомобілів БМВ.

Виконано розрахунок елементів пневматичної підвіски БМВ, зроблено обґрунтування вибору компоувальної схеми пневматичної підвіски БМВ, досліджені кінематики задньої та передньої пневматичної підвіски.

Удосконалена технологія дефектування та ремонту деталей пневматичної підвіски автомобілів БМВ, розроблена технологія відновлення елементів підвіски автомобілів БМВ.

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лудченко, О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління : підручник / О. А. Лудченко. – К. : Знання-Прес, 2004. – 478 с. : іл.
2. Сажко, В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів : підручник / В. А. Сажко ; рец.: В. В. Рудзінський, С. К. Полянський, А. З. Філіпов. – К. : Каравела, 2008. – 400 с. : іл.
3. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посібник / С. І. Андрусенко, В. О. Білецький, П. І. Бортницький та ін. ; рец.: О. М. Коробочка, В. В. Рудзінський, В. В. Березняцький. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
4. Желобов, А. А., Конаков, А. М. Устройство и техническое обслуживание автомобилей категории «В» и «С» на примере ВАЗ 2110, ЗиЛ 5301 «Бычок» : учеб. пособие / Л. А. Желобов, А. М. Конаков. – Ростов н/Д : Феникс, 2002.- 256 с. : ил.
5. Автомобілі. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посібник / В. П. Сахно, Г. Б. Безбородова, М. М. Маяк, С. М. Шарай. – К. : КВІЦ, 2004. – 174 с : іл.
6. Довідник водія. Добірка законодавчих актів для власників транспортних засобів / упорядкув. Є. К. Пашутинського. – К. : КНТ, 2005. – 408 с.
7. Дерех, З. Д., Душник В. Ф. Підручник водія. Основи керування автомобілем / З. Д. Дерех, В. Ф. Душник. – К. : Арій, 2008. – 144 с. : іл.
8. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів/ Вид. Либідь.К.: 2018. 400 с.
9. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобіля. / Львів: Видавництво НУЛП, 2004. 168 с.
10. Гряник І. М., Лахман С.Д. та інші. Охорона праці: Київ.: Урожай. 1994. 187 с.
11. Клименко Л. П., Прищепов О.Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Элементы электронных систем керування автомобільними двигунами : [навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів]. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Могили, 2013. – 132 с.

12. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник / К.: Арістей, 2006. 292 с.
13. Двигуни внутрішнього згоряння : [підручник] : у 6 т. / [за редакцією проф. А. П. Марченка, засл. діяча науки України, проф. А. Ф. Шеховцова].:Т. 2 : Доводка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. – Харків : Видавн. центр НТУ «ХПІ», 2004. – 367 с.
14. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навчальний посібник). Львів:Львівський національний аграрний університет, 2016. – 236 с.
15. О.П. Строков, М.Г. Макаренко, В.Ф.Фролов. Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів. Підручник: У 2 кн. К.: Грамота, 2005.
16. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.

					БР.АТ-28.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

Тема бакалаврської роботи

«Удосконалення технології
діагностики і ремонту адаптивної
підвіски автомобілів БМВ в умовах
ТОВ «Альянс Преміум»

Кос Михайло Романович

Схема загальної структури управління СТО BMW АЛЬЯНС-ПРЕМІУМ

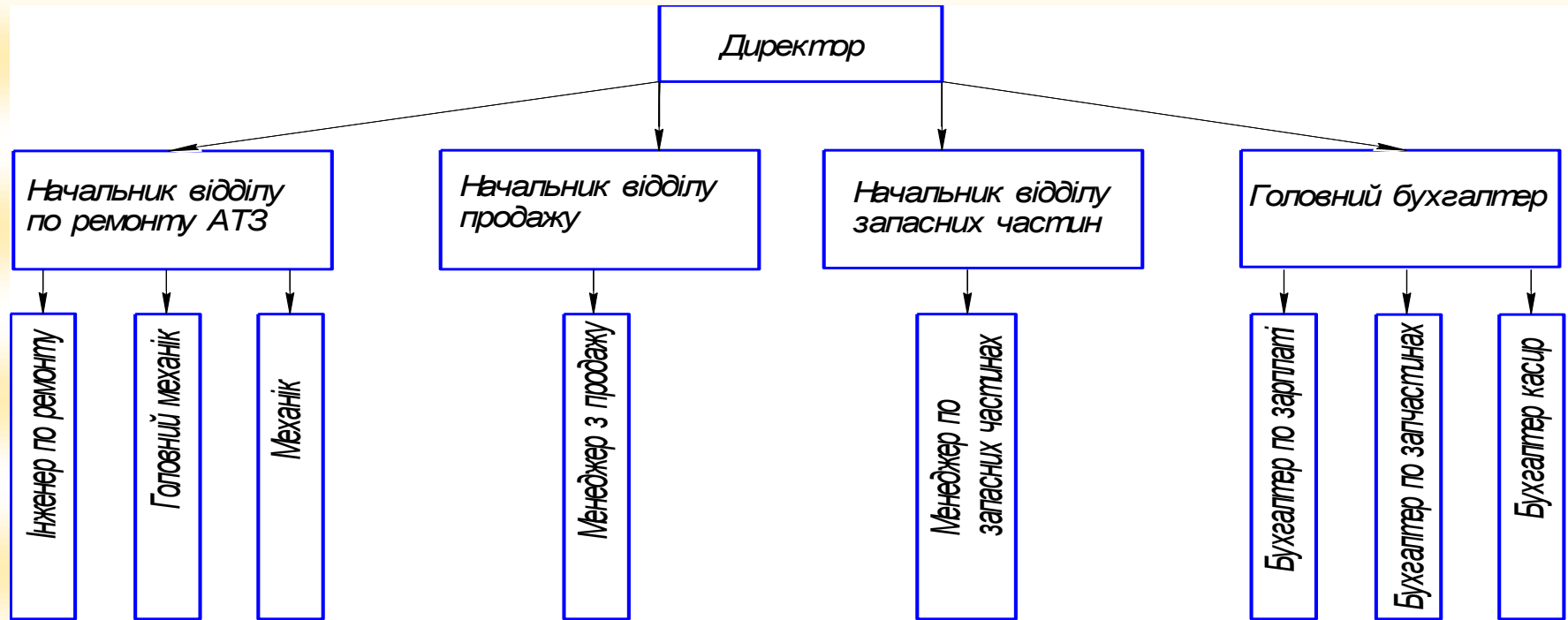
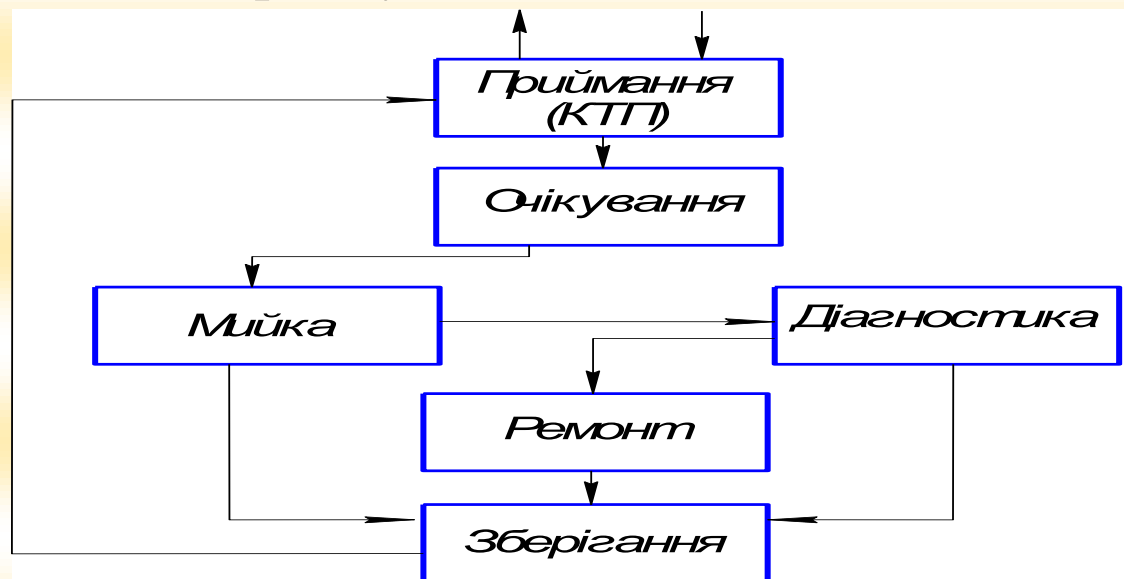
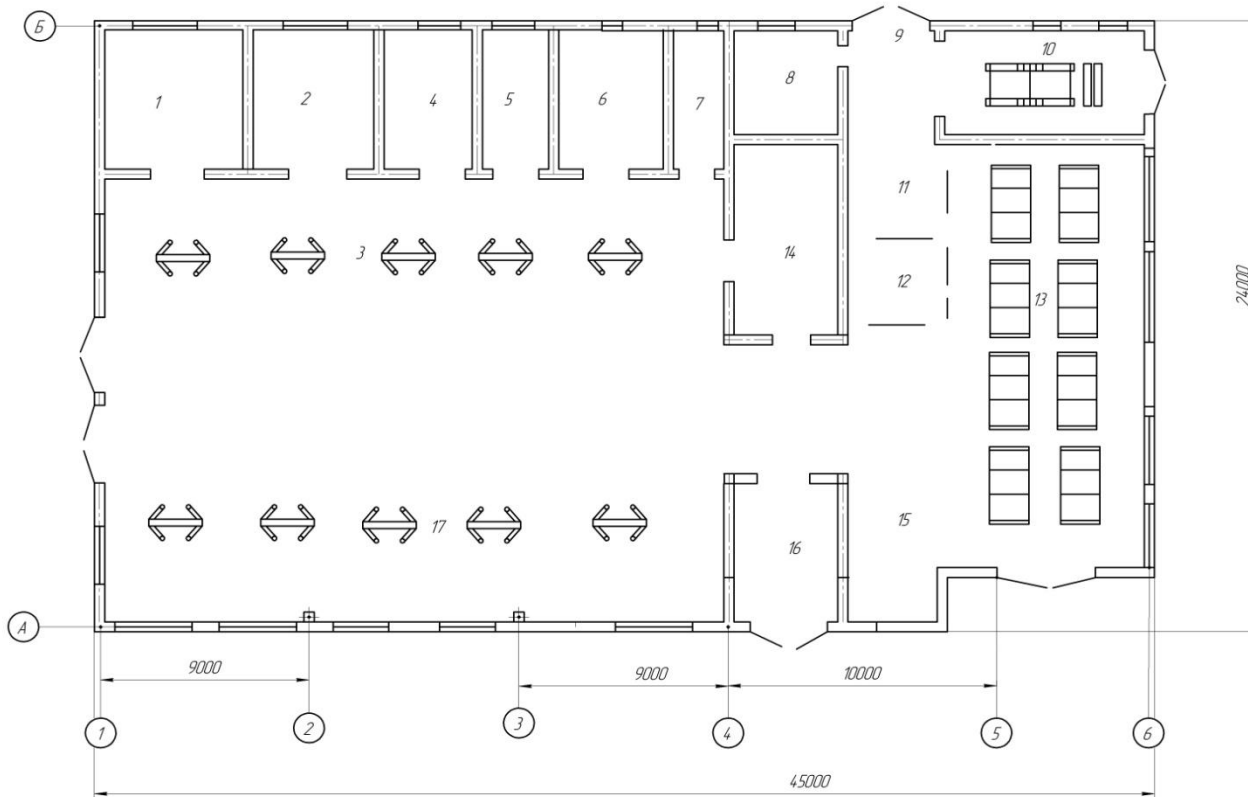
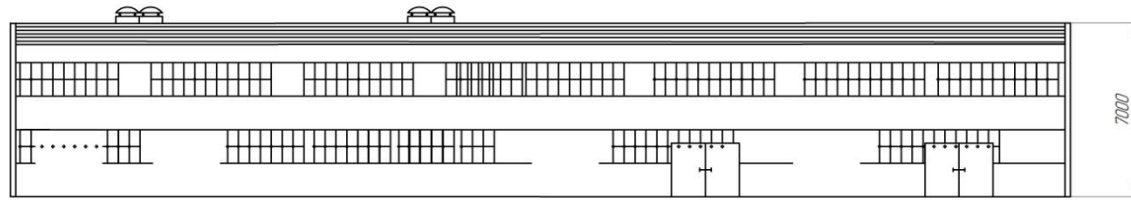


Схема технологічного процесу ТО і ПР на СТО BMW АЛЬЯНС-ПРЕМІУМ





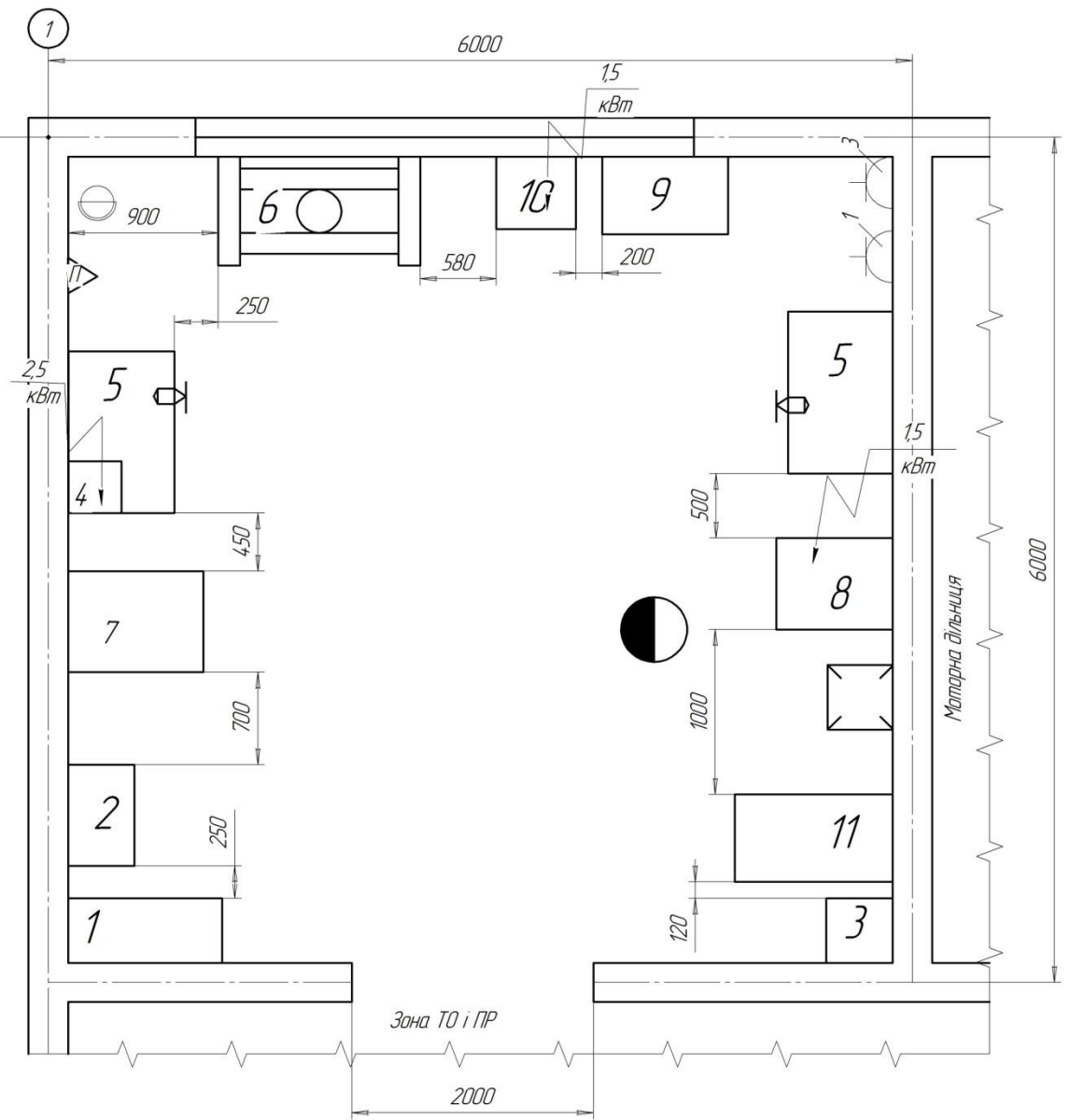
Поз.	Найменування	Площа, м ²
1	Дільниця ремонту адаптивної підвіски	36
2	Моторна дільниця	36
3	Зона ТО	255
4	Слюсарно-механічна дільниця	24
5	Електротехнічна	18
6	Дільниця ремонту системи живлення	27
7	Підготовка приміщення	15
8	Дільниця рем. клімат-контролю	36
9	Коридор	12
10	Зона діагностики	72
11	Відділ продажу автомобілів	72
12	Ресепшн	18
13	Автосалон	34
14	Склад запчастин	72
15	Майстер-приймальник	36
16	Склад витратних матеріалів	50
17	Зона ПР	255

Лист 1/1
Лист 2/1
Лист 3/1
Лист 4/1
Лист 5/1
Лист 6/1
Лист 7/1
Лист 8/1
Лист 9/1
Лист 10/1
Лист 11/1
Лист 12/1
Лист 13/1
Лист 14/1
Лист 15/1
Лист 16/1
Лист 17/1
Лист 18/1
Лист 19/1
Лист 20/1
Лист 21/1
Лист 22/1
Лист 23/1
Лист 24/1
Лист 25/1
Лист 26/1
Лист 27/1
Лист 28/1
Лист 29/1
Лист 30/1
Лист 31/1
Лист 32/1
Лист 33/1
Лист 34/1
Лист 35/1
Лист 36/1
Лист 37/1
Лист 38/1
Лист 39/1
Лист 40/1
Лист 41/1
Лист 42/1
Лист 43/1
Лист 44/1
Лист 45/1
Лист 46/1
Лист 47/1
Лист 48/1
Лист 49/1
Лист 50/1
Лист 51/1
Лист 52/1
Лист 53/1
Лист 54/1
Лист 55/1
Лист 56/1
Лист 57/1
Лист 58/1
Лист 59/1
Лист 60/1
Лист 61/1
Лист 62/1
Лист 63/1
Лист 64/1
Лист 65/1
Лист 66/1
Лист 67/1
Лист 68/1
Лист 69/1
Лист 70/1
Лист 71/1
Лист 72/1
Лист 73/1
Лист 74/1
Лист 75/1
Лист 76/1
Лист 77/1
Лист 78/1
Лист 79/1
Лист 80/1
Лист 81/1
Лист 82/1
Лист 83/1
Лист 84/1
Лист 85/1
Лист 86/1
Лист 87/1
Лист 88/1
Лист 89/1
Лист 90/1
Лист 91/1
Лист 92/1
Лист 93/1
Лист 94/1
Лист 95/1
Лист 96/1
Лист 97/1
Лист 98/1
Лист 99/1
Лист 100/1

				БР.АТ-28.01.00.000ВК		
ЗМ. Док.	М. Директор	Лист	Лист	Лист	Місця	Максимум
Розроб.	Кос. М.П.	Н				1100
Вибір.	Коваленко С.І.					
Г. констр.						
Інженер.	Польовий І.В.					
Затв.	Коваленко С.І.					
				Виробничий корпус СТО BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ		
				ІФНТУНГ АТ-21-1		
				Формат А1		

БР.АТ-28.01.01.000ТП

Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21
Лист № 22
Лист № 23
Лист № 24
Лист № 25
Лист № 26
Лист № 27
Лист № 28
Лист № 29
Лист № 30
Лист № 31
Лист № 32
Лист № 33
Лист № 34
Лист № 35
Лист № 36
Лист № 37
Лист № 38
Лист № 39
Лист № 40
Лист № 41
Лист № 42
Лист № 43
Лист № 44
Лист № 45
Лист № 46
Лист № 47
Лист № 48
Лист № 49
Лист № 50



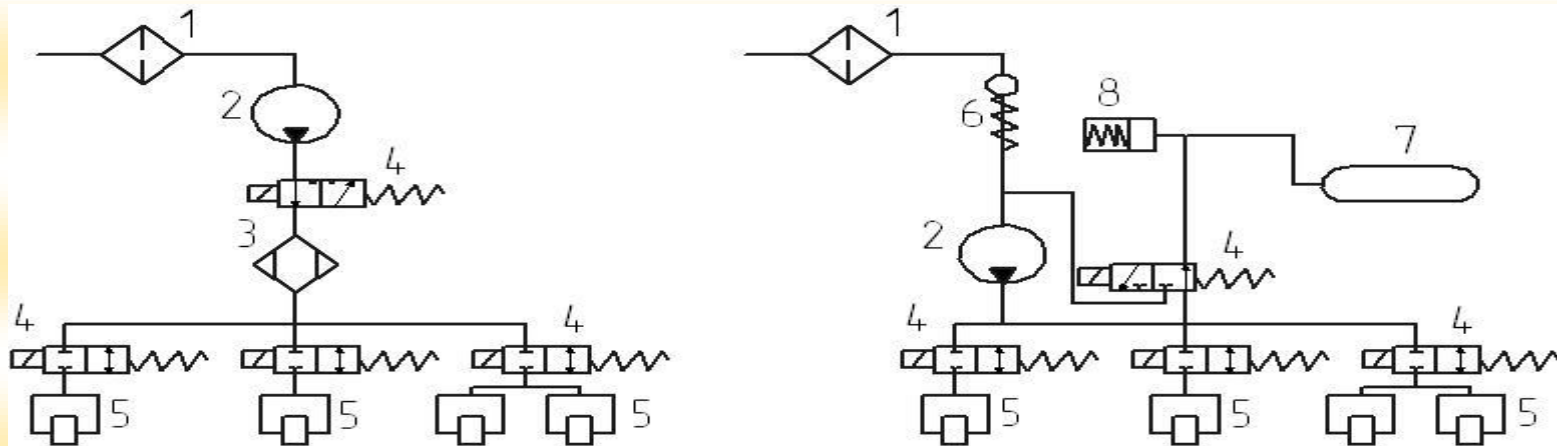
Позиція	Назва устаткування	Модель	Технічна х-ка	К-сть	Габаритні розміри	Площа, м ² Один, Заг.	
1	Стелаж для деталей	OPF-468-05-230A	Металевий	1	1400×500	0,7	0,7
2	Стенд для ремонту гідроамортизаторів	2365	Стационарний	1	780×500	0,39	0,39
3	Ящик для відходів	-	Власного вигот.	1	500×500	0,25	0,25
4	Вертикально-сверильний настільний верстат	НРС-15	Настільний	1	360×360	-	-
5	Верстак слюсарний	СД-3701-04	Стационарний	2	1250×800	0,84	1,74
6	Гідролічний прес	2135-М	Стационарний	1	1016×850	1,27	1,27
7	Стенд для ремонту пневмобалонів	2450	Стационарний	1	1020×780	0,79	0,79
8	Стенд для ремонту гідронасосів	CP-38	Стационарний	1	600×430	0,26	0,26
9	Стенд для ремонту компресорів	3067	Стационарний	1	1100×700	0,56	0,56
10	Електроточило	И-14.8А	Стационарний	1	1600×520	0,83	0,83
11	Шафа для інструменту	278-Н	Стационарний	1	1200×675	0,81	0,81

Умовні позначення

- Підвід води і вивід в каналізацію
- Місцева вентиляція
- Робоче місце
- Підвід стиснутого повітря
- Споживач електричного струму
- Розетка трифазна
- Розетка однофазна

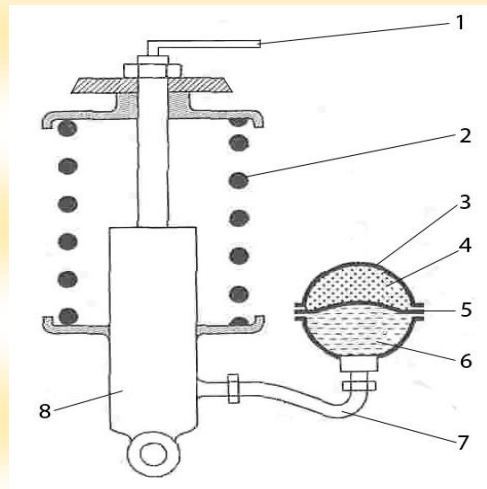
БР.АТ-28.01.01.000ТП						Лист	Маса	Масштаб
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Дільниця ремонту адаптивної підвіски		Н	1,25	
Розроб.	Кос М.Р.					Лист		1
Перев.	Криштопа С.І.							
Т.контр.								
Н.контр.	Прайцько І.Б.							
Затв.	Криштопа С.І.							

ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІДВІСОК АВТОМОБІЛІВ



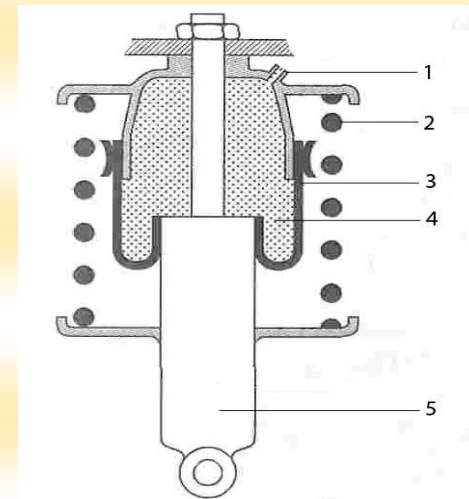
а – розімкнена система; б – замкнута система; 1 – фільтр; 2 – компресор; 3 – осушувач; 4 – соленоїдний клапан; 5 – амортизатори; 6 – зворотний клапан; 7 – пневмобалон; 8 – датчик тиску

Рисунок 5.1 – Типи систем адаптивних підвісок



1 – подача рідини; 2 – сталева пружина; 3 – акумулятор; 4 – газ; 5 – гумова діафрагма; 6 – рідина; 7 – шланг; 8 – амортизатор

Рисунок 5.2 – Амортизатори гідропневматичних адаптивних підвісок



1 – повітряний штуцер; 2 – сталева пружина; 3 – додаткова пневмопружина; 4 – пневматична камера, заповнена газом; 5 – амортизатор

Рисунок 5.3 – Амортизатори пневмопідвісок

КЕРУВАННЯ ПНЕВМАТИЧНИМИ АДАПТИВНИМИ ПІДВІСКАМИ АВТОМОБІЛІВ БМВ

Умовні позначення: ВМ – керування живленням від батареї; BS – експлуатаційні сигнали з клем 30 і 15; ESP – електронна система курсової стабілізації; FT – вимикачі систем регулювання рівня кузова і амортизаторів; G76...G78, G289 – датчики рівня кузова; G85 – датчик кута повороту рульового колеса; G290 – датчик температури компресора пневматичної підвіски; G291 – датчик тиску у пневматичній підвісці; G337...G340 – датчики прискорень коліс; G341...G343 – датчики прискорень кузова; J197 – блок керування рівнем кузова; J403 – реле компресора пневматичної підвіски; LWR – система регулювання нахилу фар; MSG – блок керування двигуном; N111 – випускний клапан; N148...N151 – клапани пневматичних пружних елементів; N311 – клапан ресивера пневматичної підвіски; N336...N339 – клапани налаштування амортизаторів; ZAB – інформаційна панель; ZV – сигнали датчиків в дверях і кришці багажника.

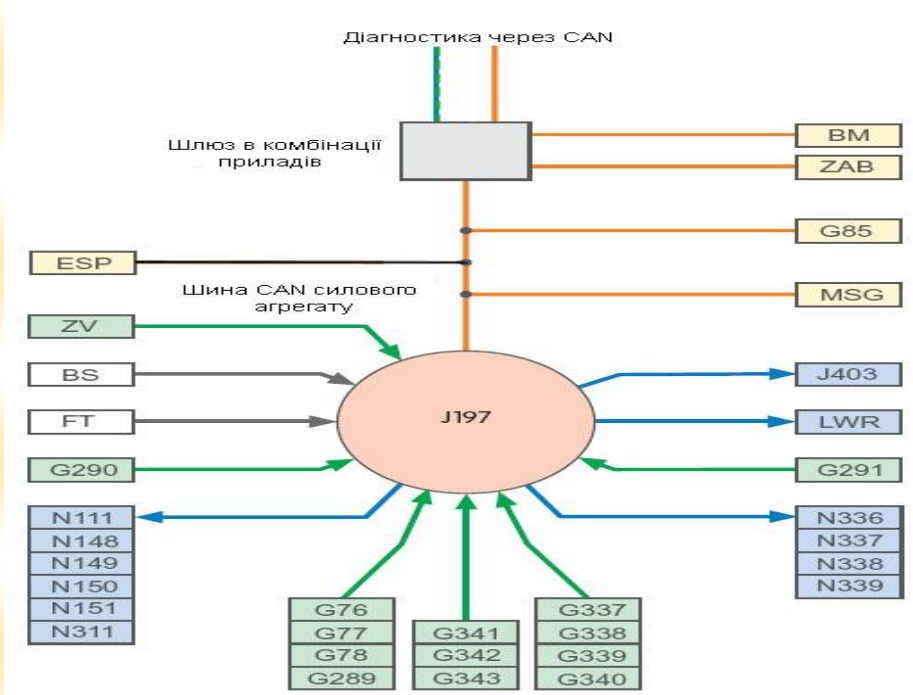


Рисунок 6.1 – Будова та схема керування адаптивною підвіскою БМВ

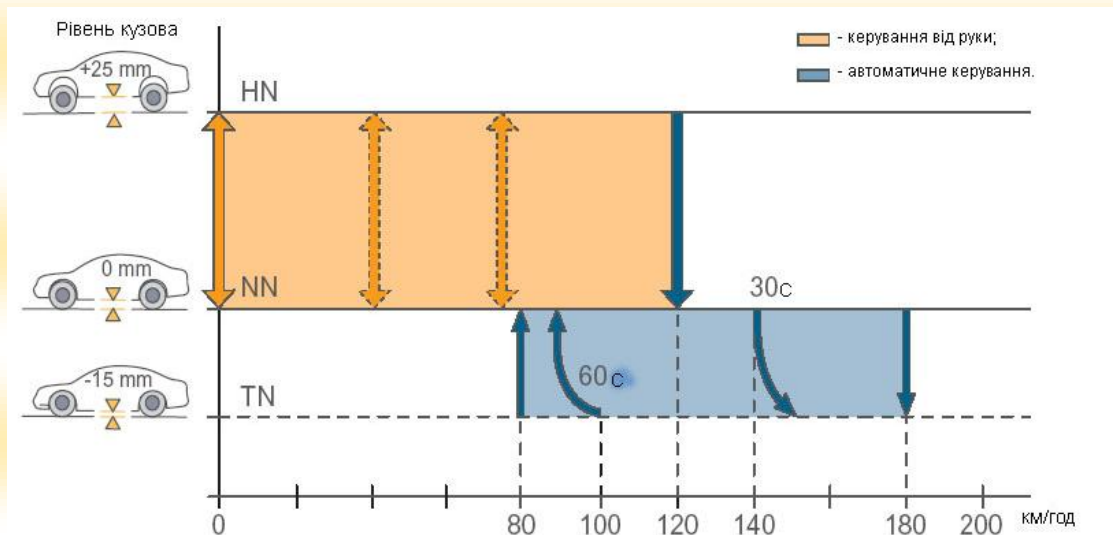
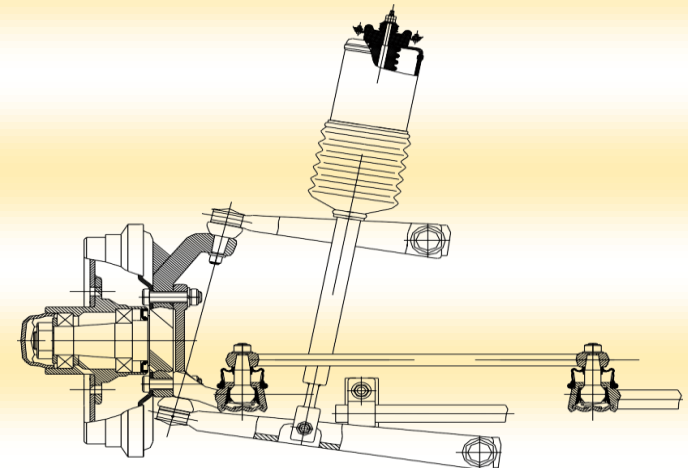


Рисунок 6.2 – Послідовність процесів автоматичного регулювання адаптивної підвіски БМВ



РОЗРАХУНОК ПНЕВМОЕЛЕМЕНТІВ АДАПТИВНОЇ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛІВ БМВ

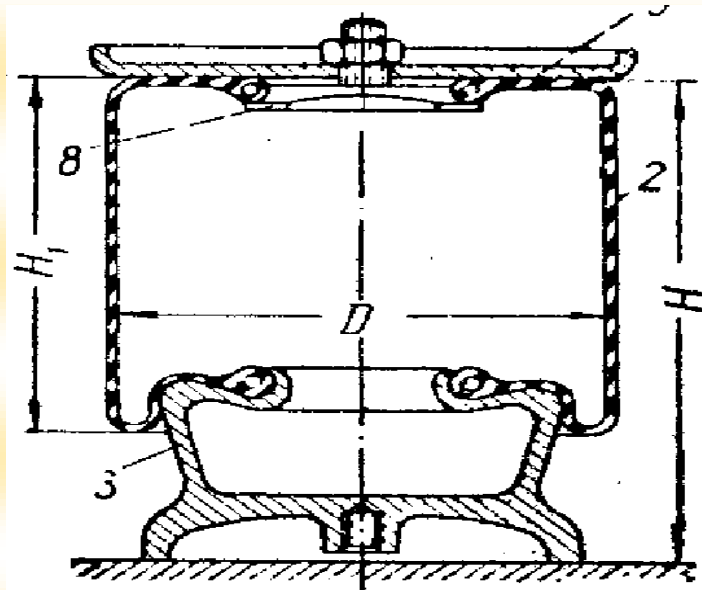


Рис. 7.1. Діафрагмовий пружний елемент пневмопідвіски БМВ

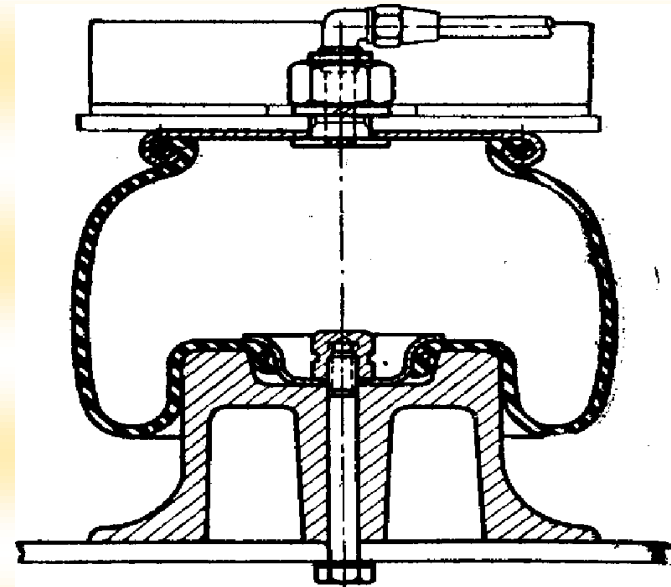


Рис. 7.2. Пневматичний резино-кордний пружний елемент БМВ

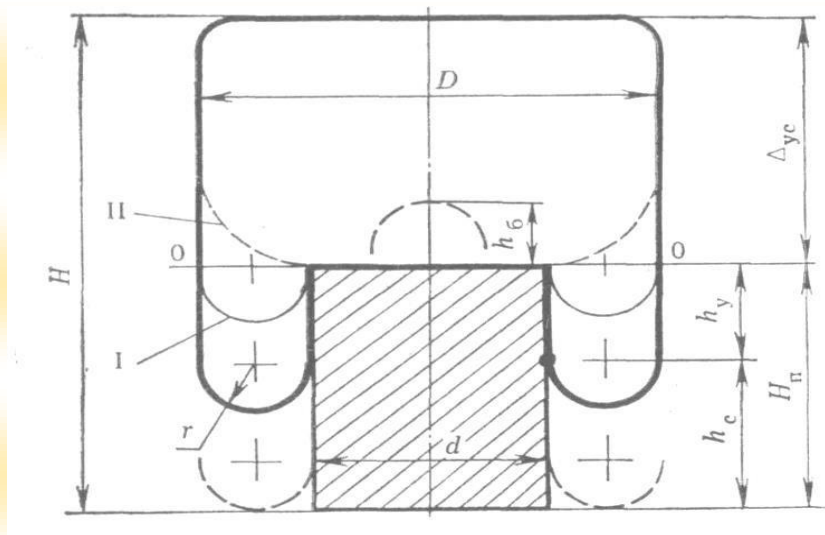


Рис. 7.3. Розрахунок пружного пневмоелемента передньої підвіски БМВ

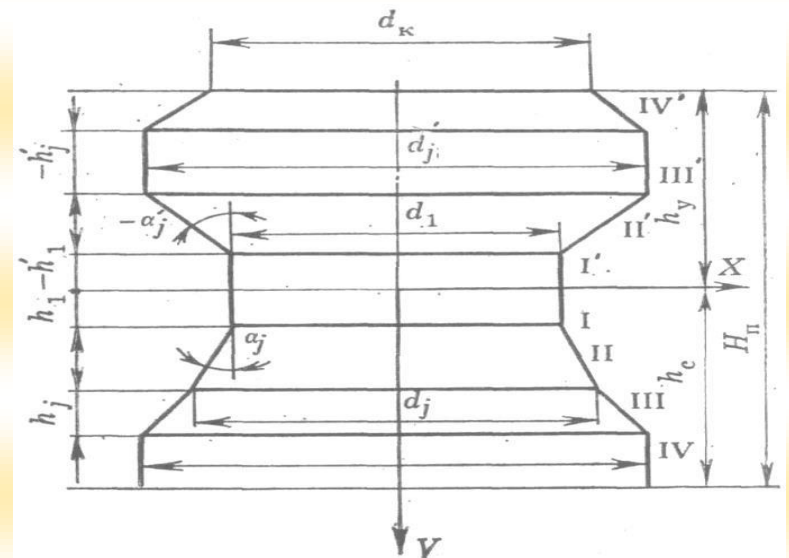


Рис. 7.4. Діаметр верхньої частини поршня пневмоелемента БМВ

ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕВІРКИ ДЕТАЛЕЙ ПНЕВМАТИЧНОЇ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛІВ БМВ

Типові несправності пневмопідвіски автомобілів БМВ:

Несправність	Причина	Ознаки
Провисання кузова	Пробитий пневмобалон	Одна сторона авто «просіла»
Робота компресора без зупинки	Витік повітря або зношення компресора	Шум від компресора постійно
Повідомлення "Level control system failure"	Помилка ECU, датчик або клапан	Попередження на панелі
Авто не піднімається	Несправність компресора або клапанної групи	Кузов залишається низько

Елементи пневмопідвіски БМВ, які зазвичай потребують ремонту:

- **Пневмобалони** – гумові камери, що замінюють традиційні пружини.
- **Компресор** – нагнітає повітря для накачування балонів.
- **Реле та клапанний блок** – керують розподілом тиску.
- **Датчики рівня кузова** – вимірюють положення авто.
- **ECU (блок керування)** – контролює роботу системи.
- **Повітряні трубки** – сполучають компресор, балони та клапани.

Діагностика пневмопідвіски БМВ:

Перед ремонтом слід провести ретельну діагностику:

Зчитування помилок через діагностичний сканер (наприклад, INPA, ISTA+, Carly).

Візуальний огляд пневмобалонів та пошук тріщин.

Перевірка герметичності: намилити з'єднання мильною водою — при витоку будуть бульбашки.

Тест компресора: послухати роботу, перевірити нагрівання, виміряти тиск на виході.

Перевірка датчиків рівня: через діагностичне ПЗ перевірити значення.

ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ ПНЕВМАТИЧНОЇ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛІВ БМВ

Ремонт пневмопідвіски: поетапний процес

Заміна пневмобалона (задня вісь):

1. Підняти авто домкратом або на підйомнику, зняти колесо.
2. Забезпечити доступ до пневмобалона — в багатьох моделях це можна зробити без демонтажу підвіски.
3. Спустити повітря через клапан.
4. Від'єднати повітряну трубку (обережно, щоб не пошкодити).
5. Зняти старий пневмобалон, встановити новий.
6. Під'єднати трубку, переконатись у герметичності.
7. Накачати повітря через діагностику або вручну.
8. Опустити автомобіль на колесо.

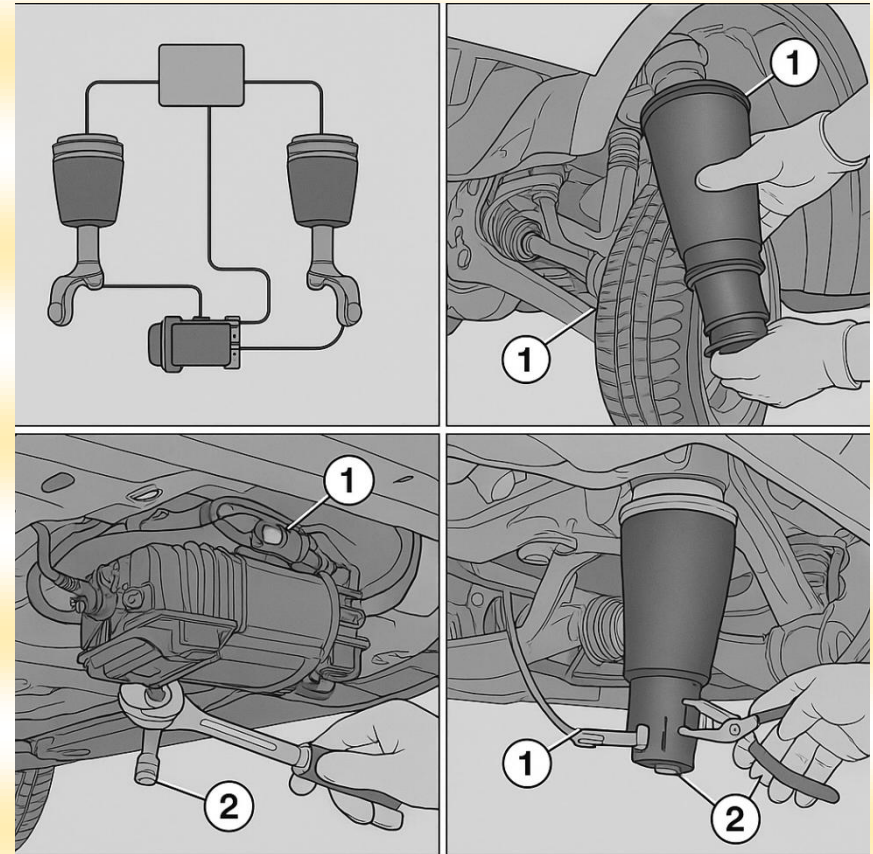
Ремонт або заміна компресора

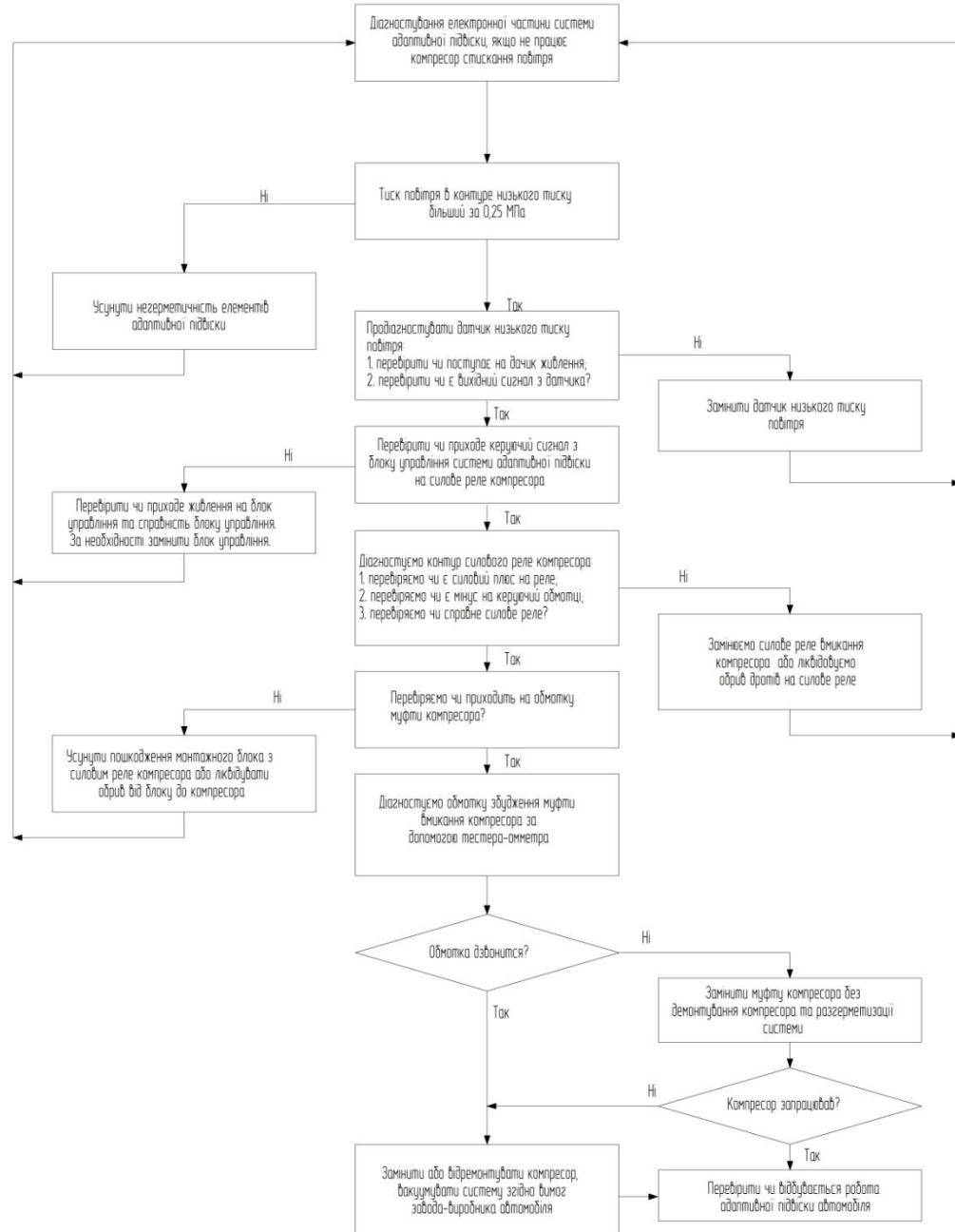
1. Зняти захист піддону або пластиковий кожух (залежить від моделі).
 2. Від'єднати роз'єм живлення та трубки.
 3. Оцінити стан фільтра повітря – забруднення може спричинити перегрів.
 4. Встановити назад, перевірити кріплення та герметичність.
- Провести тестування компресора: якщо несправний, замінити або відремонтувати (можлива заміна лише щіток, реле чи клапана).

Повторне калібрування та перевірка

Після ремонту обов'язково виконати калібрування пневмопідвіски:

1. Під'єднатись до блоку через INPA або ISTA+.
 2. Вибрати "Ride Height Calibration".
 3. Встановити правильні значення висоти в мм (вимірюються від центра колеса до арки крила).
 4. Зберегти параметри.
- Провести тест на стабільність рівня при зміні навантаження. Після ремонту рекомендовано зробити розвал-сходження.





БРАТ-28.06.00.000 АК						Лист	Маса	Максимум
Знак	Алфа	№ докум	Підп	Лист		Н		
Розроб	Кос МР	Кваліфікація С1						
Лектор								
Норматив	Положення 15							
Зам	Кваліфікація С1							

Алгоритм діагностування компресора адаптивної підвіски

ІФНТУНГ
АТ-2Т-1

Контракт

Формат А1

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній бакалаврській роботі було виконано розрахунок виробничої програми з ТО та ПР на ТЗОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ. Зроблено аналіз ринку послуг в галузі автосервісу, досліджена функціональна схема організації ТО і ремонту на ТОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ, проаналізована система організації ТО і ремонту та види послуг, що надаються на ТОВ BMW АЛЬЯНС ПРЕМІУМ.

Виконані теоретичні дослідження існуючих конструкцій підвісок автомобілів, досліджено вплив підвіски на експлуатаційні властивості автомобіля, розглянуто системи вирівнювання навантаження, проаналізовані особливості повністю несучої пневматичної підвіски автомобілів BMW, розглянуто електронні та механічні компоненти несучої пневматичної підвіски автомобілів BMW.

Виконано розрахунок елементів пневматичної підвіски BMW, зроблено обґрунтування вибору компоновальної схеми пневматичної підвіски BMW, досліджені кінематики задньої та передньої пневматичної підвіски.

Удосконалена технологія дефектування та ремонту деталей пневматичної підвіски автомобілів BMW, розроблена технологія відновлення елементів підвіски автомобілів BMW.