

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

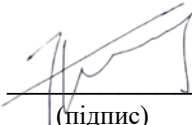
КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

ШЕПІТЬКО ЄВГЕНІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

**РОЗРОБКА АВТОРЕМОНТНОГО ПІДПРИЄМСТВА ЗІ
СПЕЦІАЛІЗАЦІЄЮ НА ДІАГНОСТУВАННІ ТА ОБСЛУГОВУВАННІ
АМОРТИЗАТОРІВ**

**Кваліфікаційна робота
за спеціальністю 015.38 «Професійна освіта»
освітньо-професійна програма «Транспорт»**

Особистий підпис – _____ Є. О. Шепітько

Науковий керівник –  _____ д-р.х.н., професор, Е. В. Потапенко
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

Зав. кафедри –  _____ к.п.н., доцент, В. В. Бурдун
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

Затверджую:

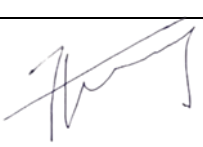
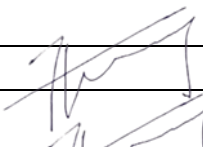
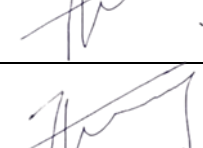
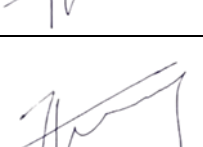
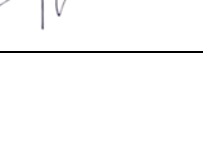
Декан факультету технологій та
інформаційних систем

 Могильний Г.А.

**Індивідуальний план здобувача вищої освіти
щодо виконання кваліфікаційної роботи**

1. Шепітько Євгеній Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)
2. Факультет технологій та інформаційних систем
3. Спеціальність «Професійна освіта. Транспорт»
4. Кафедра професійної освіти ресторанного і туристичного бізнесу
5. Науковий керівник Потапенко Едуард Володимирович, д-р.х.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
6. Тема кваліфікаційної роботи
Розробка авторемонтного підприємства зі спеціалізацією на діагностуванні та обслуговуванні амортизаторів
7. Термін подання роботи на кафедру 08.05.2026 р.

<i>№</i>	<i>Заходи</i>	<i>Термін виконання</i>	<i>Відмітка про виконання</i>
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми й керівника.	10.10.2025	
2.	Розробка плану роботи, визначення мети, завдань, об'єкту, предмету, методів дослідження.	14.11.2025	
3.	Робота над теоретичною частиною кваліфікаційної роботи, аналіз літературних джерел.	05.12.2025	

4.	Подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи для першого читання науковим керівником.	19.12.2025	
5.	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи на друге читання.	16.01.2026	
6.	Розробка технологічної і конструкторської частин роботи. Поетапний аналіз та обговорення результатів дослідної роботи.	30.01.2026	
7.	Подання першого варіанта дослідної частини кваліфікаційної роботи на перевірку науковому керівникові.	20.02.2026	
8.	Урахування рекомендацій наукового керівника, збагачення роботи додатковими дослідженнями, проведеними під час практики, підготовка варіанта роботи до попереднього захисту роботи на кафедрі.	06.03.2026	
9.	Попередній захист роботи на кафедрі.	20.03.2026	
10.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням рекомендацій після попереднього захисту роботи на кафедрі.	03.04.2026	
11.	Подання кваліфікаційної роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку й рецензії.	17.04.2026	
12.	Подання на кафедру остаточного варіанта кваліфікаційної роботи, підписаного випускником, науковим керівником і рецензентом.	08.05.2026	

Здобувач вищої освіти _____ **Шепітько Є. О.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Потапенко Е. В.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ.....	5
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ПИТАННЯ.....	8
1.1 Класифікація і конструкція амортизаторів.....	8
1.2 Конструкція і принцип дії телескопічної стійки.....	12
1.3 Амортизатори високого тиску.....	15
1.4 Основні несправності амортизаторів та їх ознаки.....	16
1.5 Вплив робочих характеристик амортизаторів на прохідність автомобіля.....	19
Висновки по розділу 1.....	23
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	24
2.1 Загальні відомості про об'єкт технологічного проектування та організацію технологічного процесу.....	24
2.2 Технологічний проєкт дільниці з ремонту підвіски.....	28
2.3 Розрахунок кількості працівників дільниці.....	33
2.4 Підбір технологічного обладнання поста діагностування амортизаторів.....	35
Висновки по розділу 2.....	38
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	39
3.1 Вимоги до технічного стану автомобільних амортизаторів.....	39
3.2 Методи визначення технічного стану амортизаторів.....	40
3.3 Конструкція і принцип дії стенду для діагностування амортизаторів.....	45
Висновки по розділу 3.....	50
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ НА ДІЛЬНИЦІ РЕМОНТУ ПІДВІСКИ...	51
4.1 Загальні вимоги охорони праці на дільниці діагностування і ремонтів елементів підвіски.....	51
4.2 Розрахунок освітлення поста діагностування амортизаторів.....	52
4.3 Вимоги техніки безпеки до персоналу дільниці.....	54
Висновки по розділу 4.....	56
Загальні висновки.....	57
Список використаної літератури.....	59

ВСТУП

Підвіска автомобіля – одна з найважливіших систем автомобіля в контексті забезпечення безпеки та комфортабельності руху. Це сукупність пристроїв, що зв'язують колеса з кузовом і призначені для зменшення динамічних навантажень, які передаються автомобілю внаслідок нерівної поверхні дороги, а також забезпечують передачу усіх видів сил і моментів, що діють між колесом і кузовом.

Основними пристроями підвіски, що захищають автомобіль від шкідливих динамічних дій дороги, викликаних її нерівностями, і зменшують коливання і вібрації до прийняттого рівня, є ресори і амортизатори. Саме ці два елемента конструкції автомобіля, разом із шинами, визначають його прохідність. Крім того, підвіска також забезпечує рух автомобіля: крутний момент, що передається від двигуна на ведучі колеса, створює між колесом і дорогою силу тяги, яка призводить до виникнення на ведучому мосту штовхаючої сили. Ця сила через напрямний пристрій підвіски передається на кузов автомобіля і приводить його до руху.

При русі по профілю дорожнього полотна колесо переміщається також і у вертикальній площині. При цьому пружний пристрій підвіски деформується, а кузов і колеса здійснюють коливання, гасити які має амортизатор. Корпус амортизатора заповнений достатньо в'язкою рідиною і прикріплений до балки моста, в ньому знаходиться поршень з отворами і клапанами, шток якого зв'язаний з кузовом автомобіля. У процесі коливань кузова і коліс поршень здійснює зворотно-поступальний рух, при ході стиску (колесо і кузов зближуються) амортизаторна рідина з порожнини під поршнем перетікає в порожнину над поршнем, а при ході віддачі (колесо і кузов розходяться) – у зворотному напрямі. При цьому рідина проходить через отвори в поршні, що прикриваються клапанами, долаючи опір, і в результаті рідинного тертя забезпечується гасіння коливань кузова і коліс автомобіля.

Умови роботи амортизаторів як правило, складні: спека, холод, вологість, розбиті дороги. Ці природні і дорожні умови сприяють зносу вузлів підвіски автомобіля (кульові опори, кермові наконечники, сайлент-блоки), а амортизатори припиняють виконувати своє основне завдання – ефективно гасити коливання.

Для забезпечення прохідності, плавності ходу і комфортабельності їзди автомобіля вкрай важливим є підтримання в робочому стані амортизаторів підвіски. Тому при втраті ними робочого стану постає питання про заміну або можливості проведення ремонту амортизаторів, у зв'язку з чим вкрай актуальним стає принципове визначення доцільності ремонту і відновлення амортизаторів підвіски транспортних засобів в умовах підприємства автосервісу. Зважаючи на вказану практичну значущість даного питання нами було обрано тему випускної кваліфікаційної роботи «Розробка авторемонтного підприємства зі спеціалізацією на діагностуванні та обслуговуванні амортизаторів».

Мета кваліфікаційної роботи – удосконалення технології діагностування та ремонту автомобільних амортизаторів на підприємстві автомобільного сервісу.

Об'єктом кваліфікаційної роботи є технологічний процес діагностування та ремонту амортизаторів.

Предмет дослідження – вдосконалення технології діагностування та ремонту амортизаторів на авторемонтному підприємстві малої потужності.

Основними *задачами* під час виконання кваліфікаційної роботи є:

- проаналізувати конструкції сучасних амортизаторів та умови їх роботи;
- визначити основні несправності амортизаторів та вплив їх робочих характеристик на якість руху автомобіля;
- виконати технологічний розрахунок підприємства зі спеціалізацією на діагностуванні та ремонті елементів підвіски;
- запропонувати шляхи вдосконалення технологічного процесу

діагностування амортизаторів;

– розглянути питання охорони праці під час виконання робіт на ділянці з ремонту елементів підвіски.

Кваліфікаційна робота викладена на 60 сторінках, вона містить 9 таблиць і 13 рисунків, а також список використаної літератури.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Класифікація і конструкція амортизаторів

Амортизатор – елемент підвіски автомобіля, який перетворює механічну енергію коливань в теплову з її подальшим розсіюванням в навколишнє середовище.

Амортизатори служать для гасіння коливань кузова і колес автомобіля та підвищення безпеки руху. На автомобілях в передніх і задніх підвісках використовуються гідравлічні амортизатори телескопічного типу, їх класифікація представлена на рис. 1.1.

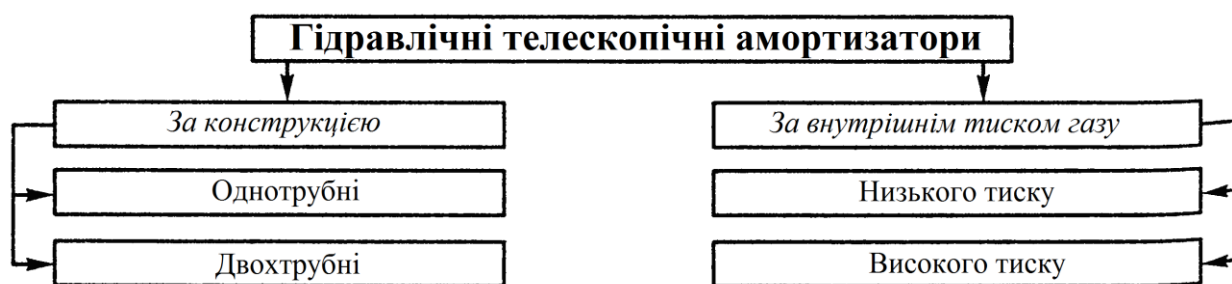


Рисунок 1.1 – Типи гідравлічних амортизаторів

Гідравлічні амортизатори за конструкцією аналогічні поршневым насосам. Відмінність полягає в тому, що амортизаторна рідина (масло) перекачується тільки усередині амортизаторів з однієї камери в іншу по замкнутому колу циркуляції. При цьому амортизатори працюють при тиску 3,0...7,5 МПа, швидкості перетікання рідини 20...30 м/с і при роботі можуть нагріватися до 160°C і вище.

Гідравлічні амортизатори гасять коливання кузова і коліс автомобіля в результаті створюваного ними опору (рідинного тертя) перетіканню рідини через клапани і калібровані отвори.

Амортизатори підвищують безпеку руху автомобіля, оскільки запобігають відриву коліс від поверхні дороги і забезпечують їх постійний контакт з дорогою.

Двотрубні амортизатори мають робочий циліндр і резервуар, а однотрубні – тільки робочий циліндр. У двотрубних амортизаторів амортизаторна рідина і повітря стикаються між собою, а внутрішній тиск повітря складає 0,08...0,1 МПа. У однотрубних амортизаторів амортизаторна рідина і газ розділені і не контактують один з одним.

В амортизаторах низького тиску внутрішній тиск газу 0,1 МПа або дещо більше, а в амортизаторах високого тиску – 1,0 МПа і вище. Однотрубні амортизатори високого тиску називаються газонаповненими амортизаторами.

Однотрубні газонаповнені амортизатори в порівнянні з двотрубними краще охолоджуються, мають менший робочий тиск, простіше по конструкції, легше по масі, надійніші в роботі і можуть встановлюватися на автомобілі у будь-якому положенні – від горизонтального до вертикального. Проте вони мають велику довжину і вартість і вимагають високої точності виготовлення і ущільнень.

На рис. 1.2 показано гідравлічний телескопічний амортизатор автомобіля: двотрубний, низького тиску, двосторонньої дії. Він гасить коливання кузова і коліс як при ході стиску (колеса і кузов зближуються), так і при ході віддачі (колеса і кузов розходяться).

Амортизатор складається з трьох основних вузлів: циліндра 12 з днищем 2, поршня 10 зі штоком 13 і напрямної втулки 21 з ущільнювачами 17, 18 і 20. У поршні амортизатора є два ряди наскрізних отворів, розташованих по колу, і встановлене поршневе кільце 27. Отвори зовнішнього ряду зверху закриті перепускним клапаном 24 з обмежувальної тарілкою 22 і знаходяться під впливом слабкої пластинчастої пружини 23. Отвори внутрішнього ряду знизу закриті клапаном віддачі 29 з дисками 25, 28, гайкою 8, шайбою 26 і сильною пружиною 9.

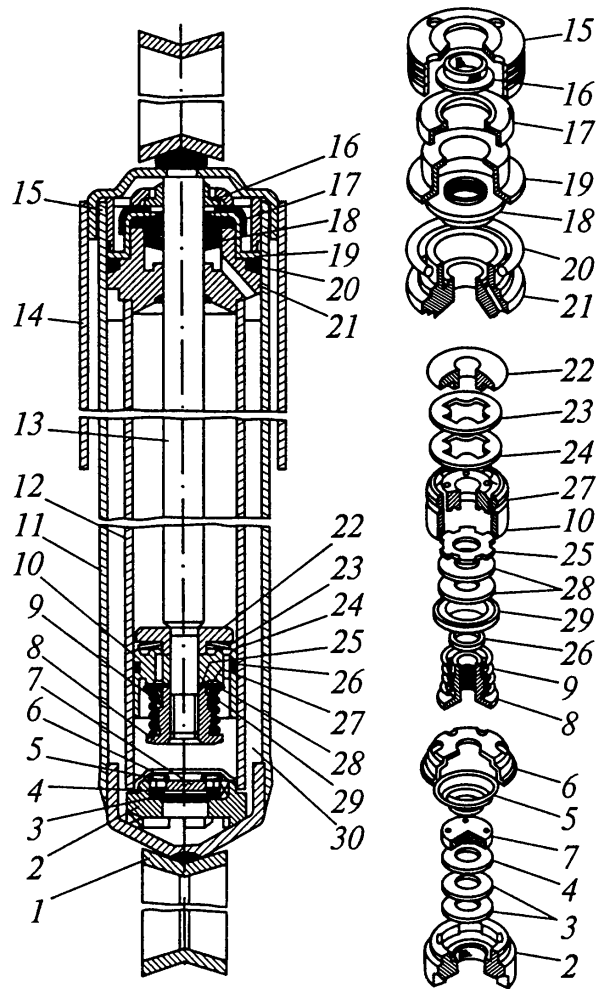


Рисунок 1.2 – Амортизатор: 1 – провушина; 2 – днище; 3, 4, 25, 28 – диски; 5, 9, 23 – пружини; 6, 19 – обойми; 7, 22 – тарілки; 8, 15 – гайки; 10 – поршень; 11 – резервуар; 12 – циліндр; 13 – шток; 14 – кожух; 16, 27 – кільця; 17, 18, 20 – ущільнювачі; 21 – втулка; 24, 29 – клапани; 26 – шайба; 30 – камера

У днищі циліндра амортизатора розташований клапан стиску з дисками 3, 4 і пружиною 5, обойма 6 і тарілка 7 якого мають ряд наскрізних отворів. Циліндр 12 заповнений амортизаторною рідиною, витіканню якої перешкоджає ущільнювач 18 з обоймою 19, який підтискається гайкою 15, що вкручена в резервуар 11 з вушком 1. Порожнина амортизатора, розташована між циліндром 12 і резервуаром 11, служить для компенсації зміни об'єму рідини в циліндрі по обидві сторони поршня, що виникає через переміщення штока 13 амортизатора, захищеного кожухом 14.

При ході стиску (колеса і кузов автомобіля зближуються) поршень 10 рухається вниз і шток 13 входить в циліндр 12, а захисне кільце 16 знімає зі штока бруд. Тиск, який чиниться поршнем на рідину, витісняє її за двома напрямками: в простір над поршнем і в компенсаційну камеру 30. Пройшовши через зовнішній ряд отворів в поршні, рідина відкриває пропускний клапан 24 і поступає з-під поршня в простір над ним. Частина рідини, об'єм якої дорівнює об'єму штока, що вводиться до циліндру, надходить через клапан стиску в компенсаційну камеру, підвищуючи при цьому тиск повітря, яке знаходиться в камері.

При плавному стиску рідина в компенсаційну камеру перетікає через спеціальний прохід в диску 4 клапана стиску. При різкому стиску поршень переміщається швидко, і тиск рідини в циліндрі значно зростає. Під дією високого тиску прогинається внутрішній край дисків 3 і 4, і потік рідини проходить через кільцеву щілину між тарілкою 7 і диском 4 клапана стиску. В результаті подальше збільшення опору амортизатора різко сповільнюється. Клапан стиску розвантажує амортизатор і підвіску від великих зусиль, які можуть виникнути при високочастотних коливаннях і ударах під час руху по поганій дорозі. Крім того, він виключає зростання опору амортизатора при підвищенні в'язкості амортизаторної рідини в холодну пору року.

При ході віддачі (колеса і кузов автомобіля розходяться) поршень переміщується вгору, і шток виходить з циліндра амортизатора. Перепускний клапан 24 закривається, і тиск рідини над поршнем збільшується. Рідина через внутрішній ряд отворів в поршні і клапан віддачі 29 надходить у простір під поршнем. Одночасно під дією тиску повітря частина рідини з компенсаційної камери також надходить в циліндр амортизатора. При плавній віддачі клапан 29 закритий, і рідина проходить через пази його дросельного диска 25. При різкій віддачі швидкість руху поршня збільшується під дією тиску, що збільшився, відкривається клапан віддачі 29 і рідина проходить через нього.

Клапан віддачі розвантажує амортизатор і підвіску від великих навантажень, що виникають при високошвидкісних коливаннях при русі автомобіля по нерівній дорозі. Клапан також обмежує збільшення опору амортизатора у разі зростання в'язкості рідини при низьких температурах. Опір, що створюється амортизатором при ході стиску, в чотири рази менше, ніж при ході віддачі. Це необхідно для того, щоб поштовхи і удари від дорожніх нерівностей в мінімальному ступені передавалися на кузов автомобіля.

1.2 Конструкція і принцип дії телескопічної стійки

У підвісках сучасних автомобілей застосовуються телескопічні амортизатори, в основному гідравлічні двотрубні і гідропневматичні однотрубні. І ті й інші гасять розкачку за рахунок гідравлічного опору [3].

Телескопічна стійка передньої підвіски легкового автомобіля (рис. 1.3) одночасно виконує функції переднього амортизатора. У корпусі 23 телескопічної стійки розміщені всі деталі гідравлічного амортизатора. Усередині корпусу стійки знаходиться циліндр 25, у нижній частині якого розташований клапан стиску, що складається з корпусу 1, виготовленого з спечених матеріалів, дисків 2 і 3, тарілки 4, пружини 32 і обойми 31. В циліндрі знаходиться поршень 27 зі штоком 22 і двома клапанами: перепускним і віддачі. Поршень із спечених матеріалів має два ряди наскрізних отворів (зовнішній і внутрішній), розташованих по колу. Зовнішній ряд отворів закритий зверху перепускним клапаном, що складається з тарілки 26 і пружини 8. Внутрішній ряд отворів закритий знизу клапаном віддачі, що включає в себе пружину 5, тарілку 6, диски 28 і 29, гайку 30.

Поршень ущільнюється в циліндрі пластмасовим кільцем 7, яке підвищує зносостійкість циліндра і поршня. У верхній частині циліндра розташована напрямна втулка 14 штока 22 з ущільнювачами 15, 16 і 20. У

втулці встановлена трубка 13, по якій зливається в компенсаційну камеру 24 амортизаторна рідина, що пройшла через зазор між прямою втулкою і штоком. На штоці 22 всередині циліндра розміщений гідравлічний буфер віддачі і приварена спеціальна втулка 9. Буфер складається з плунжера 11 і пружини 12, яка підтискає плунжер до виступу 10 циліндра.

Гідравлічний буфер обмежує переміщення штока при ході віддачі. У циліндрі 25 знаходиться амортизаторна рідина, її витіканню перешкоджає ущільнювач 16 з обоймою 21, що підтискається гайкою 18, яка ввернута в корпус телескопічної стійки. Захисне кільце 19 очищає шток поршня від бруду при його русі всередині циліндра. У верхній частині корпусу стійки розміщена опора 17, в яку впирається буфер стиску, що обмежує хід колеса вгору.

При ході віддачі рідина надходить під поршень з простору над ним через клапан віддачі, а з компенсаційної камери – через клапан стиску. При плавній віддачі рідина проходить через пази дросельного диска 28 клапана віддачі, що знаходиться в закритому стані. При різкій віддачі клапан віддачі відкривається, і рідина проходить через нього.

Обмеження ходу віддачі (ходу колеса вниз) здійснюється гідравлічним буфером віддачі. При ході віддачі, коли втулка 9 штока ще не впирається в плунжер 11 буфера віддачі, порожнини над плунжером і під ним вільно сполучаються через зазор між плунжером і штоком 22, не створюючи додаткового опору руху поршня 27.

При упорі втулки 9 штока в торець плунжера 11 перекривається зазор між плунжером і штоком, і плунжер разом зі штоком переміщається вгору. У цьому випадку рідина з простору над плунжером проходить в простір під ним через калібрований зазор між плунжером 11 і циліндром 25 і відчуває опір. Причому опір витіканню рідини через калібрований зазор змінюється поступово і зростає із збільшенням ходу віддачі за рахунок збільшення довжини каліброваного зазору.

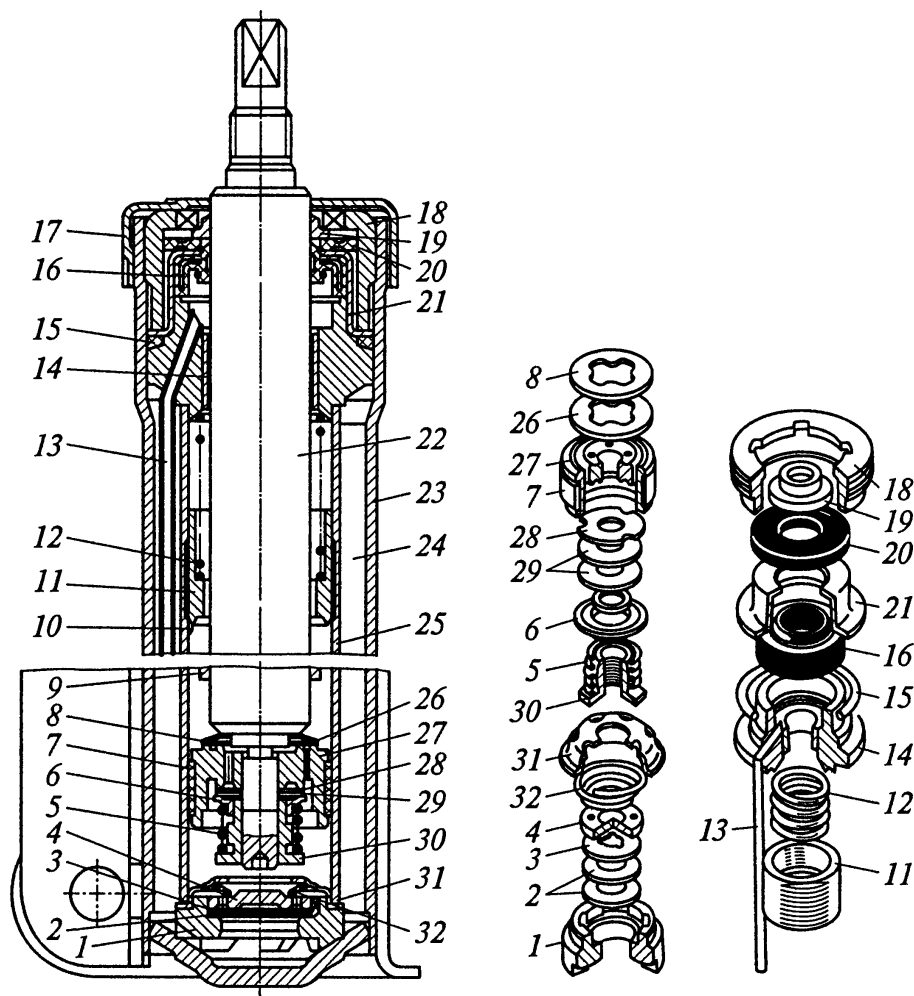


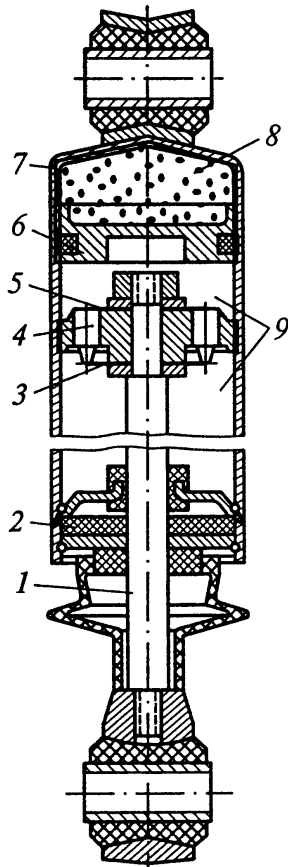
Рисунок 1.3 – Телескопічна стійка підвіски: 1 – корпус клапана; 2, 3, 28, 29 – диски; 4, 6, 26 – тарілки; 5, 8, 12, 32 – пружини; 7, 19 – кільця; 9, 14 – втулки; 10 – виступ; 11 – плунжер; 13 – трубка; 15, 16, 20 – ущільнювачі; 17 – опора; 18, 30 – гайки; 21, 31 – обойми; 22 – шток; 23 – корпус стійки; 24 – камера; 25 – циліндр; 27 – поршень

При ході стиску рідина з-під поршня проходить в простір над ним через перепускний клапан, а в компенсаційну камеру 24 – через клапан стиску. При плавному стиску рідина перетікає в компенсаційну камеру тільки через вирізи в диску 3 клапана стиску, який знаходиться в закритому стані. При різкому стиску рідина віджимає внутрішні краї дисків 2 і 3 і проходить через кільцеву щілину між тарілкою 4 і диском 3 відкритого клапана стиску.

Поступове наростання опору забезпечує плавне обмеження ходу віддачі, що виключає передачу значних навантажень на 7 підвіску і кузов, забезпечуючи тим самим збільшення плавності ходу автомобіля.

1.3 Амортизатори високого тиску

На рис. 1.4 показаний газонаповнений амортизатор автомобіля, який складається з робочого циліндра 7, поршня 4 зі штоком 1 і вузла ущільнення 2 високого тиску. На поршні розміщені два клапани – стиску 3 і віддачі 5.



Всередині циліндра амортизатора знаходяться робоча порожнина 9, заповнена амортизаторною рідиною, і компенсаційна камера 8, заповнена газом. Камера компенсує зміну об'єму рідини в робочій порожнині при її нагріванні і охолодженні, при вході штока поршня в циліндр і виході з нього за рахунок зміни обсягу стисненого газу в камері. Газ і рідина розділені плаваючим поршнем 6, який обмежує робочу порожнину 9.

У процесі роботи амортизатора рідина перетікає через канали змінного перерізу, виконані в поршні 4, і клапани стиску 3 і віддачі 5.

Рисунок 1.4 – Газонаповнений амортизатор: 1 – шток; 2 – ущільнення; 3, 5 – клапани; 4, 6 – поршні; 7 – циліндр; 8 – камера; 9 – порожнина

При ході віддачі поршень 4 переміщається вниз, і рідина з-під поршня перетікає в порожнину над поршнем через клапан віддачі 5, відчуваючи при цьому опір. У цьому випадку тиск стисненого газу переміщує розділовий

поршень 6 вниз, компенсуючи зміну об'єму рідини через вихід штоку 1 з циліндра амортизатора.

При ході стиску поршень 4 переміщається вгору і рідина з надпоршневого простору перетікає в порожнину під поршнем через клапан стиску 3, також відчуючи опір. При цьому тиском рідини переміщується вгору розділовий поршень, стискає газ в компенсаційній камері 8 і компенсує зміну об'єму рідини в робочій порожнині амортизатора через вхід штока всередину циліндра.

Амортизатори бувають розбірні і нерозбірними конструкції, абсолютна більшість сучасних автомобілів оснащено нерозбірними амортизаційними системами. Їх антиподи можна зустріти ще на нечисленних класичних моделях, типовим представником розбірних систем є амортизатори ВАЗ 2106. Для них характерний традиційний набір основних частин: резервуар з головкою, робочий циліндр, клапан стиску і штока в поєднанні з поршнем і клапанами, напрямна втулка, гайка, ущільнювач і кожух [1].

1.4 Основні несправності амортизаторів, їх ознаки та методи усунення

Амортизатор, як і будь-яка інша деталь автомобіля, схильний до зносу. Умови роботи амортизаторів як правило, складні: спека, холод, вологість, розбиті дороги. Ці природні і дорожні умови сприяють зносу вузлів підвіски автомобіля (кульові опори, кермові наконечники, сайлент-блоки), а амортизатори припиняють виконувати своє основне завдання – ефективно гасити коливання.

З часом характеристики амортизатора поступово погіршуються, але водій не завжди відразу помічає це, оскільки пристосовує свій стиль вождіння під можливості автомобіля. Автомобілі різних марок і моделей мають і різні параметри стійкості, керованості, жорсткості підвіски, які закладаються в них ще на етапі конструкторської розробки. Також і у

кожного водія власний стиль вождіння і свої уявлення про необхідну жорсткість підвіски. Тому дані поняття завжди відносні і в кожному конкретному випадку носять індивідуальний характер, що ускладнює швидку ідентифікацію втрати експлуатаційних характеристик амортизатором.

Найбільш поширеними несправностями амортизаторів є:

- розрив сальника штока амортизатора;
- внутрішні пошкодження амортизатора: руйнування, поломка або природний знос клапанного вузла або поршня;
- механічне пошкодження амортизатора: тріщина, вм'ятина в корпусі, викривлення штока;
- руйнування амортизатора: облом штока, відрив кріпильної вушка, деградація або руйнування сайлент-блоків;
- невідповідність властивостей або деградація амортизаторної рідини;
- відсутність газу в амортизаторі.

У табл. 1.1 вказані найбільш поширені дефекти, та їх ознаки, які проявляються під час їзди.

У конструкції амортизатора найчастіше з ладу виходить сальник штока або клапанний механізм. У цих випадках, як правило, здійснюється парна заміна амортизаторів на осі, але в розбірних амортизаторах при виході з ладу, проводиться його розбирання і заміна несправного елемента на новий. Що стосується нерозбірних амортизаторів, то тут ремонт набагато складніший, зазвичай ремонт такого амортизатора проводиться наступними методами:

1. Проводиться заміна масла в корпусі амортизатора. Частою несправністю амортизаторів є протікання масла. Цю проблему можна вирішити шляхом виконання невеликого отвору в корпусі амортизатора. Потім в неї заливається невелика кількість масла з допомогою шприца, далі отвір заварюється. Однак, ця процедура не є ефективною, тому що незабаром амортизатор, так чи інакше, втрачає працездатність.

Таблиця 1.1 – Несправності амортизаторів та їх можливі причини

Відчуття при їзді	Можливі причини
Підвіска автомобіля занадто м'яка (машина нестійка в повороті, «плаває» на дорозі, або машину розгойдує)	Встановлені амортизатори, що не відповідають даному автомобілю
	Відсутність амортизаторної рідини в робочій камері амортизатора
	Зношений клапанний вузол амортизатора
	Внутрішні пошкодження амортизатора
	Відірвано кріплення амортизатора
Підвіска автомобіля занадто жорстка (автомобіль «стрибає» навіть на дрібних нерівностях, нерівності дороги передаються на кузов)	Встановлені невідповідні амортизатори або пружини
	Амортизатор «заклинило»
	Амортизатор «замерз»
Стук в підвісці	Люфт в кріпильних вузлах амортизатора
	Внутрішній дефект амортизатора
	Дефект, пов'язаний з іншими елементами підвіски
	Відірвано кріплення амортизатора

2. Береться ремкомплект для стійки амортизатора або амортизатора (в даному випадку це картридж-вкладиш), далі проводиться заміна зношених деталей на спеціалізованій станції технічного обслуговування. Однак, проаналізувавши каталоги автомобільних запчастин, можна зробити висновок, що в магазинах можна придбати тільки елементи амортизаційної стійки: захисний чохол (пильовик), буфер ходу стиснення, тарілки пружини, підшипник, опори стійки, гайка кріплення амортизатора і т.п. в залежності від конструкції амортизатора.

Елементів конструкції самого амортизатора практично неможливо знайти. Виняток становлять лише амортизаційні стійки, які включають в себе корпус і вкладиш, у цьому випадку крім даних елементів можна придбати окремо сальник.

1.5 Вплив робочих характеристик амортизаторів на прохідність автомобіля

Найбільш поширеним видом порогової перешкоди в реальних умовах руху є бордюрне обгороджування дороги, що має висоту до 200 мм [21]. При його подоланні з великою вірогідністю відбувається пробій підвіски легкових автомобілів. При цьому частина кінетичної енергії поступальної ходи автомобіля витрачається на деформацію пружин підвіски і подолання сил опору переміщенню штоків амортизаторів на ході стиску в межах динамічного ходу підвіски. Визначення в цьому випадку енергетичних витрат на стиск пружин може бути проведене по залежності

$$A_{np} = \frac{F(\Delta_{ст} + \Delta_{дин}) - F_{ст}\Delta_{ст}}{2}, \quad (1.1)$$

де $F_{ст}$ і $F_{дин}$ – зусилля опору стиску пружини при її деформації в межах статичного ($\Delta_{ст}$) і повного ($\Delta_{ст} + \Delta_{дин}$) ходів стиску, Н; $\Delta_{дин}$ – динамічний хід стиску пружини, Н.

При лінійній пружній характеристиці пружини при відомих її величинах жорсткості статичного і динамічного ходів розрахунок A_{np} не викликає проблем. Необхідні початкові дані беруться з технічної літератури [22]. Енергетичні витрати на стиск амортизатора аналогічно визначити неможливо. Прийmemo відомою величину переміщення штока амортизатора $\Delta_{ам}$, визначувану відомим значенням динамічного ходу пружини і кінематикою зв'язку пружних і демпфуючих елементів підвіски. У окремому випадку, при розміщенні амортизатора співісного з пружиною підвіски $\Delta_{ам}$

дорівнює $\Delta_{дин}$. Зусилля опору амортизатора стискуванню F_{cm} , на відміну від пружини, пропорційно не ходу стиску, а швидкості стиску:

$$F_{cm} = k_a v_{nor}^n, \quad (2.2)$$

де k_a – коефіцієнт опору амортизатора, кН·с/м; v_{nor} – швидкість поршня амортизатора, рівна в телескопічних амортизаторах швидкості переміщення штока, м/с; n – показник ступеню, визначуваний режимом роботи при пробі підвіски $n \approx 1,0$.

Значення k_a дається в технічній літературі [23], значення ж швидкості v_{nor} при робочому ході амортизатора змінюються від 0 до v_{max} з наступним зниженням знову до 0 в точці зупинки штока. Враховуючи невизначеність закону зміни v_{nor} для різних ходів і швидкостей поршня, використання залежності (2.2) для розрахунку витрат енергії на стиск амортизатора проблематично.

В [24] пропонується такий розрахунок проводити на основі підходів, використовуваних для визначення енергоємності амортизаторів. При цьому за результатами стендових випробувань амортизатора будується робоча діаграма в координатах «хід поршня S_{nor} – зусилля опору на відбої (стиску) $F_{отб}$ » при різних заданих швидкостях поршня v_{nor} (рис. 1.5, а і рис. 1.6, а), а також характеристика опору амортизатора в координатах « v_{nor} – $F_{отб}$ » (рис. 1.5, б і рис. 1.6, б).

Характеристики опору, побудовані за експериментальними даними робочих діаграм, використовуються для визначення енергоємності амортизаторів $A_{ам}$ на ході стиску. Для цього ділянки характеристик на ході стиску і відбою апроксимуються прямими лініями. Це допущення дозволяє інтегрувати характеристику опору амортизатора $0,5T$ площею фігур, що утворюються лінією характеристик і віссю абсцис.

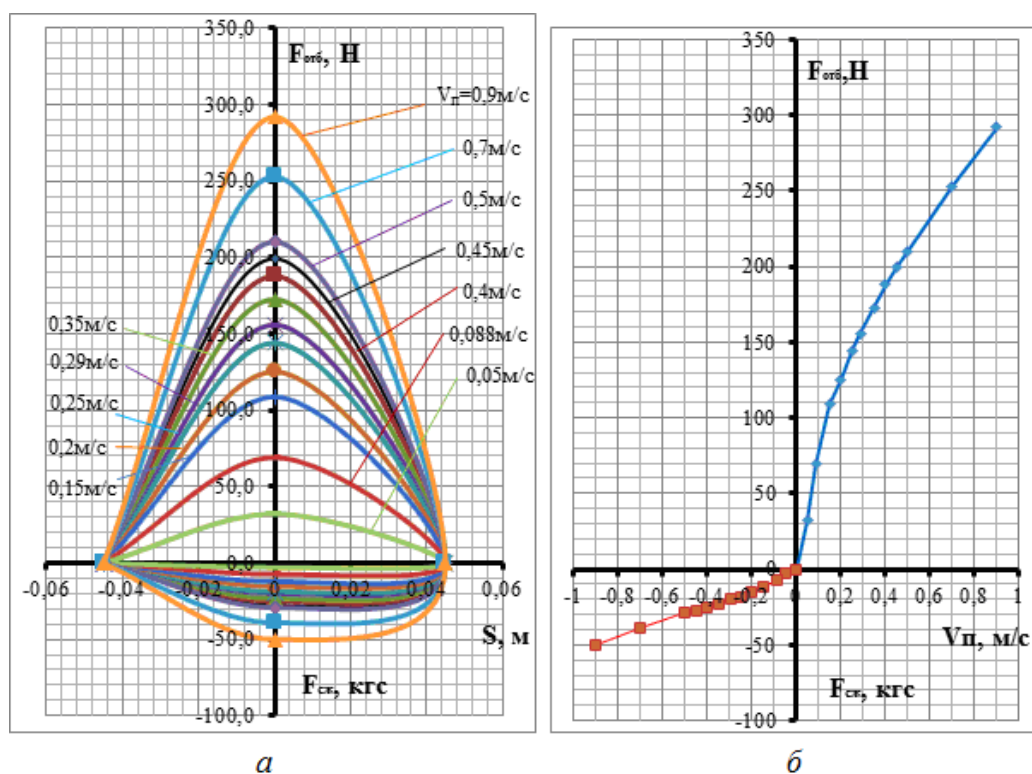


Рисунок 1.5 – Характеристики двухтрубного переднього гідралічного амортизатора сімейства ВАЗ 2101...2107: *а* – робоча характеристика; *б* – характеристика опору

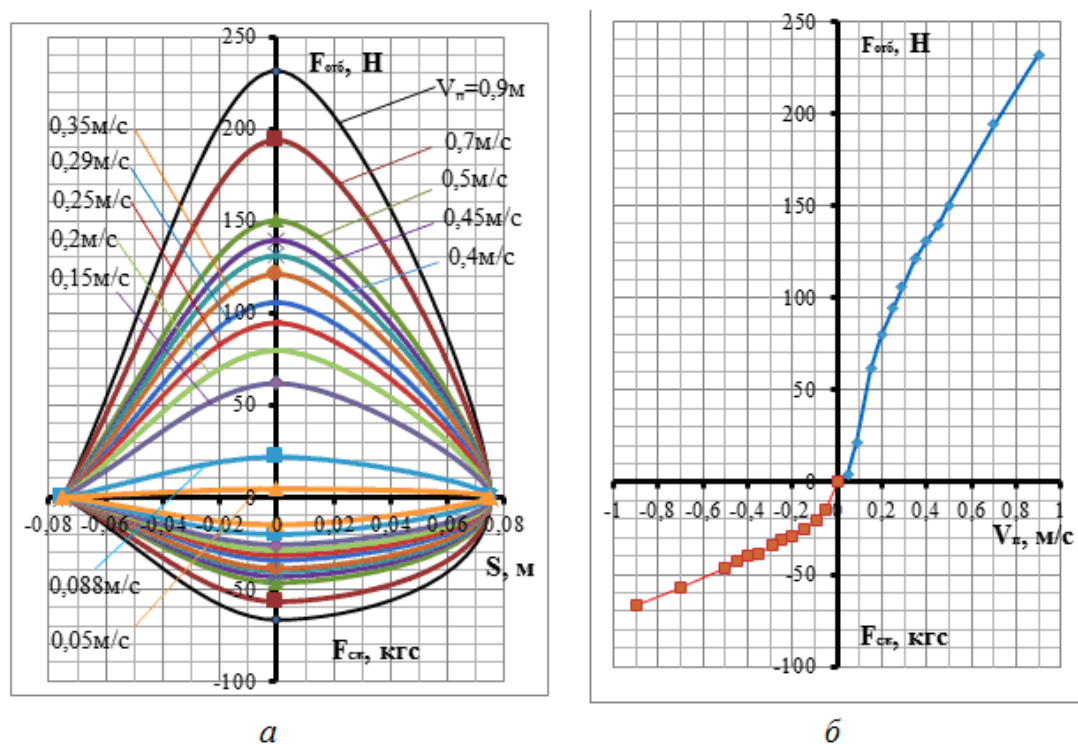


Рисунок 1.6 – Характеристики двухтрубного заднього гідралічного амортизатора ВАЗ 2101...2107: *а* – робоча характеристика; *б* – характеристика опору

При цьому T – період одного циклу гармонійних коливань поршня амортизатора, с. Виконувана амортизатором робота визначається за формулою

$$A = 0,5T(S_{cm} + S_{vid}), \quad (1.3)$$

де S_{cm} і S_{vid} – площі фігур характеристики опору на стиску і відбої відповідно, м² (рис. 1.5, б).

Значення T визначається з виразу для розрахунку максимальної швидкості поршня

$$v_{max} = \pi S_n H, \quad (1.4)$$

де S_n – хід поршня, м; H – частота коливань поршня, Гц.

З урахуванням (1.4) воно набуває вигляду

$$T = \frac{\pi S_n}{v_{nmax}}. \quad (1.5)$$

Для визначення енергоємності амортизатора лише на ході стиску з урахуванням (1.5) залежність (1.4) трансформується до виду:

$$A_{am} = \frac{\pi S_n S_{cm}}{2v_{nmax}}. \quad (1.6)$$

При цьому S_n відповідає максимальному ходу штока при стиску підвіски, а v_{nmax} приймається рівним 0,9м/с, що відповідає швидкості штока при пробії підвіски.

Враховуючи вид характеристики гідравлічного амортизатора на ході стиску, близький до лінійного, величина S_{cm} може бути розрахована за довідковими даними в «Технічних умовах» на амортизатор, де приводяться значення F_{cm} в клапанному режимі при швидкості приблизно 0,4м/с. Розраховані за представленою методикою значення A_{am} для ходів стиску досліджуваних амортизаторів представлені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Енергоємність амортизаторів на ході стиску

№	Вид амортизатора сімейства ВАЗ	$S_{ст},$ Н·м/с	$S_n,$ м	$v_{n\ max},$ м/с	$A_{ам},$ Дж
1	Гідравлічний двохтрубний передньої підвіски	245,3	0,09	0,9	38,5
2	Гідравлічний двохтрубний задньої підвіски	327,2	0,15	0,9	85,6

Висновки по розділу 1

В даному розділі систематизовано теоретичні відомості про автомобільні амортизатори, вивчено їх конструкцію, досліджено умови роботи в автомобілі та найбільш поширені несправності. Наведено головні ознаки втрати амортизатором експлуатаційних характеристик, показано, що у зв'язку з різними налаштуваннями підвіски в різних марках автомобілів суб'єктивні методи є недосконалими і можуть використовуватися в якості доповнення до стендового діагностування.

Крім того, вивчене питання впливу робочих характеристик амортизаторів на прохідність автомобіля, описана методика розрахунків, яка дозволяє з достатньою для точністю проводити аналітичне визначення енергетичних витрат на деформацію підвіски на ході стиску до її пробою.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Загальні відомості про об'єкт технологічного проєктування та організацію технологічного процесу

Під час роботи транспортного засобу виникають різні види збоїв в роботі його агрегатів і систем, які найчастіше виявляються при обслуговуванні і усуваються в залежності від їх складності – або під час технічного обслуговування (ТО), або під час поточного ремонту (ПР). Щоб уникнути серйозних пошкоджень і усунення незначних несправностей в автомобілі виконується періодичне технічне обслуговування.

В процесі реалізації можуть бути виявлені дефекти, усунення яких можливо тільки при заміні окремих деталей або збірок – в цьому випадку машина відправляється на ПР. Плановий ремонт або ремонт, необхідність якого виникає в разі появи серйозних несправностей, здійснюється в рамках капітального ремонту. Одним з видів ремонту є поточний ремонт машини, який робиться для забезпечення або відновлення працездатності автомобіля, а також для заміни або відновлення деталей.

Поточний ремонт сприяє виконанню встановлених норм пробігу до капітального ремонту. Необхідність в поточному ремонті встановлюється за допомогою контрольного огляду під час технічного обслуговування, діагностики, а також на прохання водія. У той же час по ряду робіт, в першу чергу пов'язаних з безпекою і усуненням неполадок, що вимагають багато часу, проводиться планове технічне обслуговування. Планово-попереджувальна система профілактичного обслуговування – це превентивний захід, який забезпечує своєчасне усунення причин відмов і знижує витрату запасних частин, підвищує безпеку автомобіля.

Найбільш важливими областями для поліпшення обслуговування і ремонту вузлів і систем автомобілів є:

- використання прогресивних технологічних процесів;
- вдосконалення організації та управління виробничою діяльністю;
- підвищення ефективності використання основних засобів і зниження матеріальної і промислової напруженості галузі;
- впровадження нових, більш просунутих проєктів на технологічній і будівельній стороні і реконструкція існуючих станцій технічного обслуговування з урахуванням поточних вимог до видів робіт і можливості подальшого поетапного розвитку; підвищення якості послуг і створення матеріальних і моральних стимулів для їх забезпечення.

Під час роботи машини зношуються різні деталі, компоненти і агрегати. Статистика показує, що близько 50% нещасних випадків відбуваються через технічні дефекти в автомобілі.

При регулярному технічному обслуговуванні технічні параметри транспортного засобу залишаються в зазначених межах. Однак через зношування деталей, пошкоджених деталей і інших причин термін служби транспортного засобу або його механізмів закінчується, настає момент, коли транспортний засіб не може нормально функціонувати. Іншими словами, це граничний стан, який неможливо усунути з використанням методів профілактичного обслуговування та який вимагає відновлення втрачених характеристик – технічного ремонту.

Основною метою *технічного ремонту* є усунення будь-якої відмови машини і відновлення продуктивності агрегатів. Ремонтні роботи є інтенсивними і іноді вимагають значних фінансових витрат. Для цього іноді необхідно частково або повністю розібрати продукт для установки або заміни деталей з використанням складного, точного, зварювального та іншого обладнання. Під час технічного ремонту демонтажні, монтажні та реставраційні роботи можуть виконуватися як на машині в цілому, так і на її окремих агрегатах, системах і вузлах. Поряд з цим, при поточному ремонті, відбувається відновлення, замінити або стерти різних пошкоджених елементів.

Технічний ремонт буває поточним і капітальним. Капітальний ремонт відновлює ефективність транспортних засобів та їх компонентів для забезпечення нормативного пробігу. Норми міжремонтних пробігів капітально відремонтованих агрегатів, зазвичай складають не менше 80% норми пробігу для нових вузлів і автомобілів. Технічний стан і цілісність машини і її вузлів повинні відповідати одним технічним умовам для здачі та видачі з капітального ремонту.

Ремонт автомобілів виконується агрегатним або індивідуальним методом. При *агрегатному методі* ремонту автомобілів проводять заміну несправного агрегату (вузла) справним або раніше відремонтованими аналогом з оборотного фонду. Несправні агрегати після їх ремонту надходять в оборотний склад. У тому випадку, коли несправність агрегату, вузла, механізму або деталі доцільніше усунути безпосередньо на автомобілі в міжзмінний час, тобто коли досить міжзмінного часу для проведення ремонту, заміну агрегатів (вузлів і механізмів) не проводять. Агрегатний метод помітно скорочує час простою автотранспорту на ремонті, так як заміна несправних елементів на справні, займає набагато менше часу, ніж інші ремонтні роботи. При агрегатному методі ремонту можливо, а часто економічно вигідно проводити ремонт агрегатів, механізмів, вузлів і різних систем на спеціалізованому ремонтному підприємстві.

Для скорочення часу простою при ПР, для збільшення швидкості технічної підготовки парку використовується агрегатний метод, що підвищує продуктивність і знижує вартість транспортної одиниці. Однак для виконання ремонту агрегатним методом необхідно мати і своєчасно заповнювати великий фонд оборотних агрегатів, що задовольняє добову потребу АТП. Ремонт агрегатів проводиться з використанням нових готових запасних деталей, а також деталей, що виготовляються або відновлюваних централізовано або силами АТП. Ці ділянки є ключовими елементами виробництва, кожна з основних виробничих ділянок виконує всі роботи з технічного обслуговування та поточного ремонту одного або декількох

агрегатів (вузлів, систем, механізмів, приладів) для певного типу транспортних засобів. Моральна і матеріальна відповідальність при даній формі організації виробництва стають цілком конкретними. Роботи розподіляються між виробничими майданчиками з урахуванням розміру виробничої програми в залежності від кількості рухомого складу на АТП і інтенсивності його експлуатації.

У більшості випадків вдосконалення технологічного процесу здійснюється шляхом заміни застарілого обладнання, яке не дозволяє проводити ремонт автомобілів якісно, що призводить до простою в обслуговуванні автомобілів, хоча і забезпечує відновлення працездатності вузлів, агрегатів, механізмів, систем і т.д. Застарілість обладнання призводить до збільшення витрат на підтримку машини в хорошому стані і недовикористання запасних частин і компонентів.

Існують різні шляхи модернізації та реорганізації дільниці, за рахунок яких можна збільшити продуктивність:

- комплектування дільниці новим обладнанням, яке дозволить виконувати роботи, які раніше не виконуються на дільниці, а також заміна несправного обладнання або обладнання, яке показує неточний результат;
- розробка технологічних процесів поточного ремонту автомобілів і забезпечення робочі місця технологічними картами;
- додаткове оснащення дільниці та робочих постів необхідним інструментом і пристосуваннями, що дозволять механізувати ряд робіт, поліпшити умови праці ремонтних робітників, покращити якість робіт;
- підвищення кваліфікації робітників (освіта, професійна література, досвід інших СТО), залучення молодих спеціалістів, які швидше навчаються роботі на новому обладнанні;
- підвищення мотивації робітників шляхом збільшення заробітної платні, видачі премій за відмінну роботу.

Модернізація дільниці не тільки збільшує спектр пропонованих послуг, а й збільшує пропускну здатність, що також скорочує час очікування для

клієнтів. Крім того, є можливість розширити спектр послуг, а саме обслуговування машин інших марок без додаткових інвестицій. Щоб скоротити час обслуговування автомобіля і підвищити якість обслуговування треба розглядати різні варіанти організації технічних впливів на підприємстві, що проєктується, з метою виявлення найбільш оптимальних для більшості автосервісів.

У даному розділі проєктується дільниця діагностування та ремонту деталей підвіски зі спеціалізацією на визначенні технічного стану деталей підвіски, що відповідають за безпеку руху та екологічну безпеку, без їх розбирання. Діагностування в даному випадку виступає як технологічний елемент ТО і ремонту, а також основний метод виконання контрольних робіт, воно дозволяє забезпечити високу експлуатаційну надійність автомобіля, підвищити продуктивність праці і знизити витрати на поточний ремонт, запасні частини і матеріали. На даній дільниці планується проводити наступні види робіт: діагностування пружних елементів і амортизаторів, зняття робочих характеристик амортизаторів, діагностування несправностей елементів підвіски, операції збирання-розбирання тощо.

2.2 Технологічний проєкт дільниці з ремонту підвіски

Як вже зазначалося вище, об'єктом проєктування є дільниця ремонту і обслуговування підвіски автомобілів зі спеціалізацією на діагностуванні амортизаторів. Проєктування дільниці виключно для діагностування амортизаторів недоцільне через занадто вузьку спеціалізацію, оскільки за статистикою, за обслуговуванням підвіски автовласник звертається не більше одного разу на рік. Тому наряду з ремонтом і діагностуванням амортизаторів доцільно виконувати найбільш поширені роботи з технічного обслуговування і поточного ремонту підвіски автомобілів.

Проведемо технологічний розрахунок дільниці ремонту підвіски автомобілів *за кількістю постів*. У виробничому корпусі даної дільниці нами

передбачено

$$X_{роб} = 5 \text{ постів.}$$

Кількість заїздів одного автомобіля за рік на дільницю приймаємо рівним

$$d = 3,$$

тобто на виконання робіт ТО і ПР підвіски, регулювання робочих характеристик амортизаторів і ресор.

Середній пробіг автомобілів, що експлуатуються на даний момент, приймаємо рівним

$$L = 12\,000 \text{ км,}$$

що є середнім значенням в цілому по Україні.

Режим роботи на даній дільниці приймаємо однозмінним ($c = 1$) з тривалістю робочої зміни

$$T_{зм} = 8 \text{ годин,}$$

кількість робочих днів за рік приймаємо рівною

$$D_{роб} = 305 \text{ днів.}$$

Нормативні трудомісткості робіт дільниці ремонту автомобілів для підприємства даного типу наведені в табл. 2.1. Середню кількість робітників на одному посту приймаємо

$$P_{сер} = 1,$$

а коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів на пости встановлюємо

$$\varphi = 1,3.$$

Рекомендований коефіцієнт використання робочого часу, який враховує затримки в роботі з різних причин

$$\eta = 0,7.$$

Таблиця 2.1 – Нормативні трудомісткості робіт на ремонтній дільниці

Тип підприємства	Питома трудомісткість робіт, люд-год/1000 км	Разова трудомісткість за один заїзд по видах робіт, люд-год				
		ТО і	Мийка	Прийомка-видача	Ремонт підвіски	Діагностування амортизаторів
		ПР підвіски				
	t_H	$t_{сер}$	$t_{м-пр}$	$t_{пр-в}$	$t_{зал}$	$t_{ко}$
Дільниця малої потужності	2,3	-	0,20	0,20	3,5	3,0

Річний об'єм постових робіт технічного обслуговування і поточного ремонту підвіски автомобілів визначимо по формулі

$$T_{пос} = \frac{X_{роб} P_{сер} D_{роб} T_{зм} c \eta}{\varphi} = \frac{5 \cdot 1 \cdot 305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,7}{1,3} = 6569 \text{ люд-год.}$$

Наступним кроком в розробці проєкту ремонтної дільниці є визначення частки b_i даного виду робіт в загальному об'ємі робіт технічного обслуговування і поточного ремонту підвіски, а також частки постових робіт h_i в об'ємі даного виду робіт у відсотках для усіх 5 робочих постів. Результати розрахунку часток кожного з видів робіт представляємо у вигляді табл. 2.2.

Визначимо частку постових робіт в загальному обсязі робіт з технічного обслуговування і поточного ремонту

$$B = \frac{\sum_{i=1}^{15} b_i h_i}{100} = \frac{3 + 4 + 15 + 3 + 4 + 33}{100} = 0,62.$$

Тепер визначимо річний об'єм робіт технічного обслуговування і поточного ремонту на проєктованій дільниці

$$T_{TO-PP} = \frac{T_{noc}}{B} = \frac{6569}{0,62} = 10595 \text{ люд-год.}$$

Таблиця 2.2 – Приблизний розподіл об'єму робіт по видам і місцю їх виконання

Види робіт	Частка виду робіт b_i і частка постових робіт h_i	Добуток $b_i \cdot h_i$
Діагностування амортизаторів	$b_d = 0,04$ $h_d = 100$	4
ТО підвіски у повному обсязі	$b_{TO} = 0,15$ $h_{TO} = 100$	15
Змащувальні	$b_{зм} = 0,03$ $h_{зм} = 100$	3
Регулювання жорсткості підвіски	$b_{рег} = 0,04$ $h_{рег} = 100$	4
Ремонт підвіски	$b_{гал} = 0,33$ $h_{гал} = 100$	3

Питома нормативна трудомісткість робіт з ТО і ПР підвіски для міських станцій обслуговування і ремонту гальмівних систем

$$t_H = 2,3 \text{ люд-год;}$$

коефіцієнт коригування трудомісткості робіт з обслуговування елементів підвіски, що враховує кількість робочих постів, при кількості постів від 5-10

$$K_{II} = 0,9;$$

коефіцієнт коригування трудомісткості робіт з обслуговування елементів підвіски, що враховує кліматичні умови

$$K_3 = 1,2.$$

В такому випадку питома скорегована трудомісткість робіт

$$t_c = t_H K_{II} K_3 = 2,3 \cdot 0,9 \cdot 1,2 = 2,484 \text{ люд-год/1000 км.}$$

Число автомобілів, що обслуговуються на дільницю із заданою

кількістю робочих постів, можна визначити по формулі

$$N_{СТО} = \frac{T_{ТО-ПР} \cdot 1000}{Lt_c} = \frac{10595 \cdot 1000}{12000 \cdot 2,484} = 311 \text{ шт.}$$

На проєктованій дільниці потрібна організація постів миття автомобілів, як тих, що прибули для проходження робіт обслуговування і ремонту, так і тих, що спеціально заїхали з цією метою. Оскільки прибирально-мийні роботи проводяться перед роботами ТО і ПР, або як самостійний вид послуг з розрахунку 1 заїзд автомобіля на 800 – 1000 км пробігу, то річний об'єм прибирально-мийних робіт міських СТО визначається по формулі

$$\begin{aligned} T_{np-m} &= N_{СТО} dt_{np-m} + \frac{N_{СТО} Lt_{np-m}}{1000} = \\ &= 311 \cdot 3 \cdot 0,2 + \frac{311 \cdot 12000 \cdot 0,2}{1000} = 933 \text{ люд-год,} \end{aligned}$$

де $t_{np-m} = 0,2$ люд-год – разова трудомісткість прибирально-мийних робіт.

Окрім робіт з діагностування і ремонту підвіски на дільниці виконуються допоміжні роботи, об'єми яких складають від 20 до 30% загального об'єму робіт з обслуговування і ремонту. Такими роботам є роботи з ремонту і обслуговування технологічного устаткування, оснащення та інструменту різних зон і дільниць, інженерного обладнання, мереж і комунікацій, обслуговування компресорного устаткування. Річний об'єм допоміжних робіт

$$T_{дон} = 0,25 \cdot T_{ТО-ПР} = 0,25 \cdot 10\,595 = 2\,649 \text{ люд-год.}$$

На постах прийомки і видачі автомобілів проводиться визначення технічного стану, необхідного об'єму і вартості ремонтних робіт. Якщо в процесі діагностування виявляються несправності, то вони усуваються на дільниці за узгодженням з власником автомобіля. У разі неможливості виконання цих робіт (з технічних причин або при відмові власника) оформляється відповідна відмітка. Разову трудомісткість з робіт прийомки і видачі автомобілів приймаємо

$$t_{ПВ} = 0,2 \text{ люд-год},$$

тоді річний об'єм робіт з приймання і видачі автомобілів

$$T_{ПВ} = t_{ПВ} \cdot N_{СТО} \cdot d = 0,2 \cdot 311 \cdot 3 = 186,6 (\text{люд-год})$$

Якщо об'єм постових або цехових робіт i -го виду менше 2024 люд-год, то такі роботи можна поєднувати з іншими однорідними постовими або цеховими роботами. Результати розрахунку об'єму робіт та їх закріплення за постами наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Розподіл об'єму робіт по видам і місцю їх виконання

Види робіт	Об'єм робіт					
	Усього		На постах		У цехах	
	доля	люд-г	доля	люд-г	доля	люд-г
Діагностування амортизаторів	0,04	423,8	1	423,8	0	-
ТО підвіски у повному обсязі	0,15	1589	1	1589	0	-
Змащувальні	0,03	317,8	1	317,8	0	-
Регулювання жорсткості підвіски	0,04	423,8	1	423,8	0	-
Шиномонтажні	0,02	211,9	0,3	63,6	0,7	148,3
Ремонт підвіски	0,33	3496,3	1	3496,3	0	-

2.3 Розрахунок кількості працівників дільниці

До виробничих працівників відносяться робітники зон і постів, що безпосередньо виконують роботи з діагностування, обслуговування і ремонту елементів підвіски, причому розрізняють технологічно необхідне і штатне число робітників. Визначимо сумарне число штатних працівників на постах виробничої дільниці, а результати розрахунку представимо у вигляді табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахунок кількості постових робітників

<i>Вид робіт</i>	<i>На постах</i>			
	<i>T_п</i>	<i>P_т</i>	<i>P_{шп} розрах.</i>	<i>P_{шп} прийняте</i>
	<i>люд-г</i>	<i>люд</i>	<i>люд</i>	<i>люд</i>
Діагностування амортизаторів	423,8	0,51	0,58	0,6
ТО підвіски у повному обсязі	1589	1,92	2,16	2,2
Змащувальні	317,8	0,38	0,43	0,4
Регулювання жорсткості підвіски	423,8	0,51	0,58	0,6
Шиномонтажні	63,6	0,35	0,4	0,4
Ремонт підвіски	3496,3	0,38	0,43	0,4
Сумарне число працівників на постах ΣP_{un}				4,6

Остаточно приймаємо число штатних працівників на постах дільниці, що проектується

$$\Sigma P_{un} = 5 \text{ працівників.}$$

Аналогічний розрахунок виконуємо для визначення кількості штатних працівників, необхідних для виконання цехових робіт, а його результати представимо у вигляді табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Розрахунок кількості робітників у цехах

Вид робіт	ТЦ	P _т	Ф _ш	P _{шц}	P _{шпц}
	люд-г	люд	год	люд	люд
Шиномонтажні	148,3	0,18	1800	0,21	0,3
Сумарне число працівників у цехах ΣP_{uc}					1

Кількість працівників на постах прийомки і видачі автомобілів

$$\frac{T_{ПВ}}{\Phi_{III}} = \frac{186,6}{1800} = 0,1.$$

Аналогічним чином визначимо кількість допоміжних працівників, використавши обсяг робіт, знайдений у попередньому пункті

$$\frac{T_{дон}}{\Phi_{III}} = \frac{2649}{1800} = 1,47.$$

Інженерно-технічні працівники мають складати 20% від сумарної кількості працівників дільниці, тому їх число

$$P_{ИП} = 0,2 \cdot (5 + 1 + 0,1 + 1,47) = 1,52.$$

Загальна кількість працівників дільниці, що проєктується

$$\sum P = 5 + 1 + 0,1 + 1,47 + 1,52 = 9,09.$$

Остаточного приймаємо

$$P = 10 \text{ працівників.}$$

2.4 Підбір технологічного обладнання поста діагностування амортизаторів

Підбір необхідного обладнання для поста діагностування амортизаторів виконувався згідно рекомендацій [17] по каталогу технологічного обладнання. Результати вибору представлені в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Обладнання поста діагностування амортизаторів

№	Найменування обладнання	Кількість	Розміри в плані, м
1	2	3	4
1	Стенд діагностування амортизаторів	1	1,8 × 1,2
2	Комп'ютер з програмним забезпеченням	1	0,9 × 0,6
3	Стіл з комп'ютером	1	2,0 × 1,0

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
4	Стелаж	1	$2,0 \times 0,7$
5	Шафа для комплектуючих стенду	1	$1,2 \times 0,7$
6	Робочий стіл діагностування	1	$2,7 \times 0,6$
7	Комп'ютер	1	$0,9 \times 0,6$
8	Стіл для розбирання- збирання елементів підвіски	2	$2,3 \times 0,7$
9	Верстак з тисками	1	$3,5 \times 1,0$
10	Мийка механізмів	1	$1,0 \times 0,4$
11	Стенд для перевірки ресор і поршнів	1	$2,2 \times 0,7$
12	Склад	1	$3,5 \times 3,5$

За результатами підбору технологічного обладнання з урахуванням СанНіП пропонуємо розташування обладнання, представлене на рис. 2.1. Визначаємо по табл. 2.6 площу, займану технологічним обладнанням поста діагностування і ремонту амортизаторів

$$F_{об} = 28,4 \text{ м}^2.$$

Загальну площу поста визначаємо по формулі

$$F_{noc} = k F_{об} = 4,5 \cdot 28,4 = 127,8 \text{ м}^2,$$

де $k = 4,5$ – коефіцієнт щільності встановлення устаткування, прийнятий згідно будівельних норм для підприємств автосервісу.

Згідно розрахунків приймаємо наступні розміри поста:

- довжина приміщення $a = 13 \text{ м}$;
- ширина приміщення $b = 11 \text{ м}$;
- висота приміщення $H = 3,75 \text{ м}$.

З одного боку приміщення проєктуємо вхід для співробітників поста, з іншого слід запланувати ворота для заїзду автомобілів з несправною гальмівною системою (рис. 2.6).

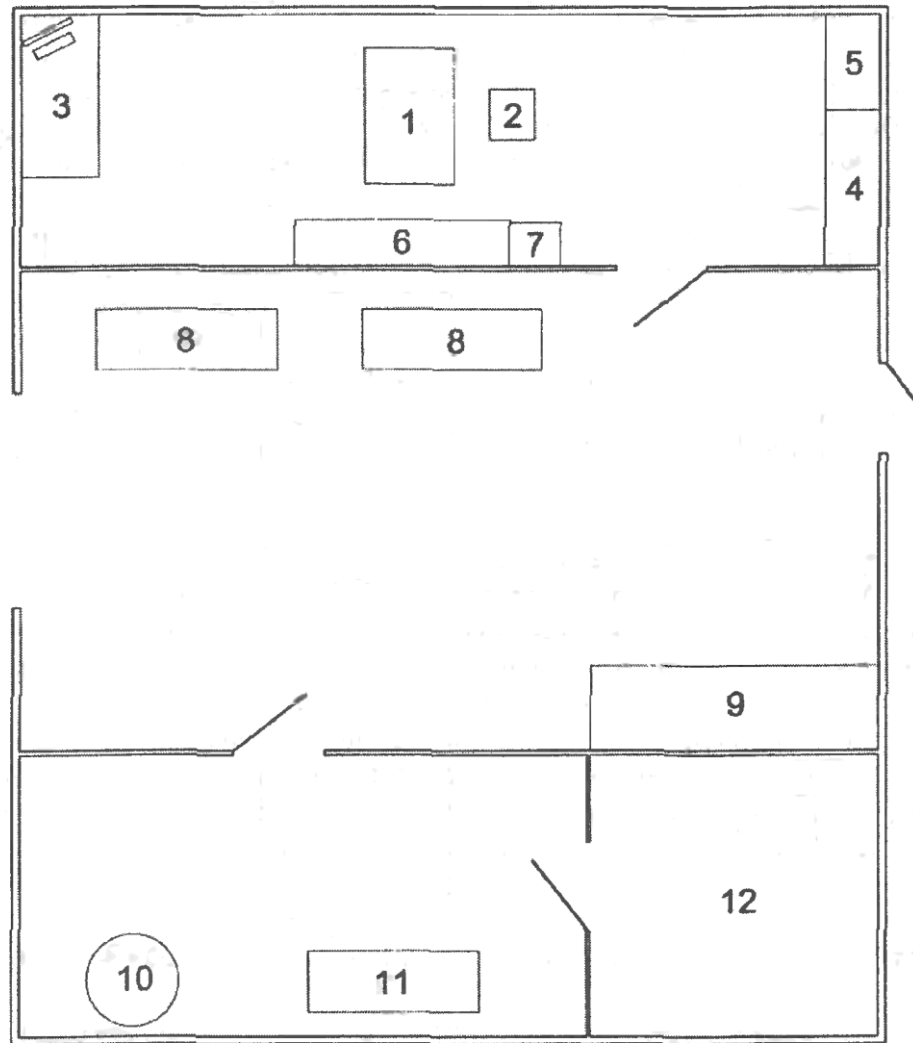


Рисунок 2.1 – Пост діагностування амортизаторів: 1 – стенд діагностування амортизаторів; 2,7 – комп'ютер; 3, 6, 8 – стіл; 4 – стелаж; 5 – шафа для комплектуючих; 9 – верстак; 10 – мийка; 11 – стенд перевірки форми; 12 – склад

Висновки по розділу 2

В даному розділі подано стислу характеристику методів організації технологічного процесу на підприємствах автосервісу, проаналізовано основні напрями його вдосконалення. Показано економічну доцільність проєктування поста з діагностування амортизаторів в рамках більшої ділянки з ремонту і обслуговування деталей підвіски.

Для даної ділянки побудовано виробничу програму, визначено кількість виробничих та інженерно-технічних працівників, проведено розподіл робіт за місцем їх виконання. З урахуванням санітарних і будівельних норм окремо розраховано розміри поста діагностування і ремонту амортизаторів: довжина $a = 13$ м; ширина $b = 11$ м; висота приміщення $H = 3,75$ м.

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вимоги до технічного стану автомобільних амортизаторів

Амортизатори в процесі руху автомобіля мають бути працездатні та надійно закріплені. При випробуваннях амортизаторів дефектом вважається:

- поява рідини на штоці у верхнього краю манжети стійки або сальника амортизатора (за умови, що рідина з'являється знову після притирання місця підтікання);
- наявність стуків, скрипіння та інших шумів за винятком звуків, пов'язаних з перетіканням рідини через клапанну систему;
- наявність надлишкової кількості рідини – «підпор»;
- емульсування рідини;
- недостатня кількість рідини – «провал».

При діагностуванні амортизаторів методом вимірювання зчеплення з дорогою їх стан характеризується наступними відношеннями:

- добрий – не менше 70% (для спортивних автомобілів – не менше 90%);
- слабкий – від 40 до 70% (для спортивних автомобілів – від 70 до 90%);
- дефектний – менше 40% (для спортивних автомобілів – від 40 до 70%).

Результати оцінювання стану амортизаторів не повинні відрізнятися по бортах транспортного засобу більш, ніж на 25%.

При перевірці амортизаторів методом вимірювання амплітуди їх стан характеризується наступними відношеннями:

- добрий – 11...85 мм (для задньої осі масою до 400 кг – 11...75 мм);
- поганий – менше 11 мм;
- зношений – більше 85 мм (для задньої осі масою до 400 кг – більше

75 мм).

Дефектом також вважається і відхилення форми кривих діаграм від еталонної (рис. 3.1).

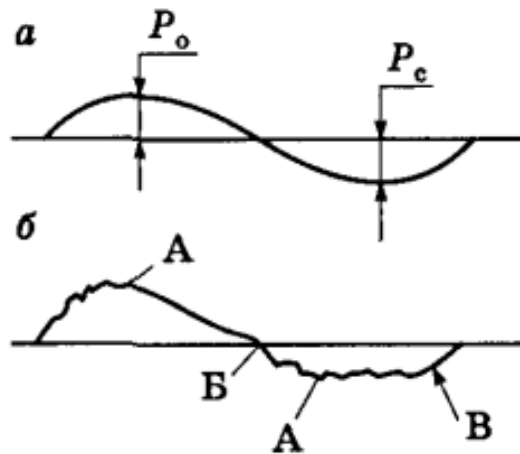


Рисунок 3.1 – Діаграма роботи амортизаторів: *a* – працездатного, *б* – дефектного; А, Б і В – ділянки, що свідчать про наявність відповідно емульсування рідини, «провалу» і «підпору»; P_o і P_c – сили опору при ході відбою і ході стиску

3.2 Методи визначення технічного стану амортизаторів

Існує декілька методів визначення технічного стану автомобільних амортизаторів:

- візуальний огляд;
- розхитування автомобіля;
- перевірка ступеню нагрівання;
- оцінка поведінки автомобіля в русі;
- стендове діагностування.

Візуальний огляд – передбачає виявлення на поверхні корпусу амортизатора підтікання масла, яке свідчить про часткову або повну втрату працездатності. Крім того, візуальному огляду підлягають шини, оскільки рівномірність зносу їх протектора – головний показник якості роботи амортизатора. Якщо краї протектору мають ярко виражені ділянки зносу –

процес руху колеса супроводжується стрибками, що характерно для неробочого амортизатора.

Головним недостатком візуального методу є те, що ним неможливо виявити причини ушкоджень або руйнувань внутрішніх деталей амортизатора.

Розхитування автомобіля полягає в розхитуванні кузова автомобіля, що стоїть, і оцінюванні стану його амортизаторів за кількістю коливальних рухів кузова до моменту повної зупинки. Якщо амортизатори робочі, коливання згасають вже на першому або другому вільному коливанні. Чим гірше стан амортизатору, тим повільніше згасають коливання.

Даний метод дозволяє визначити лише два крайні випадки – амортизатор втратив працездатність або його заклинило, визначити ступінь зносу за його допомогою неможливо. Крім того, по причині тривалої експлуатації шарніри підвіски можуть переміщатися із значним опором, що призведе до швидкого гасіння коливань.

Перевірка ступеню нагрівання амортизатора полягає в тому, що чим вища його температура, тим більш ефективно він виконує свої функції. Для отримання точних результатів амортизатор необхідно розігріти – поїздити на ньому поганою дорогою або на високій швидкості по трасі. Більш низька температура одного з амортизаторів у порівнянні з іншими – показник його нижчої ефективності роботи. Даний метод для діагностування стану амортизаторів використовується нечасто, оскільки вони знаходяться в важкодоступних місцях.

Найбільш точним і інформативним засобом оцінювання стану амортизаторів є стендове діагностування. Нижче наведено його основні методи.

Схема методу діагностування по зчепленню коліс з дорогою представлена на рис. 3.2.

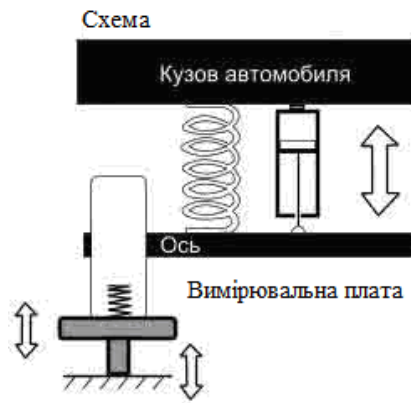


Рисунок 3.2 – Метод діагностування стану ресор по зчепленню коліс з дорогою

База коливань при цьому методі в нижній частині жорстка і підпружинена тільки у верхній частині. Технологія перевірки ресор полягає в наступному: колесо автомобіля, який діагностується, встановлюється точно по середині майданчика запропонованого стенду. В стані спокою вимірюється статична вага колеса. За допомогою електродвигуна здійснюється періодичне збудження коливань з частотою 25 Гц, при цьому вимірвальна плата переміщується, як жорстка ланка. Динамічна вага колеса (вага на платі при частоті коливань 25 Гц), знайдена в результаті дослідження, порівнюється із статичною за наступною формулою

$$\delta = \frac{G_{ст}}{G_{дин}} \cdot 100\%. \quad (3.1)$$

Величина δ носить назву показника добротності, за ним характеризується стан ресорної підвіски:

- добрий – не менше 70% (для спортивної підвіски не менше 90%);
- слабкий – від 40% до 70% (для спортивної – від 70% до 90%);
- дефектний – менше 40% (для спортивної – від 40% до 70%).

Результати оцінки стану передніх та задніх ресор у відсотках для одного автомобіля не повинні відрізнятися більш ніж на 25%.

Недоліком даного методу є те, що дані вимірів залежать від тиску повітря в шині автомобіля, що діагностується, а при діагностуванні

обов'язкове розташування колеса точно посередині майданчика діагностувального стенду. Окрім цього, постійні зовнішні сили і бічні сили (напруження) чинять вплив на бічне переміщення автомобіля, що позначається на результатах тестування.

Принцип діагностування за *методом вимірювання амплітуди* є більш досконалим, а його схема наведена на рис. 3.3. Майданчик стенду підвішений на гнучкому торсіоні, база коливань при цьому методі підпружинена як у верхній, так і нижній частині, що дозволяє вимірювати не лише вагу, а і амплітуду коливань на робочих частотах.

Технологія перевірки ресор і підвіски по методу виміру амплітуди полягає в наступному: на колесо автомобіля, встановлене на майданчик стенду, передаються коливання вимірювальної плати з частотою 16 Гц і амплітудою 7...9 мм. Після вмикання електродвигуна стенду колесо автомобіля коливається відносно нерухомих мас автомобіля, частота коливань збільшується до досягнення резонансної частоти (близько 6 – 8 Гц).

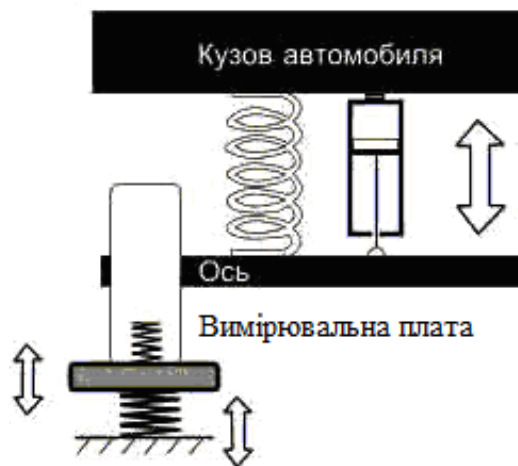


Рисунок 3.3 – Метод діагностування ресор за амплітудними коливаннями

Після проходження точки резонансу примусове збудження коливань припиняється вимкненням електродвигунів стенду. При цьому частота коливань збільшується і перетинає точку резонансу. У цій точці досягається максимальний хід підвіски. Із збільшенням частоти амплітуда також збільшується, а в цей час здійснюється вимір частотної амплітуди

амортизатора. Амплітуда коливань визначається по руху перевірконої плити, що йде за колесом, і реєструється за допомогою електронного блоку. При цьому вимірюється максимальне відхилення (максимальна амплітуда коливань), яке перераховується і візуалізується на екрані монітора окремо для кожної ресори. По графіку коливань на екрані монітора можна оцінити жорсткість ресор, навіть не знаючи її конструктивних параметрів, закладених виготівником: чим менша амплітуда резонансу на графіку, тим кращі гасячі властивості ресори.

Виміряні для кожного колеса на резонансній частоті значення амплітуди коливань виводяться в міліметрах. Окрім цього, для обох амортизаторів однієї осі виводяться різниці довжин у відсотках. Завдяки цьому можна судити про взаємний вплив обох ресор однієї осі. Критерії стану ресор по амплітудному показнику:

- добрий – 11,85 мм (для ваги задньої осі до 400 кг – 11,75мм);
- поганий – менше 11 мм;
- зношений – більше 11,85 мм (для ваги задньої осі до 400 кг – більше 11,75 мм). Різниця ходу коліс не повинна перевищувати 15 мм.

Стенди для перевірки амортизаторів можуть також здійснювати пошук шумів підвіски. У цьому режимі оператор може сам задавати частоту обертання ротора (від 0 до 50 Гц). Без режиму пошуку шумів джерело шуму приходить шукати за долі секунди, поки затухають коливання підвіски.

На рис. 3.4 *а* і *б* представлена кінематична схема достатньо поширеного випробувального стенду, на якому проводилися дослідження робочих характеристик автомобільних амортизаторів, і його загальний вигляд у момент випробувань. Відповідно до результатів метрологічної оцінки випробувань при побудові робочих діаграм по кожній контрольній точці зазвичай робиться не менше чотирьох вимірів, а на графік наноситься їх середнє значення. Безумовною перевагою стендового методу є можливість автоматизації технологічного процесу за рахунок використання комп'ютерної техніки.

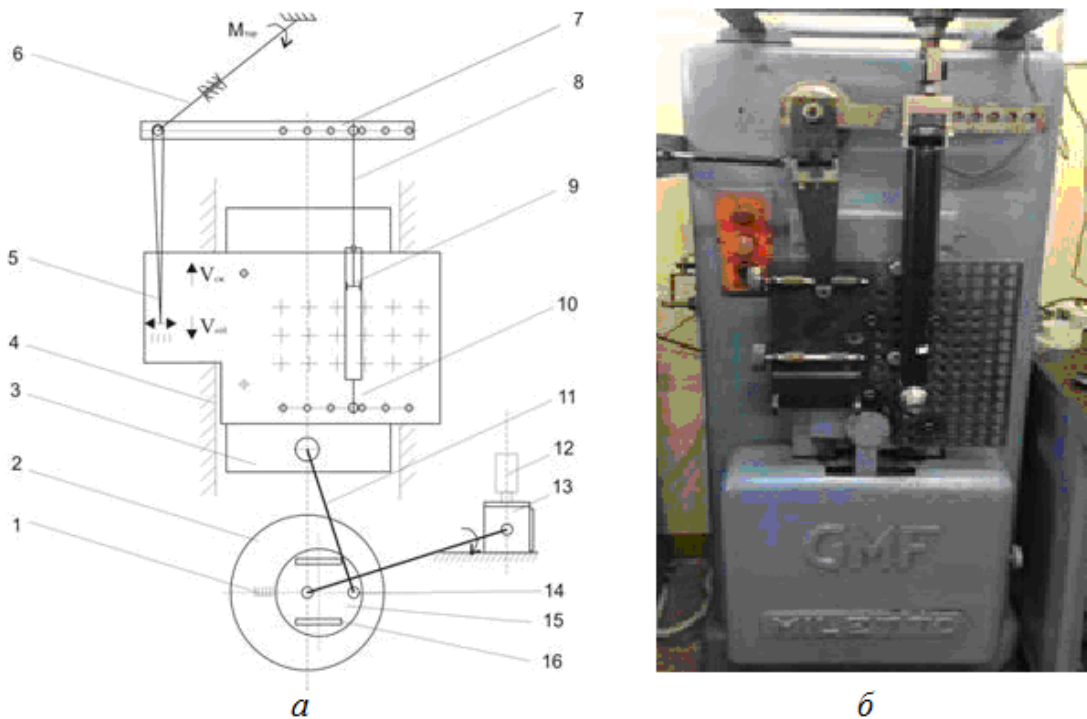


Рисунок 3.4 – Амортизаторний стенд: *а* – кінематична схема; *б* – зовнішній вигляд; 1 – шкала установки ходу; 2 – маховик; 3 – повзун; 4 – санчата; 5 – самописець; 6 – торсіон; 7 – важіль вимірника; 8 – шток; 9 – циліндр амортизатора; 10 – настановна плита; 11 – шатун; 12 – електродвигун; 13 – редуктор; 14 – кривошип; 15 – ексцентрик; 16 – регулювальний паз

3.3 Конструкція і принцип дії стенду для діагностування амортизаторів

З метою вдосконалення технологічного процесу на дільниці, по результатам аналізу підходів до діагностування в п. 3.2, було вирішено використовувати стендову технологію.

Основними компонентами запропонованого стенду діагностування амортизаторів (рис. 3.5) є два незалежних комплекти роликів, розміщених в опорно-сприймаючому пристрої, відповідно для лівої і правої сторін автомобіля, силова шафа, стійка, пульт дистанційного керування і силовимірювальний пристрій тиску на гальмівну педаль. Автотранспортний

засіб встановлюється на стенд так, щоб колеса, амортизатори яких перевіряються, розташовувалися на роliках.

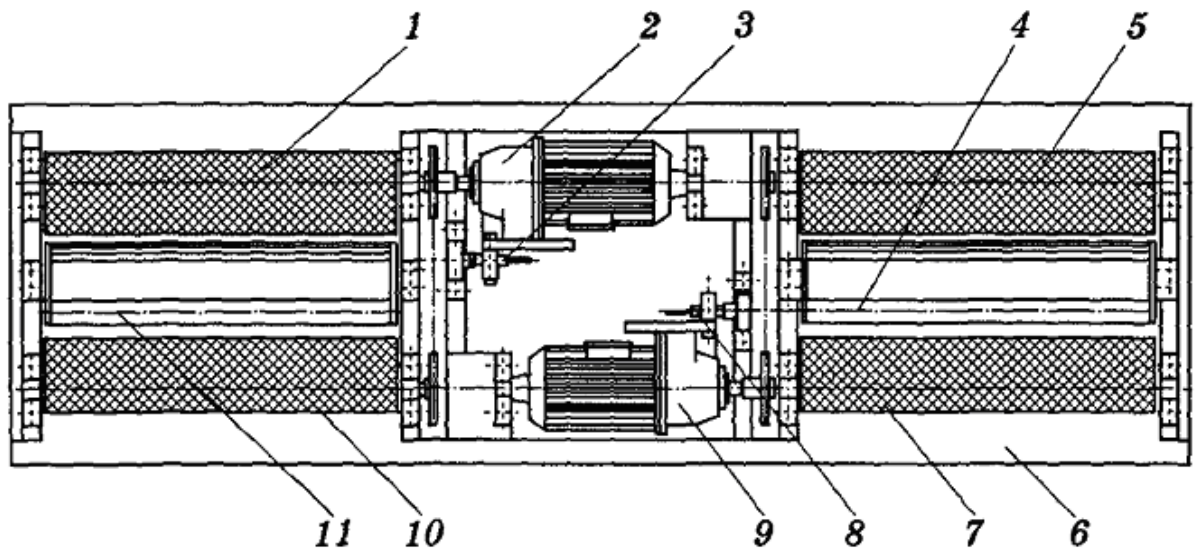


Рисунок 3.5 – Конструкція стенду діагностування амортизаторів: 1, 5, 7, 10 – роliки; 2, 9 – редуктори; 3, 8 – тензометричні датчики; 4, 11 – слідкуючі роliки; 6 – рама; 12 – датчик ваги

Опорно-сприймаючий пристрій призначений для розміщення опорних роliків і примусових коливань коліс автомобіля, амортизатори яких діагностуються, а також для формування (за допомогою датчиків сили і ваги) електричних сигналів, пропорційних відповідно до сили згасання і частини ваги автомобіля, що приходить на кожне колесо осі, яка діагностується.

Опорно-сприймаючий пристрій (рис. 3.6) складається з рами 6 коробчатого перерізу, в якій на сферичних самоустановних підшипниках розташовано дві пари опорних роliків 1, 10 і 5, 7, зв'язаних (попарно кожна) між собою приводним ланцюгом. Роliки 1 і 7 зв'язані за допомогою «глухих» муфт-зірочок із співісним розташованими редукторами 2 і 9. Кожна пара роliків має автономний привод від електродвигуна потужністю 3 кВт.

Електричний двигун привода вологозахисного виконання приводить роliки до руху і потім підтримує постійну швидкість обертання. Привідні двигуни приводяться в дію за допомогою дистанційного керування, завдяки

якому команди на виміри можна подавати з автомобіля або за допомогою інтегрального автоматичного двохпозиційного перемикача.

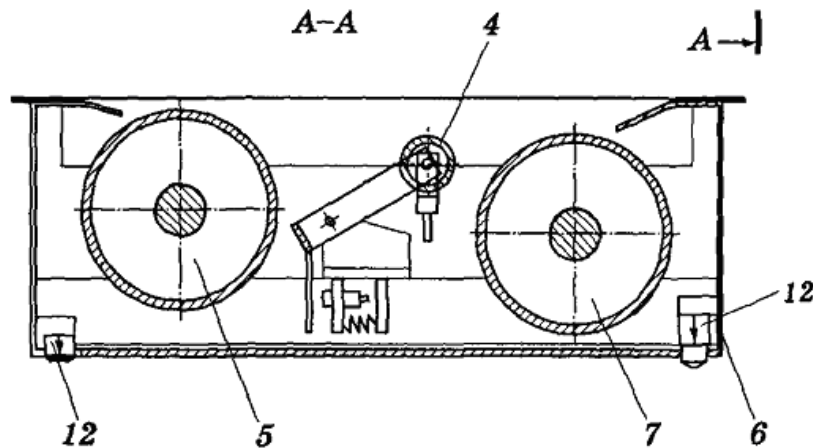


Рисунок 3.6 – Опорно-сприймаючий пристрій: 1 – слідкуючий ролик; 2 – датчик ваги; 3 – рама; 4, 5 – ролик

Гальмівний стенд слід обладнати спеціальним пристроєм, що запобігає пуску роликів агрегатів у разі, коли одне або обидва амортизатора осі виявляються непрацездатними. Таким чином, підвіска автомобіля буде захищена від ушкодження в процесі досліджень, запуск блокується також у разі натиснення педалі гальма завчасно, занадто високої амплітуди коливань роликів одного або обох коліс, пробою підвіски тощо. Силовий роликовий стенд для перевірки амортизаторів автомобілів може визначати ряд наступних параметрів:

- за загальними параметрами транспортного засобу і станом підвіски – опір кожного з амортизаторів та їх працездатність; нерівномірність робочої характеристики амортизатора; вагу, що приходить на амортизатор; вагу, що приходить на вісь (до 3500 кг); силу опору руху поршня;

- при роботі одного ролика – найбільшу силу опору руху поршня в амортизаторі (до 6 кН); декремент затухання коливань; коефіцієнт нерівномірності для робочої характеристики амортизатора; питому силу опору; зусилля на штоці амортизатора;

– при діагностуванні осі – найбільшу силу опору амортизаторів підвіски; питому силу опору в амортизаторах осі; навантаження на передню або задню підвіску.

Дані контролю виводяться на дисплей у вигляді цифрової або графічної інформації.

При в'їзді автомобіля на стенд діагностування амортизаторів виконується вимірювання ваги, слідкуючі ролики натискаються вниз і передають стенду сигнал про приведення стенду в дію. Для включення діагностувального стенду мають бути натиснуті обидва ролики, далі вони служать для визначення параметрів коливань шин відносно бігових роликів і дають сигнал на відключення приводних редукторів при пробі підвіски.

Принцип дії стенду заснований на перетворенні тензодатчиками кінематичних і динамічних параметрів, що виникають в процесі згасаючих коливань коліс автомобіля, а також ваги автомобіля, що діє на роликові агрегати, в аналогові електричні сигнали. Під час коливань залежно від їх амплітуди і частоти на балансірно підвішеному редукторі виникає реактивний момент, корпус редуктора при цьому обертається на кут, пропорційний амплітуді коливань. Реактивний момент, що виникає при обертанні мотор-редуктора, сприймається тензометричними датчиками, один кінець яких закріплений на лапах редукторів, а інший на рамі. Сигнали з датчиків залежно від реактивних моментів, що виникають в процесі діагностування амортизаторів автомобіля, перетворюються в аналогові електричні сигнали.

Частота і амплітуда коливань роликів діагностувального стенду порівнюється з аналогічними характеристиками колес, що діагностуються, через їх різницю визначаються робочі характеристики амортизаторів. У разі пробою автоматично відключається привод роликів діагностувального стенду, що оберігає підвіску від подальших ушкоджень. При перевірці зазвичай коливання відбуваються до тих пір, поки щонайменше один слідкуючий ролик не відмітить досягнення граничної величини амплітуди

коливань і не відключить приводні двигуни. При досягненні одним колесом встановленої амплітуди обидва ролики відключаються. Максимальне виміряне значення записується як максимальна сила опору.

Параметри коливань колеса залежить від стану амортизаторів, коефіцієнт рідинного тертя під час руху поршня визначає параметри згасання коливань. Проте максимальне значення сили тертя може фіксуватися за різних параметрів вимушених коливань. Для отримання в кожен момент часу значень робочих характеристик амортизаторів при різній зовнішній дії, до автомобіля можуть бути приєднані дистанційні датчики тиску. Зусилля від дії сил інерції під час коливань колеса відображується на моніторі або приладовій стійці. Цей параметр характеризує стан амортизаторів, знаючи технічні характеристики амортизатора можна визначити гідравлічний опір перетіканню рідини через отвори поршню.

В процесі діагностування можна вимірювати робочі характеристики окремого амортизатора, амортизаторів підвіски, проводити одночасне діагностування усіх чотирьох амортизаторів або амортизаторів, розташованих з одного боку. Змінюючи частоту коливань приводних роликів можливо моделювати рух автомобіля дорогами різних типів, що дуже важливо при підборі оптимальних параметрів підвіски при русі в складних умовах.

Висновки по розділу 3

В конструкторській частині наведено вимоги до технічного стану амортизаторів, розглянуто основні підходи до їх діагностування, проаналізовано існуючі методи при виконанні подібних робіт, окреслено їх переваги і недоліки. По результатам аналізу визначено, що найбільш оптимальним є стендовий метод діагностування стану амортизаторів, оскільки тільки він гарантує високу точність досліджень.

Для вдосконалення технологічного процесу на дільниці запропоновано конструкторську пропозицію у вигляді діагностувального стенду, основними компонентами якого є два незалежних комплекти роликів, розміщених в опорно-сприймаючому пристрої, відповідно для кожної з сторін автомобіля. Перевагами даної пропозиції є простота конструкції та використання даного стенду.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ НА ДІЛЬНИЦІ РЕМОНТУ ПІДВІСКИ

4.1 Загальні вимоги охорони праці на дільниці діагностування і ремонту елементів підвіски

До діагностування, технічного обслуговування і поточного ремонту (ТО і ПР) елементів підвіски автомобілів допускається персонал, що пройшов спеціальне навчання і склав відповідний іспит. Після складання іспиту персонал дільниці отримує посвідчення на право виконання робіт з ТО і ПР механізмів підвіски автомобілів. Навчання персоналу організовується адміністрацією підприємства-автовласника.

Посадовці, що порушують вказані правила, несуть відповідальність незалежно від того чи привело це порушення до аварії або нещасного випадку і можуть бути притягнуті до дисциплінарної, або іншої відповідальності, передбаченої чинним законодавством, залежно від характеру порушення і тяжкості його наслідків. Про усі аварії і нещасні випадки, пов'язані з використанням зрідженого нафтового газу, а також стисненого повітря адміністрація підприємства (автовласник) зобов'язані негайно повідомляти місцевий орган Держтехнагляду.

Розслідування аварій і нещасних випадків повинне проводитися відповідно до Положення про розслідування і облік нещасних випадків. На основі «Правил з техніки безпеки на автомобільному транспорті» адміністрація підприємства повинна розробити інструкцію з охорони праці для кожної окремої професії (виду робіт) з урахуванням специфіки виробництва, устаткування і затвердити керівництвом підприємства після узгодження з профспілковими організаціями. Технічний персонал дільниці діагностування елементів підвіски автомобілів повинен:

- перевірити перед початком роботи справність інструменту і устаткування, включити вентиляцію;

- виконувати розбиранні і ремонт підвіски тільки в спеціально відведених для цього місцях;

- виконувати при включеному двигуні тільки стендові випробування ефективності роботи амортизаторів, усі інші роботи виконувати при непрацюючому двигуні;

- виконувати роботи по зняттю і встановленню амортизаторів спеціальними інструментами, а не випадковими підручними засобами, усі агрегати знімати тільки після їх охолодження;

- виконувати допоміжні роботи, а також роботи з абразивними матеріалами, що є джерелом іскр, тільки за відсутності палива в баках.

Під час реалізації технологічного процесу на ділянці забороняється:

- виконувати ремонт механізмів підвіски на автомобілі за наявності горючих і легкозаймистих вантажів, а також людей в кузові або кабіні автомобіля;

- запускати двигун в процесі розбирання підвіски;

- зливати паливо з баків поза встановленим місцем;

- користуватися нестандартним і несправним інструментом;

- застосовувати додаткові важелі при відкручуванні з'єднань, що не піддаються;

- користуватися замасленими шлангами, скрученими і сплюснутими гумовими трубками.

4.2 Розрахунок освітлення поста діагностування амортизаторів

Для освітлення ділянки діагностування та ремонту механізмів підвіски автомобілів планується використовувати два типи освітлення – штучне і природне, причому штучне освітлення має здійснюватися люмінесцентними лампами. Спочатку розраховуємо загальне освітлення поста діагностування амортизаторів методом коефіцієнта використання світлового потоку, для чого знаходимо індекс приміщення через його габаритні розміри

$$i = \frac{ab}{(H-h)(a+b)} = \frac{13 \cdot 11}{(3,75 - 0,75) \cdot (13 + 11)} = 1,99;$$

де a і b – відповідно довжина і ширина приміщення поста діагностування амортизаторів, м; $H = 3,75$ м – висота приміщення поста; $h = 0,75$ – висота розташування робочої поверхні.

Далі по табл. 4.1 за допомогою лінійної інтерполяції знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку для даного i

$$\eta(1,99) = 0,37 + \frac{0,48 - 0,37}{1} \cdot 0,99 = 0,479.$$

Таблиця 4.1 – До визначення коефіцієнту використання світлового потоку

Індекс приміщення i	0,5	1	2	3	4	5
Коефіцієнт використання світлового потоку η	0,22	0,37	0,48	0,54	0,59	0,61

Світловий потік визначаємо за формулою

$$F = \frac{EabKZ}{\eta} = \frac{400 \cdot 13 \cdot 11 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{0,479} = 214948 \text{ лм},$$

де $E = 400$ лк – норма освітленості при виконанні діагностувальних робіт; $K = 1,5$ – коефіцієнт запасу для газорозрядних ламп; $Z = 1,2$ – коефіцієнт нерівномірності освітлення.

Обираємо тип газорозрядної лампи ЛБ-80 зі світловим потоком $F_1 = 5\,220$ лм. Визначаємо кількість ламп, необхідних для освітлення ділянки діагностування амортизаторів по формулі

$$n = \frac{F}{F_1} = \frac{214948}{5220} = 40,1 \text{ лампи}.$$

Для освітлення ділянки остаточно приймаємо $n = 40$ ламп – 4 ряди по 10 ламп в кожному.

4.3 Вимоги техніки безпеки до персоналу дільниці

Перед початком виконання робіт на дільниці ремонту механізмів підвіски необхідно:

- надіти чистий спецодяг і взуття;
- підготувати робоче місце, інструмент, пристосування, устаткування, перевірити їх справність;
- слюсарні молотки повинні мати поверхню бойка злегка опуклу (не косу, і не биту) і міцну на дерев'яні ручки овального перерізу;
- зубила, крейцмейселі, борідки, обтискання, керни не повинні мати збитих або скошених поверхонь із задирами;
- набір гайкових ключів повинен відповідати розмірам болтів і гайок, якщо необхідно мати довгий важіль, слід користуватися лише ключем з довгою ручкою, забороняється нарощувати іншим ключем або трубою.

Під час виконання робіт з ремонту амортизаторів автомобілів необхідно дотримуватися наступних вимог техніки безпеки:

- при роботі на лежачих міцно притискувати педаль, дотримуватися норм безпеки під час встановлення і зняття, аби уникнути її падіння на стіл;
- при вирубуванні металу зубилом необхідно враховувати, в який бік безпечніше для оточуючих спрямувати осколки, що відлітають. Сам працівник має знаходитись в захисних окулярах;
- при роботі на контрольних стендах слюсар зобов'язаний пройти інструктаж у майстра з даного виду робіт; візуально переконатися в справності обладнання, після чого перевірити його на холостому ходу; у випадку виявленні несправності попередити майстра і до усунення несправностей до роботи не приступати. Одноосібно проводити ремонт устаткування заборонено;
- стежити і підтримувати чистоту і порядок на робочому місці, не захаращувати проходи, проїзди, не допускати скупчення запасних частин;

– при перевірці співосності отворів за допомогою конусного калібру при розбірно-складальних операціях, що вимагають значних фізичних зусиль, необхідно застосовувати знімачі і шуруповерти; правильно підбирати розмір ключа, переважно користуватися накидними і торцевими; проводити випресовку пальців, втулок і інших деталей лише за допомогою спеціальних пристосувань; під час роботи розташувати інструмент і пристосування так аби він завжди знаходився під рукою;

– при роботі на випробувальному стенді слюсар зобов'язаний візуально перевірити справність пристосувань, електропроводки, заземлення і пульту керування; вузли і агрегати, що мають пружини, розбирати і збирати лише на спеціальних пристосуваннях; при перевірці працездатності агрегатів на стенді перевірити: заземлення стенду, надійність закріплення агрегатів на стенді, наявність захисних кожухів, ступінь заправки агрегатів відповідною рідиною або стисненим повітрям, надійність кріплення агрегатів, справність і правильне з'єднання електропроводки, перевірити агрегат на холостому ходу;

– при промиванні деталі необхідно дотримуватися наступних вимог: мити деталі лише в закритих ваннах із застосуванням миючих засобів; не застосовувати бензин і інші легкозаймисті рідини, палити лише в спеціально відведених місцях; промаслені ганчірки та інші відходи матеріалів слід негайно прибрати в спеціальні металеві ящики;

– не захарашувати прохід до робочого місця при розробці і збірці вузлів;

– не торкатися механізмів, рубильників і інших приладів, що не мають відношень до виконуваної роботи;

По закінченню роботи технологічний персонал зобов'язаний:

– відключити від електромережі електроустаткування;

– привести в порядок робоче місце, покласти пристосування та інструмент відведене місце;

– якщо автомобіль залишається на спеціальних підставках (козелках), перевірити надійність його кріплення. Забороняється залишати автомобіль чи агрегат підвішеним лише на підйомному механізмі.

– зняти спецодяг і прибрати в призначене для нього місце.

– про всі недоліки, виявлені під час роботи доповісти начальнику відділення.

Висновки по розділу 4

Четвертий розділ присвячено питанням охорони праці і техніки безпеки на дільниці ремонту підвіски автомобілів, в ньому розглянуто питання безпечної організації технологічного процесу діагностування автомобільних амортизаторів. Також систематизовано загальні вимоги техніки безпеки до ремонтного персоналу на робочому місці до початку виконання робіт, під час виконання та по їх завершенні. Для поста діагностування амортизаторів методом використання світлового потоку проведено розрахунок загального штучного освітлення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота на тему «Розробка авторемонтного підприємства зі спеціалізацією на діагностуванні та обслуговуванні амортизаторів» присвячена питанню ефективної організації процесу ремонту та діагностування підвіски сучасних автомобілів в умовах підприємства автомобільного сервісу.

На початку дослідження розглянуто вивчено конструкцію сучасних автомобільних амортизаторів різних типів, досліджено їх умови роботи в автомобілі та найбільш поширені несправності, а також наведено головні ознаки втрати амортизатором експлуатаційних характеристик. В рамках теоретичного аналізу показано, однією з тенденцій сучасного автомобілебудування є встановлення нерозбірних амортизаторів, які практично не ремонтуються. Проте середній вік автомобілів в Україні перевищує 10 років, через що на даний момент розбірні амортизатори більш поширені і роботи з їх діагностування і ремонту користуються попитом.

В технологічній частині кваліфікаційної роботи виконано технологічний розрахунок ділянки ремонту механізмів підвіски, визначено виробничу програму ділянки, виконано розрахунок річного об'єму робіт і кількості працівників. Окремо для поста діагностування амортизаторів підібране необхідне технологічне обладнання та визначено його площу.

Конструкторська частина роботи присвячена питанням вдосконалення технологічного процесу діагностування амортизаторів. В ній наведено вимоги до технічного стану амортизаторів, підходи до їх діагностування, проаналізовано існуючі методи при виконанні подібних робіт, окреслено їх переваги і недоліки. Показано, що у зв'язку з різними налаштуваннями підвіски в різних марках автомобілів суб'єктивні методи діагностування є недосконалими і можуть використовуватися в якості доповнення до стендових технологій.

По результатам аналізу стендового обладнання запропоновано конструкторську пропозицію у вигляді діагностувального стенду, основними компонентами якого є два незалежних комплекти роликів, розміщених в опорно-сприймаючому пристрої, відповідно для кожної з сторін автомобіля. Перевагами даної пропозиції є простота конструкції та використання даного стенду.

Останній розділ кваліфікаційної роботи присвячено питанням охорони праці і техніки безпеки на дільниці ремонту підвіски автомобілів, в ньому розглянуто питання безпечної організації технологічного процесу діагностування автомобільних амортизаторів. Також систематизовано загальні вимоги техніки безпеки до ремонтного персоналу на робочому місці до початку виконання робіт, під час виконання та по їх завершенні. Для поста діагностування амортизаторів методом використання світлового потоку проведено розрахунок загального штучного освітлення.

Таким чином, є всі підстави зазначити, що в процесі виконання даної кваліфікаційної роботи було вирішено усі завдання, поставлені на її початку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І.; за ред. проф. С. І. Андрусенка. К. : Каравела, 2009. – 368 с.
2. Будова й експлуатація автомобілів [Текст] : підручник для учнів проф.-техн. закл. освіти / В. Ф. Кисликов, В. В. Лущик. 2.вид. К. : Либідь, 2000. 398 с.
3. Дунаєвський М.В. Методичні настанови до проектування підприємств автомобільного транспорту. *Автодорожник України*, 2006. № 3. С. 14 – 18.
4. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. – Кн. 1 : Теоретичні основи. Технологія: Підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигринець. К. : Вища школа, 1994. 384 с.
5. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. – Кн. 2 : Організація, планування і управління : Підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигринець. К. : Вища школа, 1994. 383 с.
6. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. – Кн. 3 : Ремонт автотранспортних засобів : Підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигринець. К. : Вища шк., 1994. 495 с.
7. Кукурудзяк Ю. Ю. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту : навч. пос. / Ю. Ю. Кукурудзяк, О. В. Рудь, Л. В. Кукурудзяк. Вінниця : ПП «Едельвейс і К», 2010. 336 с.
8. Курніков І. П. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту : навч. пос. / І. П. Курніков, М. К. Корольов, В. М. Токаренко. К. : Вища школа, 1993. 1991 с.
9. Лудченко А. О. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів : технологія : підручник / О. А. Лудченко. К. : Вища шк., 2007. 527 с. : іл.

10. Лудченко А. О. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : організація і управління : підручник / О. А. Лудченко. К. : Знання, 2004. 478 с.
11. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Проектування автотранспортних підприємств» для студентів усіх форм навчання спеціальності 6.070106 «Автомобільний транспорт» / Укладачі О. М. Коробочка, О. Г. Чернета – Дніпродзержинськ, ДДТУ, 2012. 60 с. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://178.219.93.18:8080/Portal/Data/1/4/1-4-mzp7.pdf>.
12. Осадчий М. М., Степашко І. О., Павленко В. М. Аналіз підходів до керування терміном експлуатації автомобіля // Сучасні технології в автомобілебудуванні, транспорті та при підготовці фахівців : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 23–25 жовтня 2023 р.). Харків, 2023. С. 72.
13. Основи теорії експлуатаційних властивостей автомобіля [Текст] : навч. посіб. / В. П. Волков, О. П. Кравченко ; Східноукраїнський національний ун-т ім. Володимира Даля, Харківський національний автомобільно-дорожній ун-т. Луганськ : СХУ ім .В. Даля, 2009. 248 с.
14. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. К. : Мінтранс України, 1998. 16 с. (Нормативний документ Мінтрансу України).
15. Сакно О. П., Сакно О. Р., Медведєв, Є. П., & Цимбал, С. В. (2024). Дослідження впливу зовнішніх факторів на експлуатаційні властивості електромобіля. Вісник машинобудування та транспорту, 19(1), 131-138.
16. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: Навч. посіб. / За ред. проф. С. І. Андрусенка. К.: Каравелла, 2009. 368 с.