

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект ділянки для ремонту та технічного огляду передньої
підвіски легкового автомобіля Mitsubishi Lancer X з дослідженням
характеристик пружності підвіски та величини статичного радіуса колеса
при різних значеннях навантаження

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАм-62
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Михайло ПАВЛУСИК

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Андрій ГУПКА

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Роман ХОРОШУН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра Автомобілів

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«11» листопада 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

студенту Павлусику Михайлу Григоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дільниці ремонтного цеху для ремонту і технічного огляду передньої підвіски легкового автомобіля Mitsubishi Lancer X з дослідженням характеристик пружності підвіски та величини статичного радіуса колеса при різних значеннях навантаження

Керівник роботи Гупка А.Б., к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом ректора від «12» листопада 2024 року № 4/7-1088.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 22 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи

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

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

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

Результати наукових досліджень 2 листа

Стенд для перевірки амортизаторів. Загальний вигляд. -1 лист – А1

Приспосіблення для стискання пружини Складальне креслення - 1 лист – А1

Приспосіблення для зняття пальців рульових тяг Складальне креслення - 1 лист – А1

Таблиця несправностей підвіски автомобіля - 1 лист – А1

Огляд схем, будови та різновиду підвісок автомобілів 2 листа

План дільниці ремонту підвіски автомобіля 1 лист – А1

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 11.11.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	16.11.2024	
2	Технологічний розділ	22.11.2024	
3	Конструкторський розділ	29.11.2024	
4	Науково-дослідний розділ	6.12.2024	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	13.12.2024	
6	Оформлення графічної частини	19.12.2024	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	23.12.2024	

Студент

(підпис)

Володимир МЕТЕЛЬСЬКИЙ

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Андрій ГУПКА

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

В сучасному світі, де автомобілі визначають мобільність та швидкість нашого життя, безпека та надійність транспортних засобів стають питанням першочергового значення. Одним із важливих аспектів цієї проблематики є технічний стан передньої підвіски автомобіля, яка виступає ключовим елементом для забезпечення стійкості, керованості та комфорту під час руху. Несправності передньої підвіски можуть призводити до серйозних наслідків, включаючи втрату контролю над автомобілем та збільшення ризику дорожньо-транспортних пригод.

Тому розробка та впровадження ефективної системи діагностики передньої підвіски стає актуальним завданням, спрямованим на підвищення безпеки та надійності автотранспорту. У цьому контексті, магістерська робота присвячена розгляду та розробці нових методів та технологій діагностики передньої підвіски автомобіля. Шляхом поєднання теоретичних досліджень, аналітичних розвідок та експериментальних випробувань, метою роботи є створення ефективної системи, яка дозволить своєчасно виявляти та усувати несправності, забезпечуючи тим самим оптимальні умови для безпечного та комфортного керування автомобілем.

Зазначена проблема не тільки актуальна для автовиробників та сервісних центрів, але й має вагомий соціальний значущість, оскільки вона безпосередньо впливає на безпеку учасників дорожнього руху. Магістерська робота, присвячена діагностиці передньої підвіски автомобіля, є спробою внести свій внесок у вдосконалення технічного стану автомобілів та зробити наші дороги ще безпечнішими.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	1
ЗМІСТ	2
ВСТУП	3
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	4
1.1. Технічні характеристики підвісок автомобілів	4
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	14
2.1 Характеристика деталей. Описання конструктивних особливостей і умов роботи деталей	14
2.2 Технічні умови на дефектацію вузла і причини виникнення дефектів	17
2.3 Технологія ремонту передньої підвіски автомобіля та її основних елементів	21
2.4 Послідовність виконання ремонтних операцій.	28
2.5 Обґрунтування та вибір установочних баз.	30
2.6 Порядок розрахунку основних операцій технологічного процесу.	31
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	37
3.1 Стенд для дослідження властивостей підвіски типу «Мак-Ферсон»	37
3.2 Принципи вибору технологічного устаткування та пристосувань для виконання основних технологічних операцій	42
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	46
4.1. Методика визначення радіусів колеса автомобіля	46
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	63
5.1. Вентиляція дільниці мало матеріалу по розділах та підрозділах	63
5.2. Організація оповіщення і зв'язку у надзвичайних ситуаціях	68
5.2. 1 Загальні положення	68
5.2.2 Організація оповіщення	69
ВИСНОВКИ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	74

ВСТУП

В епоху постійних технологічних зрушень та стрімкого розвитку автомобільної індустрії, запевнення надійності та безпеки автотранспорту стає нагальною задачею. Одним із ключових компонентів, визначаючих якість керування та комфорт автомобільної подорожі, є передня підвіска. Важливість її належного функціонування важко переоцінити, адже саме вона відповідає за поглиблення та адаптацію до нерівностей дороги, забезпечуючи стабільність автомобіля та безпеку управління.

Проте, з течією часу та експлуатацією авто, передня підвіска піддається зносу, що може вплинути на її функціональність і, в кінцевому підсумку, на безпеку дорожнього руху. Тим самим, актуальність вдосконалення систем діагностики передньої підвіски автомобіля стає очевидною.

Магістерська робота, присвячена діагностиці передньої підвіски, висуває завдання вивчення, розробки та впровадження нових методів та технологій, які дозволять ефективно та точно визначати стан цього важливого автомобільного вузла. Наша мета полягає в піднятті рівня безпеки на дорогах та зменшенні ризиків аварій, шляхом створення інтелектуальних систем, які здатні передбачити та реагувати на потенційні несправності передньої підвіски ще до того, як вони можуть вплинути на динаміку автомобіля.

Ця робота не лише спрямована на вдосконалення технічного аспекту автомобільної промисловості, але й має важливе соціальне значення, ставши вкладом у підвищення рівня безпеки та комфорту водіїв та пасажирів.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Технічні характеристики підвісок автомобілів

В залежності від конструктивних особливостей підвіски автомобілів класифікуються в залежності від типу прямого апарата – незалежні та залежні, а також в залежності від елементів пружності – ресорні, пружинні, пневматичні. Конкретна конструкція підвіски автомобіля характеризується як своїми перевагами, так і своїми недоліками. Як приклад, залежний тип підвіски проста по конструкції, доволі дешева, характеризується постійною колією. До недоліків даної підвіски слід віднести те, що використовувана балка не підресорена, тому дана балка не являється легкою. Характерним являється наявність значного нахилу коліс при лівому та правому їхньому ході, що зумовлює виникнення значного автоколювання коліс однієї осі. Даних недоліків позбуті незалежні підвіски, які мають більш широке застосування. До основних критеріїв, за якими розрізняються дані підвіски відносяться: розташування площин хитання коліс (поздовжні, поперечні, діагональні з використанням косих важелів); кількості важелів (одноважельні, двоважельні, багатоважельні, свічкові). В даній класифікації, як окремий клас, виділена напівзалежна підвіска, або так звана підвіска автомобіля з використанням балки, яка закручується. В основному такі підвіски використовуються в якості задньої підвіски для недорогих автомобілів з переднім приводом.

Конструктивно, будь яка підвіска містить в собі три основних функціональні елементи: пружний елемент, пристрій для направлення, пристрій для гасіння коливань.

В якості матеріалів для виготовлення пружних елементів підвісок, в сучасних автомобілях використовують, як метали (листові ресори, спіральні пружини, торсіони), так і не металічні матеріали (гума, полімер, інертний газ). Для гасіння коливань, тобто для його зменшення, в основному використовують гідравлічні та пневматичні амортизатори.

Параметри класифікації підвісок автомобілів:

1. Залежні, незалежні, балансірні – від характеру кінематики переміщення коліс автомобіля відносно кузова (рами);
2. Пружинні, гумові, торсіонні, ресорні, комбіновані, пневматичні – за видом пружного елемента.

У незалежних підвісках, які можуть бути або автономними, або балансованими, колеса взаємодіють одне з одним через взаємопов'язані коливання. Ці типи підвісок широко використовуються у вантажних автомобілях, автобусах та деяких моделях легкових автомобілів. На схемі основних типів підвісок легкових автомобілів на рисунку 1.1 зображено їх різноманітні конфігурації.

Крім того, рисунок 1.3 а показує структуру незалежної підвіски, а рисунок 1.3 б - конструкцію незалежної одноважільної підвіски, що відрізняється вертикальним переміщенням колеса та зміною кута γ .

Вертикальні переміщення коліс, вказані вище, можуть спричинити втрату надійного контакту між колесом автомобіля та дорожнім покриттям, що призводить до виникнення гіроскопічного моменту. Це особливо помітно при досягненні автомобілем максимальної швидкості та критичної частоти коливань підвіски у вертикальній площині. Це явище може викликати перевантаження підшипникових вузлів маточини колеса, що призводить до додаткових коливань колеса відносно осі повороту.

Використання паралелограмної підвіски автомобіля з двома важелями різної довжини усуває кутове переміщення, але при великому поперечному зсуві колеса ΔL , коли воно контактує з дорожнім покриттям, може виникнути інтенсивне стирання протектора шини та порушення бічної стійкості автомобіля (див. рисунок 1.1.в).

Використання двоважельної підвіски з важелями різної довжини, як зображено на рисунку 1.1.г, дозволяє обмежити зміну кута до мінімального значення, забезпечуючи при цьому переміщення в зоні контакту колеса з дорожнім покриттям. Для розглядуваних конструкцій підвісок автомобілів, при

відношенні довжин верхнього та нижнього важелів в межах 0,53...0,63 і зміні кута повороту в межах $\gamma=6-7$, бічне переміщення колеса становить $\Delta L=5-7$ мм.

Досить маленький гіроскопічний момент, виниклий внаслідок сил тертя, ефективно пригнічується в шарнірах підвіски, а будь-яке невелике бічне переміщення компенсується гнучкістю бокової частини шини.

Зазвичай для передніх (ведучих) коліс легкових автомобілів використовують типи важільно-телескопічних підвісок, таких як "Мак-Ферсон" або коченя, яке качається (див. рис. 1.1.д). Серед переваг цих підвісок можна відзначити зменшення кутів встановлення коліс, невеликі зміни колії, покращену стійкість автомобіля та мінімальне зношення протектора шин.

У структуру підвіски входить нижній поперечний важіль і амортизаторна стійка з пружиною, яка конструктивно з'єднана з верхньою опорою підшипника і закріплена шарнірами з колісною нішею в її верхній частині (переднє крило автомобіля). До переваг цієї конструкції підвіски, яка широко використовується в сучасних автомобільних конструкціях, відносяться невелика маса, компактність та широкий діапазон вертикального ходу.

В якості системи підвіски може використовуватися торсіон, що є пружним елементом у формі валу. Один його кінець закріплений нерухомо, а інший навантажений важелем. Загальна кінематична схема торсійної підвіски представлена на рис. 1.1.е.

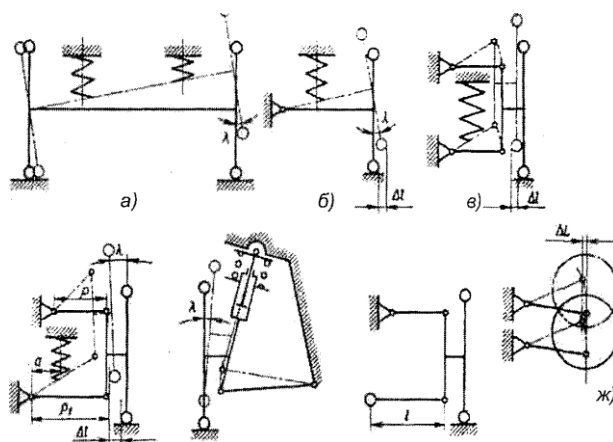


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд кінематичних схем основних типів підвісок легкових автомобілів.

а – підвіска, залежна; б – незалежна підвіска з одним важелем; в, г – незалежна підвіска з важелями різної та рівної довжини; д – незалежна підвіска типу «Мак-Ферсон» з важільно-телескопічним механізмом; е – незалежна підвіска з двоважільним торсіоном; ж – незалежна підвіска з поздовжньою площиною коливань.

На рисунку 1.3.ж представлена схема двоважільної підвіски з важелями, розміщеними вздовжньо, яку використовують для задніх коліс легкового автомобіля як опору. У процесі використання цієї підвіски варто відзначити, що кути встановлення коліс та ширини колії залишаються постійними при зміні бази автомобіля L.

Для тривісних автомобілів з близько розташованими задніми мостами, а також для причепів і напівпричепів застосовують балансирні підвіски. Схеми найбільш поширених конструкцій балансирних підвісок можна знайти на рисунку 1.2. У цих підвісках, де кожен міст оснащений окремою ресорою, одна сторона ресори з'єднана з кронштейном рами автомобіля, а інша сторона з'єднана з балансиrom. Ці підвіски використовуються для напівпричепів у випадку значної відстані між осями коліс (див. рисунок 1.2.а).

На рисунку 1.2.б представлена структура підвіски, в якій ресора кріпиться до рами автомобіля за допомогою спеціальних пальців. Нижче ресори розташована балансирна балка, яка, за допомогою шарнірів, з'єднана з балками мостів (шарнірне з'єднання). На рисунку 1.2.в показана конструкція підвіски, в якій балансирна вісь зафіксована на рамі автомобіля, і ресора, використовуючи шарніри, з'єднана з цією віссю, незалежно опираючись на відповідні балки обох мостів. Ця конструкція підвіски головним чином застосовується у вантажних автомобілях.

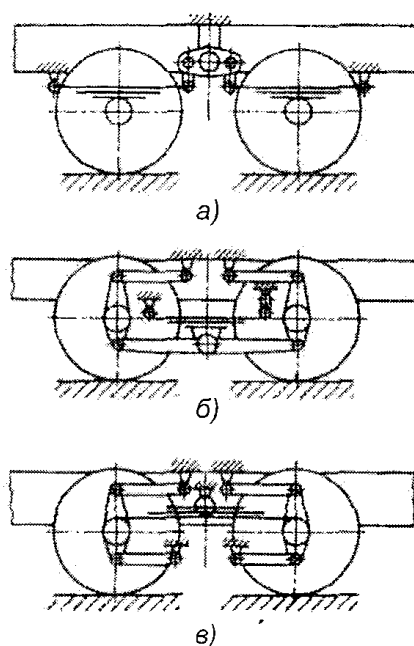


Рисунок 1.2 – Конструктивні схеми балансирних підвісок автомобілів

На рисунку 1.3 приведена конструкція залежної ресорної підвіски, яка в основному використовується для важковантажних автомобілів та причепів. Можливе використання даної підвіски і в деяких моделях легкових автомобілів.

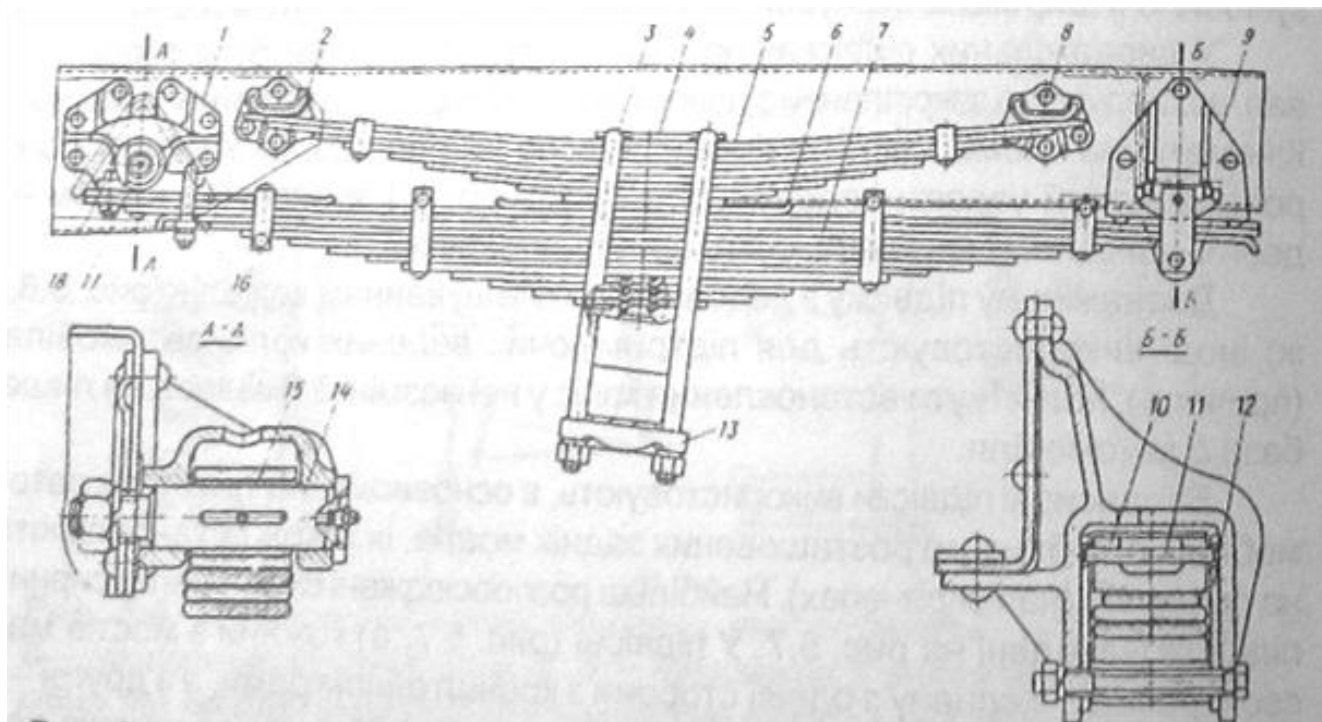


Рисунок 1.3 – Загальний вигляд та конструктивні особливості підвіски для заднього ведучого моста (автомобіль ЗІЛ-130).

В даній конструкції використовується багатошарова напівеліптична ресора 7, яка є основою даної підвіски. Додаткова ресора 5 служить для збільшення пружності підвіски при додатковому динамічному навантаженні на підвіску і яка починає працювати при вертикальному збільшенні навантаження в межах 30...50% від максимального навантаження. Ресори 5 і 7 закріплені на ведучому мосту автомобіля за допомогою спеціальних стрем'янок 3 а також накладок 4 і 13. В зазорі між основною 7 та додатковою ресорою 5 встановлено спеціальний проміжний лист 6. Приєднані до рами автомобіля кронштейни 2, 8 призначені для передачі відповідного навантаження на додаткову ресору 5. Основна ресора 7 своїм переднім кінцем, за допомогою шарнірів, прикріплена до рами автомобіля за допомогою кронштейна 1. До корінного листа основної ресори 7, за допомогою стрем'янки 16, приєднане знімне вушко 18, яке з'єднується при допомозі пальця 14 з кронштейном.

На кронштейні 9, який приклепаний до рами вільно встановлено рухомий задній кінець ресори, який в свою чергу опирається на сухар 10. Для зменшення корінного листа від інтенсивного зношування, в районі заднього кінця ресори, приклепана спеціальна накладка, аналогічно для захисту від зношування поверхонь стінок кронштейна на робочі пальці 11 сухаря встановлено спеціальні вкладиші 12. Вважається більш прогресивною конструкція підвіски у випадку, коли корінні листи, які закріплені відповідно у передньому та задньому кронштейнах при допомозі гумових подушок. До переваг такої конструкції, у порівнянні із шворневим закріпленням, відносяться: ефективне поглинання вібрації та шуму під час експлуатації автомобіля, захист ресорних листів від можливого скручування, відсутність системи змащування.

На рисунку 1.4 приведена конструкція ресорної підвіски балансірного типу для ведучих задніх мостів вантажного тривісного автомобіля. В конструкцію даної підвіски входять дві поздовжніх листових ресори напівеліптичного типу, а також шість повздовжніх реактивних штанг. Середня частина ресори 1 при допомозі накладки 3 та стрем'янки 4 зєднана із маточиною 9, при цьому вільні кінці даної ресори встановлені на спеціальні

опори 2, які приварені до балок мостів автомобіля. На осі 8, за допомогою гайки 7, закріплена маточина, яка ззовні закрита за допомогою кришки 6 і в середині якої знаходиться втулка з антифрикційного матеріалу. З метою захисту маточини від небажаного протікання мастила, яке заливається через робочий отвір 5 і захисту маточини від можливого забруднення з її внутрішньої сторони встановлено ущільнювальні кільця, а також самопіджимний сальник. Запресована у кронштейн 10 вісь 8 встановлюється на рамі автомобіля у відповідних кронштейнах 12.

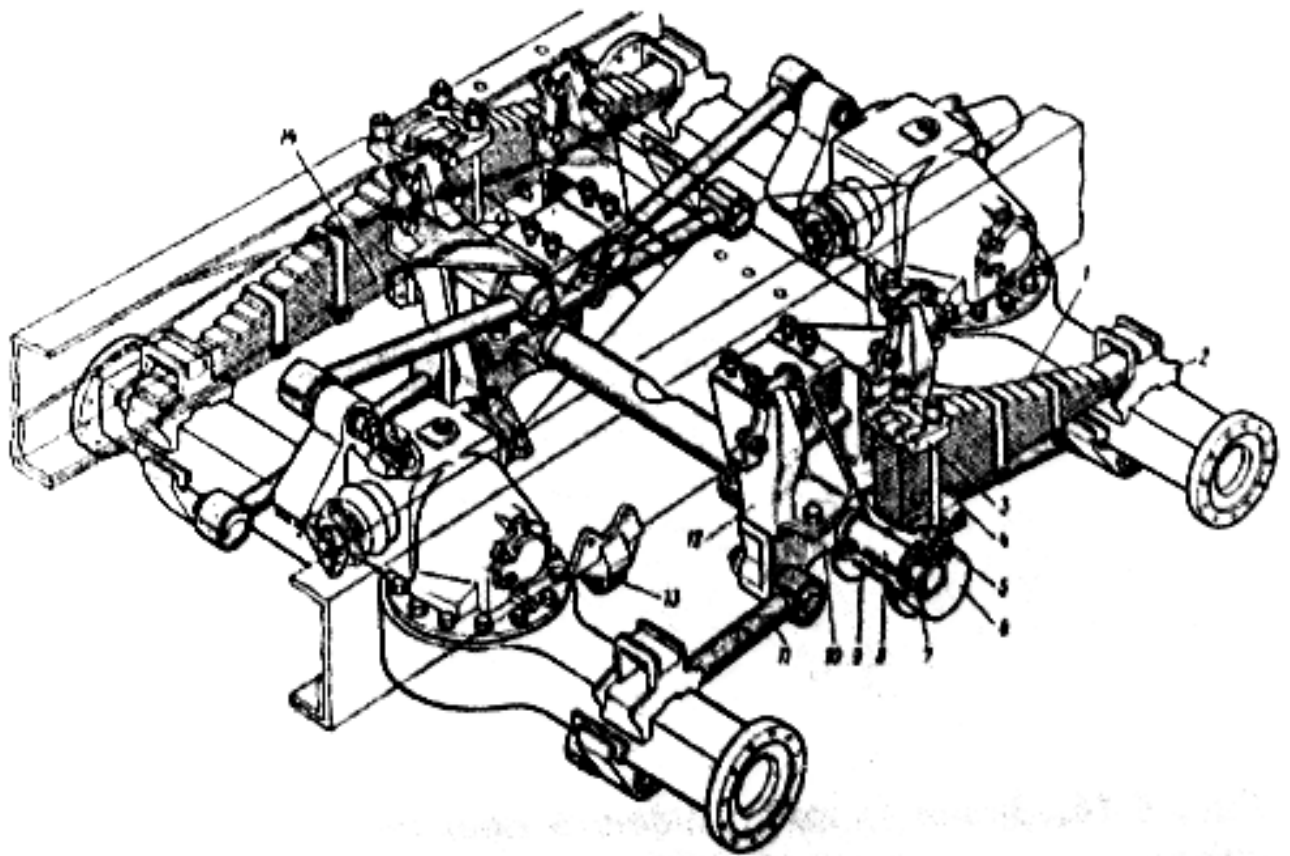


Рисунок 1.4 – Загальний вигляд конструкції підвіски балансного типу

За допомогою трьох повздовжніх реактивних штанг 11 міст з'єднується з рамою автомобіля. Вільні кінці реактивних штанг кріпляться на рамі та мостах автомобіля у спеціальних кронштейнах, для цього використовують нероз'ємні шарові шарніри, які запресовують в головки штанг. В конструкцію шарніра входять шаровий палець, обойми, вкладиші. Матеріалом для виготовлення вкладишів служать тканні стрічки, які просочені спеціальним синтетичним матеріалом. Під захисним чохлом знаходиться запас мастила, який ущільнює

шарнір. Для обмеження верхнього ходу мостів автомобіля використовують гумові буфери 13, які встановлюють на лонжеронах рами. А для обмеження нижнього ходу використовують спеціальний відбійний лист 14, який розміщений між маточиною та ресорою.



Рисунок 1.5 Конструкція торсійної підвіски незалежного типу.

Кріплення торсіона до рами автомобіля з одного кінця здійснюється при допомозі головок, а з іншого кінця кріпиться до важеля підвіски. Аналогічно як і спіральні пружини торсіони не в змозі протидіяти бічним зусиллям, у зв'язку з чим дані підвіски забезпечені спеціальним направляючим пристроєм. Конструктивно торсіони, в залежності від розміщення на автомобілі, бувають повздовжні та поперечні.

На рисунку 1.8 приведена конструкція двоважільної торсійної підвіски незалежного типу. В якості пружного елементу використано торсіон, який по формі являє собою поздовжньо розташований пружний стержень у формі круга і який сприймає навантаження від поперечного важеля підвіски. Одночасно до важеля підвіски кріпиться стабілізатор для забезпечення бокової стійкості рами автомобіля, який також являє собою торсіон розташований поперек автомобіля. Конструктивно торсійна підвіска на відмінну від пружинної більш компактна і дозволяє розміщувати вали приводів та шарнірів.

Компактність даних підвісок забезпечується відмовою від застосування пружин і включенням в їхню конструкцію торсіонів, при цьому зберігається їх

висока надійність в процесі експлуатації автомобіля. Пружини, в якості пружних елементів, іноді сполучають із амортизаторами утворюючи єдину стійку. Встановлюються пружини також окремо між опорними чашками підвіски. Іноді застосовують також і листові ресори – в основному це комерційні автомобілі, в якості базових служать деякі моделі легкових автомобілів. Як приклад, однолистова поперечна ресора виготовлена із композитного матеріалу, використовується в конструкції задньої підвіски автомобіля Volvo 900.

На рисунку 1.9 приведена конструкція важільної телескопічної незалежного типу (свічка) підвіски, яка широко використовується в сучасних легкових передньопривідних автомобілях.

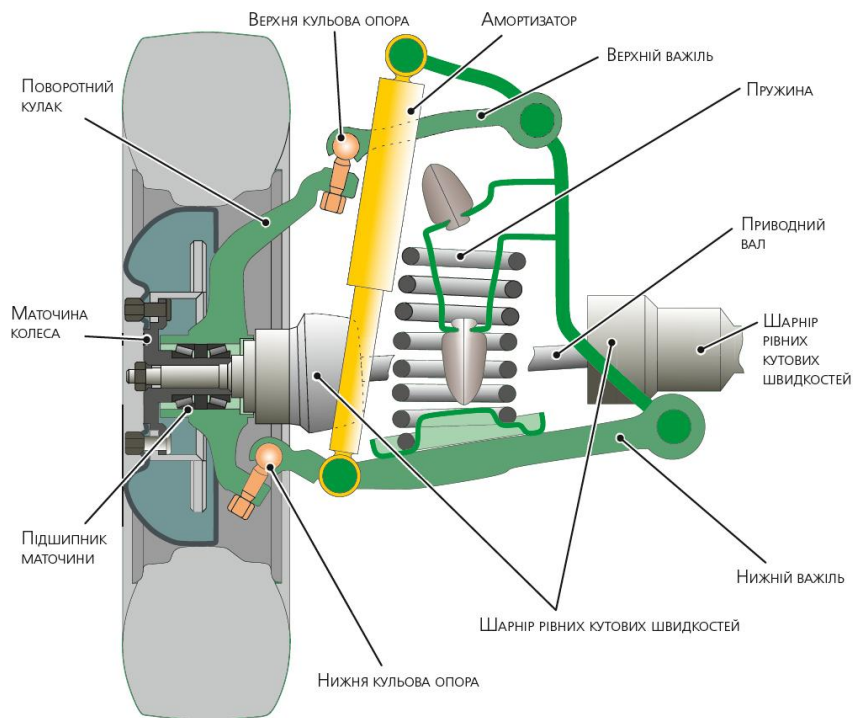


Рисунок 1.6 Конструкція важільно-телескопічної підвіски (тип – «свічка», що качається).

При допомозі клемового кронштейна стійка телескопічного типу, яка служить для амортизації підвіски з'єднується із поворотним кулаком. Своїм верхнім кінцем стійка з'єднана із рамою автомобіля за допомогою гумової опори, в яку вмонтовано підшипник для забезпечення провороту стійки під час повороту коліс автомобіля. З'єднання нижнього поперечного важеля із

поворотним кулаком здійснюється при допомозі шарового шарніра, а з'єднання із поперечною рами автомобіля при допомозі гумових шарнірів.

Нижній важіль кріпиться до стержня стабілізатора поперечної стійкості рами автомобіля при допомозі гумових втулок. Крім цього, даний стабілізатор в якості розтяжок сприймає дію повздовжніх сил та моментів, які діють зі сторони коліс на кузов автомобіля.

На телескопічній стійці, яка виконує роль амортизатора підвіски встановлені циліндрична спіральна пружина та буфер стискання, який служить для обмеження переміщення підвіски вгору. Переміщення підвіски вниз обмежується гідравлічним буфером, який вмонтовано всередині амортизаційної стійки.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Характеристика деталей. Описання конструктивних особливостей і умов роботи деталей

Згідно конструктивної схеми, приведеної на рисунку 2.1, в автомобілі Mitsubishi Lancer X використовується незалежна передня підвіска важільно-пружинного типу куди входять амортизаційні стійки 6, телескопічні за конструкцією, циліндричні гвинтові пружини 5, поперечні важелі 7, 9, стабілізатори для забезпечення поперечної стійкості підвіски.

В якості основного елементу передньої підвіски даного автомобіля використовується амортизаційна стійка 6, телескопічного типу, яка виконує функції направляючого елементу механізму, а також роль елементу (демпфера) для зменшення вертикальних коливань колісної пари відносно кузова автомобіля. Амортизаційна стійка являється базовим елементом до якого прикріплені пружина циліндрична гвинтова 5, буфер для стиску із кожухом для захисту, опора верхня в парі з опорним підшипником. Верхня опора служить для передачі основного навантаження на раму автомобіля. При допомозі поворотного кулака кульової опори 1 з важелем підвіски з'єднана амортизаційна стійка.

З'єднання стабілізатора поперечної стійки 4 з рамою автомобіля здійснюється , при допомозі двох скоб з використанням гумових подушок. Аналогічне з'єднання даної деталі з важелями підвіски при допомозі стійок з використанням гумових втулок. Сайлентблоки та гумові втулки використовуються для кріплення важелів підвіски 7 і 9 безпосередньо через поперечину до підрамника 8.

Основні характеристики підвіски:

- Для поліпшення маневреності збільшена ширина колії.

- Збільшений хід підвіски покращує зчеплення з дорогою і забезпечує хороше зчеплення навіть на нерівних дорогах і згладжує удари, що виникають при наїзді автомобіля на нерівності.
- Повністю плоска поперечина покращує міцність установки важелів у лівому / правому напрямках та забезпечує високу керованість.
- Налагодження втулок осей нижнього важеля поліпшує керованість і забезпечує комфорт при русі.
- Для досягнення високої ефективності стабілізатор з'єднаний зі стійкою, що забезпечує оптимальну стабільність кочення і поліпшує керованість.
- Остаточні налаштування стійок, пружин і подушок кріплення поліпшує керованість і забезпечує комфорт при русі.

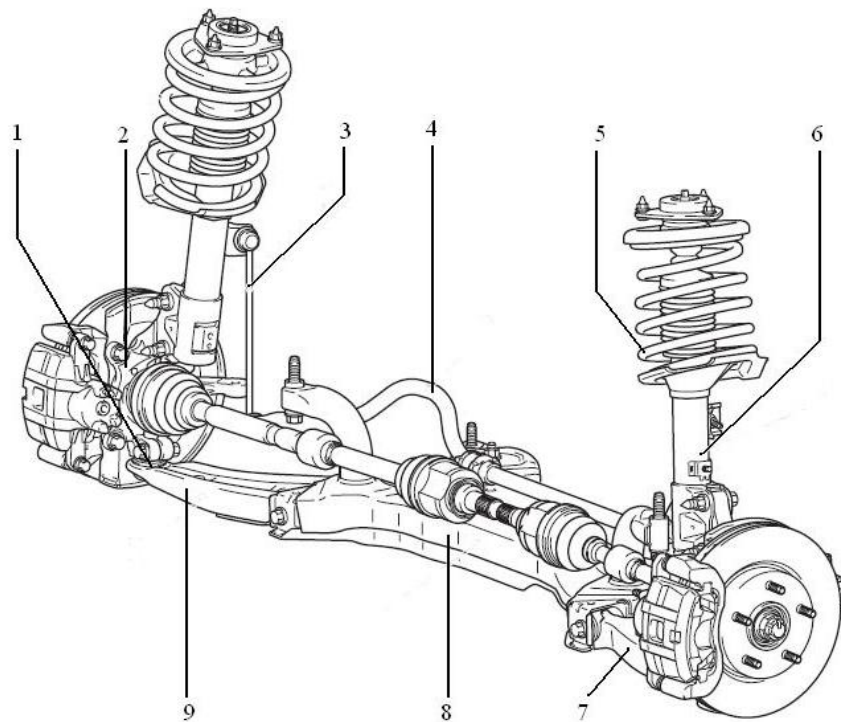


Рисунок 2.1 Конструктивна схема передньої підвіски автомобіля Mitsubishi Lancer X.

1 – кулькова опора; 2 – поворотний кулак; 3 – стійка стабілізатора поперечної стійкості; 4 – стабілізатор поперечної стійкості; 5 – пружина; 6 – телескопічна амортизаторна стійка; 7,9 – важелі; 8 – підрамник.

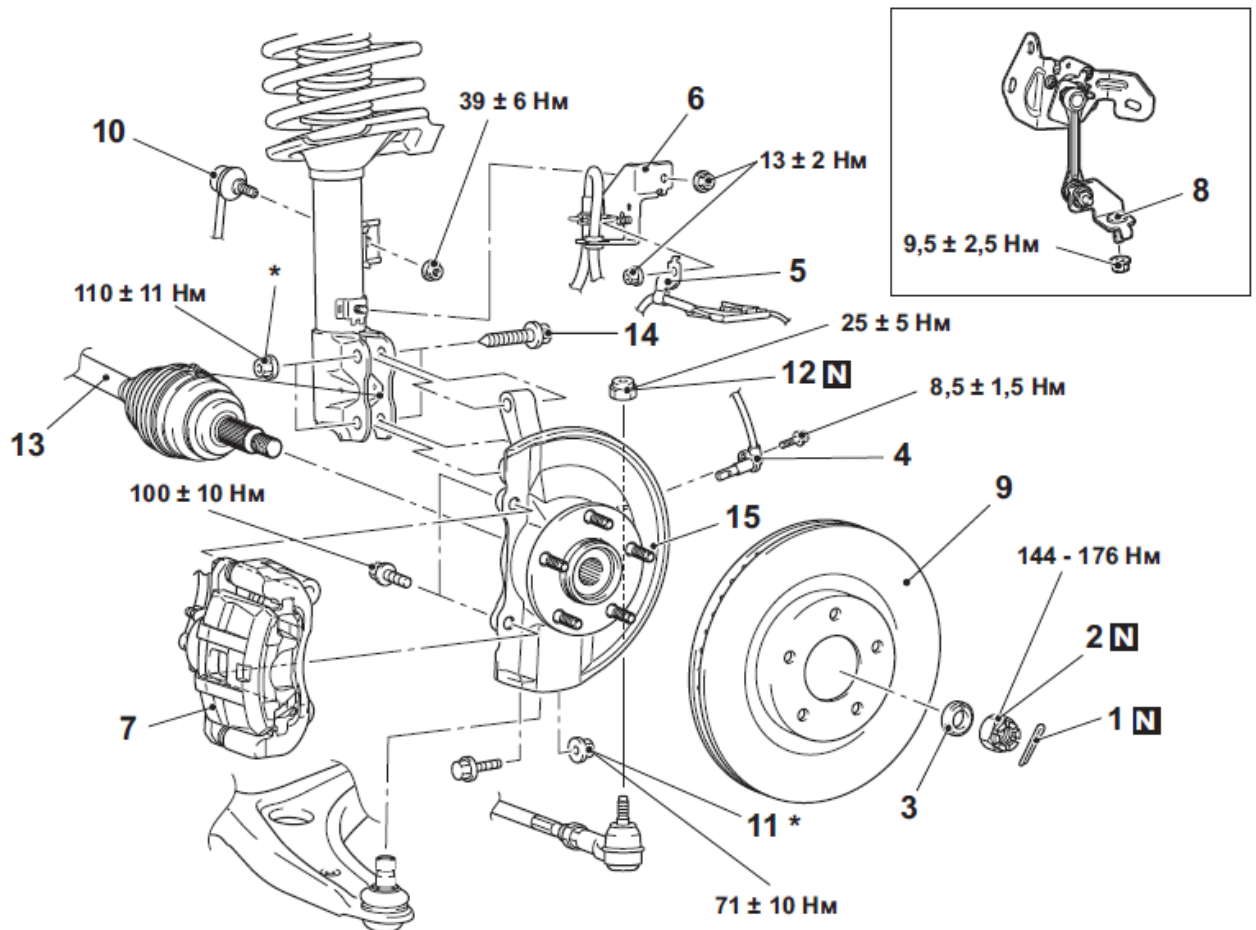


Рисунок 2.2 Схема елементів і моменти затягування деталей передньої підвіски автомобіля Mitsubishi Lancer X.

1 – шплінт; 2 – гайка ведучого валу; 3 – шайба; 4 – датчик швидкості переднього колеса; 5 – кронштейн джгута проводів датчика швидкості переднього колеса; 6 – кронштейн гальмівного шланга; 7 – супорт в зборі; 8 – з'єднання датчика висоти передньої частини кузова з нижнім важелем (у автомобілів з системою автоматичного регулювання рівня фар); 9 – гальмівний диск; 10 – з'єднання стійки стабілізатора; 11 – гайка з фланцем (шарнірне з'єднання нижнього важеля); 12 – самоконтруюча гайка (з'єднання наконечника

тяги); 13 – ведучий вал; 14 – кулак маточини в зборі, кріпильний болт і гайки амортизаційної стійки; 15 – кулак маточини в зборі.

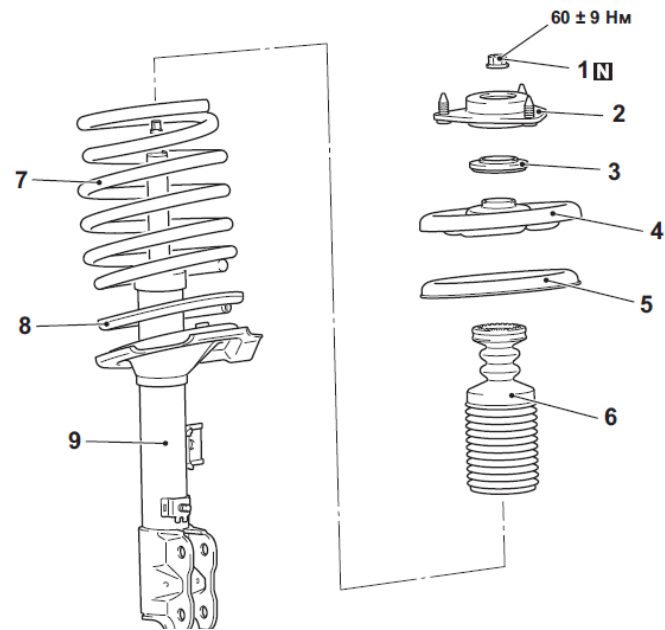


Рисунок 2.3 Деталі передньої амортизаторної стійки..

1 – гайка стійки (самоконтруюча гайка); 2 – опора стійки в зборі; 3 – підшипник; 4 – верхня опорна чашка; 5 – верхня подушка пружини; 6 – гумовий буфер; 7 – гвинтова пружина; 8 – трубка пружини; 9 – стійка в зборі.

2.2 Технічні умови на дефектацію вузла і причини виникнення дефектів.

В таблиці 2.1 приведена інформація про найбільш поширені несправності в конструкції передньої підвіски, причини їх виникнення та основні способи усунення.

Таблиця 2.1

Несправності передньої підвіски, причини їх виникнення та основні способи усунення.

№	Основні несправності та причини їх виникнення	Основні способи їх усунення
1	2	3
Шум та вібрації під час руху автомобіля		

1.	Зменшення зусилля при кріпленні стабілізаційних скоб до підрамника вузла, який забезпечує поперечну стійкість автомобіля, а також кріплення стійок до стабілізатора та нижнього важеля підвіски автомобіля	Відрегулювати зношені різьбові з'єднання або поновити пошкоджену різьбову поверхню. Можливий варіант заміни зношених болтів на нові.
2.	Інтенсивне зношення поверхонь гумових деталей стабілізатора та його стійок.	Заміна зношених елементів.
3.	Інтенсивне зношування поверхонь гумової деталі опори верхньої для амортизаторної стійки автомобіля.	Заміна опори верхньої амортизаторної стійки автомобіля.
4.	Інтенсивне зношування опори кульової нижньої	Заміна важеля разом із опорою.
5.	Інтенсивне зношування шарнірів тяг рульових.	Заміна зношених шарнірів.
6.	Інтенсивне зношування підшипникових вузлів маточин передніх коліс автомобіля. Значне послаблення механізму кріплення гайки маточини.	Заміна підшипників.
7.	Руйнування пружного елементу підвіски передньої.	Заміна пружини.
8.	Вихід з ладу буфера для стиснення стійки амортизаторної	Заміна буфера стиснення.

9.	Граничний дисбаланс передніх коліс автомобіля.	Балансування колеса автомобіля.
Зміна прямолінійного руху автомобіля по прямій дорозі		
1.	Різний тиск повітря в шинах автомобіля.	Регулювання тиску повітря в шинах автомобіля.
2.	Нерівномірне стиснення пружин.	Заміна пружини.
3.	Неправильне встановлення шини на диск автомобіля.	Правильне встановлення шини на диск автомобіля при врахуванні напрямку обертання колеса.
4.	Відхилення кутів щодо повздовжнього нахилу осі повороту передніх коліс автомобіля.	Відрегулювати кути відносно повздовжнього нахилу осі повороту передніх коліс автомобіля згідно інструкції. При недопустимих значеннях кутів необхідно підтягнути кріпильні вузли передньої підвіски або провести заміну пошкоджених деталей, а також відремонтувати пошкоджений кузов автомобіля.
5.	Відхилення кутів розвалу для передніх коліс автомобіля.	Аналогічно пункту 4.
6.	Нерівномірне зношування протектора шин.	Заміна шини.
Інтенсивне або нерівномірне зношування протектора шин автомобіля		
1.	Розбалансовані механізми сходження та оптимальні кути встановлення передніх коліс.	Регулювання механізму сходження коліс та усунення причини зміни заданих кутів встановлення коліс.

2.	Інтенсивне зношування робочих поверхонь нижніх кулькових шарнірів а також шарнірів для рульових тяг і сайлентблоків підвіски автомобіля.	Заміна зношених деталей.
3.	Розбалансування коліс автомобіля.	Провести балансування коліс..
4.	Деформація кузова автомобіля. Пошкодження деталей підвіски.	Ремонт кузова автомобіля та заміна пошкоджених деталей.
5.	Несправна робота стійки амортизаторної.	Заміна амортизаторної стійки або заміна амортизатора в цілому.

Як правило, значна частина несправностей системи підвіски даного автомобіля виникає внаслідок їзди по неякісній дорозі, наїзд автомобіля на великі вибоїни та інші перешкоди. Внаслідок цього можлива поломка пружини, пошкодження буфера зчеплення, поява тріщин у важелях, значне деформування дисків коліс.

Можлива також поява несправностей, які виникають поетапно внаслідок дії досить тривалого часу: навколишнє середовище, зміна навантаження на вузли автомобіля. Дані фактори впливають на появу наступних несправностей: інтенсивне зношування підшипникових вузлів маточини, зношування елементів стабілізатора та його стійок, розбалансування кутів керування коліс, нестабільна робота амортизаційної стійки.

Про пошкодження деталей автомобіля і вихід їх із ладу та необхідний ремонт ходової частини даного автомобіля сигналізують відповідні звуки а також зміни в управлінні автомобіля.

2.3 Технологія ремонту передньої підвіски автомобіля та її основних елементів

При перевірці технічного стану передньої підвіски автомобіля, під час технічного огляду та ремонті перевіряють загальний стан захисних чохлів, кульових опор даного механізму. При цьому, не допускається наявність механічних пошкоджень на чохлах, наявності тріщин на поверхнях деталей підвіски, внаслідок деформації важелів а також контакту із дорожніми перешкоджаннями, деформації важелів, пошкоджень в місцях кріплення деталей та вузлів підвіски.

Під час технічного огляду необхідно перевірити стан шарнірів, гумових подушок, кульових шарнірів та пружин підвіски, амортизаційних стійок в районі верхніх опор підвіски. При появі розривів та випинанні гуми, при значному пошкодженні торцевих поверхонь, необхідна заміна подушки та гумово-металічних шарнірів.

Послідовність дій під час технічного огляду деталей підвіски автомобіля:

1. Якщо під час технічного огляду, виявлено пошкодження захисних чохлів кульових опор, необхідна заміна кульової опори разом із важелями підвіски;

2. Перевірка кульової опори на виявлення люфтів – встановлюють монтажну лопатку у проміжок між поворотним кулаком та важелем підвіски і покачують поворотний кулак. При наявності значного люфту кульового пальця, замінюють опору разом із важелем підвіски.

3. Перевірка підшипника маточини на виявлення люфтів – похитування колеса автомобіля у вертикальній площині, якщо справні кульові опори. При наявності люфтів замінюють підшипники.

4. Перевірка верхніх опор – заміна опори в результаті виявлення значної деформації, а також місцевого відривання гуми від арматури (рисунок 2.1).



Рисунок 2.4 Послідовність перевірки верхньої опори автомобіля.

5. Перевірка на виявлення в кульових шарнірах стійок стабілізатора люфтів. При наявності значних люфтів у шарнірах необхідна заміна стійок. Також перевіряється закручування гайок на надійність пальців кульових шарнірів стійок стабілізаторів.



Рисунок 2.5 Послідовність перевірки кульових шарнірів стійки стабілізатора.

6. Перевірка загального стану гумових подушок та механізму кріплення штанги стабілізатора поперечної стійки до підрамника.

При перевірці та регулюванні кутів встановлення коліс, а також кутів повороту передніх коліс, необхідні рожкові ключі 13×14, 17×19, 22×24. Дана перевірка необхідна для забезпечення надійної стійкості та керованості автомобіля, а також забезпечення більш рівномірного зношування шин автомобіля при його експлуатації.

При вимірюванні сходження коліс використовують необхідні прилади, при цьому встановлено допустиме значення величини сходження по центру протектора шини - 1 ± 2 мм.

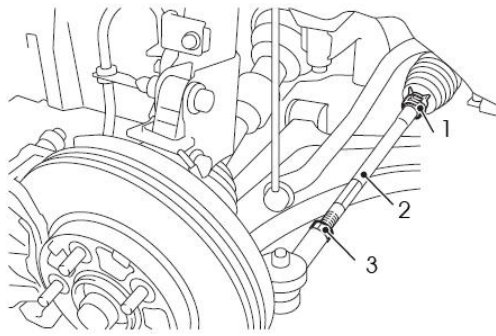


Рисунок 2.6 Схема регулювання величини сходження коліс автомобіля.

1 – механізм затиску сильфону; 2 – рульова тяга автомобіля; 3 – контргайка.

Послідовність регулювання сходження коліс автомобіля:

1. При від регулюванні сходження коліс необхідно ослабити контргайку при попередньому знятті затиску сильфону, при цьому на однакову величину протилежних поворотів повернути стяжні гайки лівої та правої рулевих тяг. Якщо ліва стяжна гайка провертається в напрямку передньої частини автомобіля, а права стяжна гайка відповідно до задньої частини автомобіля, сходження вважається незадовільним.

2. Поновити затиск сильфону із натягом контргайки (момент затягування 52 ± 2 Нм).

3. Засвідчити, що величина сходження коліс знаходиться в межах стандартних значень.

4. З використанням спеціальних приладів проконтролювати відповідність величини кута повороту підвіски, встановленим стандартним значенням: для внутрішніх поверхонь коліс - $40^{\circ}50' \pm 1^{\circ}30'$, для зовнішніх поверхонь коліс - $33^{\circ}50'$.

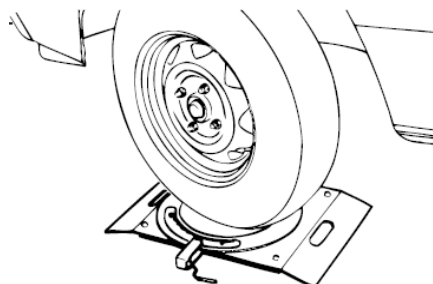


Рисунок 2.7 Схема вимірювання радіусу повороту коліс.

Розвал, повздовжній і поперечний нахил осі повороту.

Стандартне значення приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 Стандартне значення розвалу, повздовжнього і поперечного нахилу осі повороту.

Елемент	Підвіска із стандартним кліренсом	Підвіска із збільшеним кліренсом
Розвал	$-0^{\circ}05' \pm 0^{\circ}30'*$	$0^{\circ}10' \pm 0^{\circ}30'*$
Повздовжній нахил осі повороту колеса	$2^{\circ}40' \pm 0^{\circ}30'*$	$2^{\circ}30' \pm 0^{\circ}30'*$
Поперечний нахил осі повороту колеса	$13^{\circ}30' \pm 1^{\circ}30'$	$13^{\circ}10' \pm 1^{\circ}30'$

Різниця між правим і лівим колесами повинна складати менше 30'.

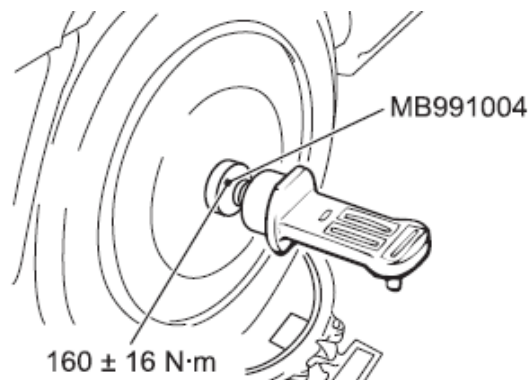


Рисунок 2.8 Встановлення спеціального пристосування для вимірювання кутів установки коліс.

Для автомобілів з алюмінієвими колесами: приєднати прилад для вимірювання розвалу, повздовжнього і поперечного нахилу осі повороту колеса до ведучого валу, використовуючи спеціальне пристосування для вимірювання кутів установки коліс (MB991004). Затягнути спеціальний інструмент і гайку ведучого валу з однаковим моментом затягування 160 ± 16 Нм.

Щоб не пошкодити підшипник маточини колеса, ніколи не навантажувати його вагою автомобіля при ослаблених гайках ведучого валу.

Розвал і повздовжній нахил осі повороту колеса відрегульовані на заводі-виробнику, і їх регулювання не передбачене.

Зняття і встановлення амортизаторної стійки передньої підвіски.

Для цього потрібно рожкові ключі 8×9, 14×17, 17×19, 19×22 ключ шестигранний 5.

1. Зафіксуйте автомобіль стоянковим гальмом та встановіть протизсувні упори під задні колеса.
2. Підніміть передню частину авто, розмістіть її на надійних опорах і зніміть переднє колесо.
3. Розслабте затягнення гайки верхнього кріплення амортизатора (якщо необхідно витягти стійку для заміни амортизатора, пружини чи верхньої опори).



Рисунок 2.9 Послаблення затягнення гайки верхнього кріплення амортизаторної стійки

- 3 Від'єднати гальмівний шланг від поворотного кулака та амортизаторної стійки.
- 4 Роз'єднати верхній шарнір стійки стабілізатора від кронштейна амортизаторної стійки.



Рисунок 2.10 Від'єднання верхнього шарніра стійки стабілізатора.

5 Відкрутити гайки болтів, які кріплять телескопічну стійку до поворотного кулака, при цьому утримуючи головку болта, щоб вона не оберталася. Після цього витягнути болти та від'єднати амортизаторну стійку від поворотного кулака.



Рисунок 2.11 Відкручення гайки кріплення телескопічної стійки до поворотного кулака.



Рисунок 2.12 Від'єднання амортизаторної стійки від поворотного кулака.

6 Закріпити поворотний кулак на кузові автомобіля.

7 Відкрутити три гайки болтів, які кріплять верхню опору амортизаторної стійки до кузова, і зняти амортизаторну стійку з автомобіля.



Рисунок 2.13 Зняття амортизаторної стійки з автомобіля.

8. Встановлювати деталі в порядку, протилежному зняттю.

Ремонт амортизаторної стійки передньої підвіски.

Для цього знадобиться гаечний ключ 17×19 та пристосування для стиснення пружин.

- 1 Вийняти амортизаторну стійку з автомобіля.
- 2 Встановити пристосування для стиснення пружин і скомпресувати пружину.
- 3 Розшrubувати гайку на штоку амортизатора.



Рисунок 2.14 Відкручення гайка штока амортизатора.

4. Зняти верхню опору стійки.
5. Вийняти верхню опорну чашку пружини в одному зібранні з верхньою гумовою прокладкою.
6. Застосувати спеціальне пристосування для видалення пружини передньої підвіски.
7. Перевірити стан нижньої та верхньої гумових прокладок пружини. Якщо вони стиснуті, затверділі або розірвані, замінити їх.



Рисунок 2.15 Нижня гумова прокладка пружини.



Рисунок 2.16 Верхня гумова прокладка пружини.

8. Зняти захисний чохол важеля амортизаторної стійки. Якщо на цьому чохлі з'явилися подряпини або тріщини, слід замінити його. Оглянути деталі стійки.
9. Якщо виявлено тріщини, деформації або пошкодження на корпусі стійки, нижній чашці пружини, поворотному важелі та кронштейні, то слід провести заміну стійки.
10. Поставити амортизаторну стійку в вертикальне положення і кілька разів повністю опустити і підняти шток амортизатора. Рухаючи штоком, переконатися, що він рухається плавно без будь-яких перешкод або стуків. У випадку виявлення несправностей, слід провести заміну стійки. Також слід замінити амортизаторну стійку, якщо виявлено витік рідини.
11. Провести заміну пружини, якщо на ній виявлено тріщини або деформації витків.
12. Зібрати телескопічну стійку в оберненому порядку порівняно з розбиранням.

2.4 Послідовність виконання ремонтних операцій.

005 Операція миття

Під час виконання даної операції здійснюється миття всіх деталей передньої підвіски автомобіля водяним струменем з використанням установки для миття Karcher K4.00 EcoSilent Alu.

010 Операція підготовчих робіт

1. Підбір необхідних інструментів (рожкові ключі - 8×9; 14×17; 17×19; 19×22, ключ шестигранний 5, пневмогайковерт із набором головок 14×17; 17×19; 19×22.
2. Підняття автомобіля із використанням електро гідравлічного піднімача.
3. Зняття передніх коліс за допомогою плеймогайковерта.

4. Послаблення механізму затягнення гайки для верхнього кріплення амортизаційної стійки з використанням рожкових ключів 8×9, 17×19.
5. Зняття гальмівного шлангу з поворотного кулака та амортизаційної стійки.
6. З допомогою шестигранного ключа 5 та рожкового ключа 14×17 від'єднати верхній шарнір стійки стабілізатора від кронштейна амортизаційної стійки.
7. Гайки болтів, які служать для кріплення телескопічної стійки відкрутити до поворотного кулака, утримуючи при цьому головку болта від можливого прокручування. При витягнутих болтах амортизаційну стійку, за допомогою рожкового та накидного ключів, від'єднати від поворотного кулака.
8. За допомогою пластмасового хомута, розміром 300мм, поворотний кулак закріпити на кузові автомобіля.
9. За допомогою пневмогайковерта (головка 14×17) три гайки болтів, які кріплять верхню опору амортизаторної стійки до кузова, відкрутити.
10. Амортизаторну стійку зняти з автомобіля.

015 Операція ремонтних робіт

1. При стиснутій пружині за допомогою пристосування для розбирання і збирання передньої стійки автомобіля, стійку встановити на відповідне пристосіблення для ремонту амортизаторних стійок.
2. За допомогою пневмогайковерта (головка 14×17) гайку штока амортизатора відкрутити.
3. Разом із верхньою опорою стійки, зняти верхню опорну чашку пружини, яка є в зборі із верхньою гумовою прокладкою.
4. Демонтувати пружину передньої підвіски.

020 Операція дефектування

Аналізуємо загальний технічний стан пружини на предмет наявності тріщин, геометричних параметрів (осідання пружини). Аналіз проводимо візуально з використанням вимірювальних інструментів.

025 Операція ремонтних робіт.

1. Заміна дефектної пружини на нову.
2. Заміна відповідно верхніх та нижніх прокладок пружини, заміна захисного чохла для штока амортизаторної стійки.

030 Операція складання.

У зворотньому порядку до процесу розбирання та демонтажу стійки, зібрати дану стійку і встановити її на автомобіль.

035 Операція контролю якості ремонтних робіт.

Перевірка основних параметрів якості виконаних ремонтних робіт проводиться з використанням спеціального стенду для перевірки передньої підвіски автомобіля.

040 Видача автомобіля після ремонтних робіт.

2.5 Обґрунтування та вибір установочних баз.

В процесі підняття автомобіля за допомогою піднімача, в якості базових поверхонь, використовують підсилені точки порогів, які передбачені в конструкції кузова автомобіля. Дані базові поверхні запобігають можливій деформації порогів, а також забезпечують надійний монтаж автомобіля на піднімачі. На рисунках 2.13 і 2.14 приведені схеми встановлення автомобіля на базові поверхні.

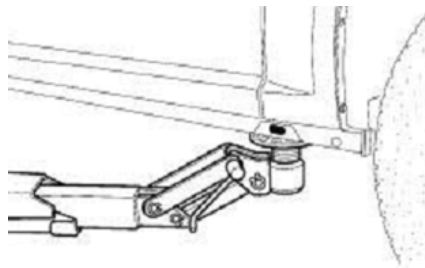


Рисунок 2.13 Схема встановлення передньої частини автомобіля на піднімачі по базових поверхнях.

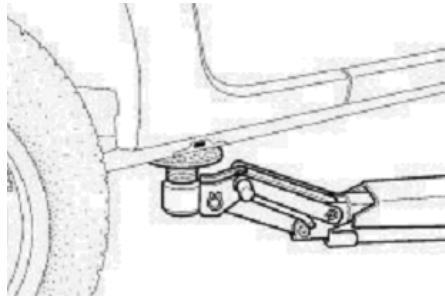


Рисунок 2.14 Схема встановлення задньої частини автомобіля на піднімачі по базових поверхнях.

В якості базових поверхонь, під час встановлення стійки на спеціальне пристосування, служить відповідно верхнє та нижні упорні чашки стійки, які в свою чергу контактують із стійкою та упором, що не дозволяє вильоту пружини під час розбирання стійки.

2.6 Порядок розрахунку основних операцій технологічного процесу.

Складові норм часу на виконання операції розбирання даного вузла визначаємо за формулою:

$$T_{шкр} = \sum T_p \cdot K_p$$

де $\sum T_p$ – сумарний час на виконання операцій розбирання, хв;

K_p – поправочний коефіцієнт при розрахунку часу непередбаченого відповідними нормативами для процесу розбирання, $K_p=1,2$.

Визначення часу на операцію розбирання визначаємо за формулою

$$T_p = T_m \cdot K_y$$

Де T_p – табличне значення часу для виконання даного прийому, хв;

K_y – поправочний коефіцієнт.

005 Операція миття

Визначення норм часу на миття деталей:

$$T_{pl} = T_m \cdot K_y$$

$T_m=2,06$ хв;

$K_y=1,3$;

$$T_{pl} = 2,06 \cdot 1,3 = 2,68 \text{ хв}$$

010 Операція підготовча

Визначення норм часу на зняття колеса автомобіля:

$$T_{p2} = T_m \cdot K_y \cdot n$$

$$T_m = 0,20 \text{ хв};$$

$$K_y = 1,6;$$

$n = 6$ – кількість болтів кріплення колеса;

$$T_{p2} = 0,20 \cdot 1,6 \cdot 6 = 1,96 \text{ хв}$$

Визначення норм часу на період послаблення стиску гайки верхнього кріплення стійки амортизаторної автомобіля:

$$T_{p3} = T_m \cdot K_y$$

$$T_m = 0,3 \text{ хв};$$

$$K_y = 1,6 ;$$

$$T_{p3} = 0,3 \cdot 1,6 = 0,48 \text{ хв}$$

Визначення норми часу на роз'єднання кронштейна та стійки амортизаторної шарніра верхнього стійки стабілізатора:

$$T_{p4} = T_m \cdot K_y$$

$$T_m = 0,25 \text{ хв};$$

$$K_y = 1,4;$$

$$T_{p4} = 0,25 \cdot 1,4 = 0,30 \text{ хв}$$

Визначення норми часу для зняття гайок болтів для кріплення стійки до кулака поворотного:

$$T_{p5} = T_m \cdot K_y \cdot n$$

$$T_{m1} = 0,15 \text{ хв} ;$$

$$K_{y1} = 1,6;$$

$n = 2$ – кількість болтів;

$$T_{p5} = 0,15 \cdot 1,6 \cdot 2 = 0,50 \text{ хв}$$

Визначення норми часу на зняття гайок для болтів кріплення верхньої опори стійки до кузова автомобіля:

$$T_{p6} = T_m \cdot K_y \cdot n$$

$$T_m = 0,17 \text{ хв};$$

$$K_y = 1,6;$$

$n = 3$ – кількість болтів;

$$T_{p6} = 0,17 \cdot 1,6 \cdot 3 = 0,76 \text{ хв}$$

Визначення норми часу на процес зняття стійки з автомобіля:

$$T_{p7} = T_m \cdot K_y$$

$$T_m = 0,05 \text{ хв};$$

$$K_y = 1,6;$$

$$T_{p7} = 0,05 \cdot 1,6 = 0,08 \text{ хв}$$

015 Операція ремонтних робіт

Визначення норми часу на процес відкручення гайки штока амортизатора:

$$T_{p8} = T_m \cdot K_y$$

$$T_m = 0,15 \text{ хв};$$

$$K_y = 1,6;$$

$$T_{p8} = 0,15 \cdot 1,6 = 0,30 \text{ хв}$$

Визначення норми часу на процес зняття пружини:

$$T_{p9} = T_m \cdot K_y$$

$$T_m = 0,36 \text{ хв};$$

$$K_y = 1,7;$$

$$T_{p9} = 0,36 \cdot 1,7 = 0,62 \text{ хв}$$

$$T_{шкр} = (1,36 + 0, + 0,35 + 0,45 + 0,80 + 0,05 + 0,25 + 0,47) \cdot 1,1 = 4,88 \text{ хв}$$

020 Операція дефектування

Визначення норми часу на операцію дефектування операцію.

Час для визначення технічного стану пружини дорівнює 4 хв.

025 Операція ремонтних робіт

Визначення норми часу на проведення ремонтних робіт.

Час на заміну пружини та всіх гумових елементів підвіски автомобіля дорівнює 11 хв.

030 Операція складальна

Складові норм часу на виконання операції складання визначаються за формулою:

$$T_{шкс} = \sum T_c \cdot K_c$$

Де $\sum T_c$ – сумарний час на виконання операцій складання, хв;

K_c – коефіцієнт кореляції при розрахунку затрати часу не передбаченого нормативами, $K_c=1,6$.

Величина часу на проведення операції визначається за формулою:

$$T_c = T_m \cdot K_y$$

Де T_c – табличне значення часу на виконання прийому, хв;

K_y – поправочний коефіцієнт у випадку відхилення від нормальних умов роботи.

1. Визначення затрат часу на процес встановлення пружини:

$$T_{c1} = T_m \cdot K_y$$

$T_m=0,46$ хв;

$K_y=1,4$;

$$T_{c1} = 0,46 \cdot 1,4 = 0,64 \text{ хв}$$

2. Визначення норми часу на процес закручення гайки штока амортизатора:

$$T_{c2} = T_m \cdot K_y$$

$T_m=0,44$ хв;

$K_y=1,7$;

$$T_{c2} = 0,44 \cdot 1,7 = 0,58 \text{ хв}$$

3. Визначення норми часу на процес встановлення стійки на автомобіль:

$$T_{c3} = T_m \cdot K_y$$

$T_m=0,15$ хв;

$K_y=1,3$;

$$T_{c3} = 0,15 \cdot 1,3 = 0,185 \text{ хв}$$

4. Визначення норми часу на процес закручення гайок болтів для кріплення верхньої опори стійки до кузова автомобіля:

$$T_{c4} = T_m \cdot K_y \cdot n$$

$$T_m = 0,35 \text{ хв};$$

$$K_y = 1,4;$$

n = загальна кількість болтів;

$$T_{c4} = 0,35 \cdot 1,4 \cdot 3 = 1,60 \text{ хв}$$

5. Визначення норми часу на процес закручення гайок болтів для кріплення стійки до поворотного кулака:

$$T_{c5} = T_m \cdot K_y \cdot n$$

$$T_m = 0,26 \text{ хв};$$

$$K_y = 1,7;$$

n = загальна кількість болтів;

$$T_{c5} = 0,26 \cdot 1,7 \cdot 2 = 0,82 \text{ хв}$$

6. Визначення норми часу на процес з'єднання верхнього шарніра стійки стабілізатора до кронштейна амортизаторної стійки:

$$T_{c6} = T_m \cdot K_y$$

$$T_m = 0,85 \text{ хв};$$

$$K_y = 1,4;$$

$$T_{c6} = 0,85 \cdot 1,4 = 1,30 \text{ хв}$$

7. Визначення норми часу на процес дотягування гайки для верхнього кріплення амортизаторної стійки:

$$T_{c7} = T_m \cdot K_y$$

$$T_m = 0,3 \text{ хв};$$

$$K_y = 1,4;$$

$$T_{c7} = 0,3 \cdot 1,4 = 0,42 \text{ хв}$$

8. Визначення норми часу на процес встановлення колеса автомобіля:

$$T_{c4} = T_m \cdot K_y \cdot n$$

$$T_m = 0,35 \text{ хв};$$

$$K_y = 1,4;$$

n = загальна кількість болтів;

$$T_{c4} = 0,35 \cdot 1,45 = 3,01 \text{хв}$$

$$T_{\text{шкс}} = (0,674 + 0,49 + 0,194 + 1,63 + 0,85 + 1,28 + 0,2 + 2,9) 1,5 = 12,27 \text{хв}$$

035 Перевірка якості ремонту

Визначаємо затрату часу на перевірку якості ремонту: перевірка на стенді триває 15хв.

Норми витрат часу зводимо в таблицю 2.3

Таблиця 2.3

Норми витрат часу на заміну пружини передньої стійки.

№ п/п	Назва виконуваної роботи	Затрати часу на заміну одної пружини, хв	Затрати часу на заміну двох пружин, хв
1	2	3	4
1	Зовнішнє миття деталей.	2,45	2,45
2	Розбирання елементів підвіски.	4,9	9,8
3	Дефектувальна операція.	3	6
4	Ремонтна операція.	10	20
5	Складальна операція.	12,15	24,3
6	Перевірка якості ремонту.	15	15
	Разом:	47,5	77,55

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Стенд для дослідження властивостей підвіски типу «Мак-Ферсон»

З метою наближення стендових досліджень до експлуатаційних при аналізі основних характеристик підвісок та коліс легкового автомобіля, використано спеціальний стенд, конструкція якого показано на рисунку 3.1

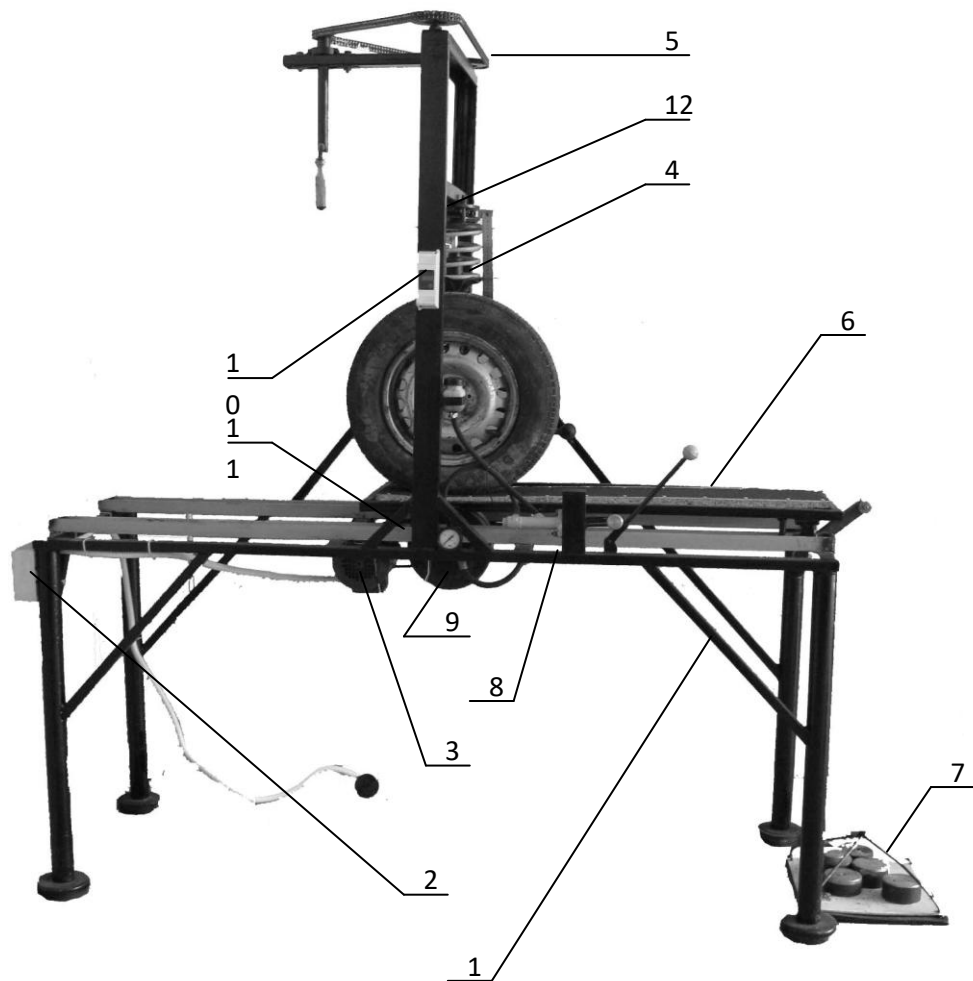


Рисунок 3.1 – Конструкція стенда для дослідження основних характеристик підвіски та коліс автомобіля.

1 – несуча рама; 2 – пульт керування; 3 – механізм приводу; 4 – автомобільна стійка; 5 – механізм для навантаження стійки; 6 – рухомий стіл; 7

– вантажна платформа; 8 – гальмівний привід; 9 – манометр; 10 – спідометр; 11 – амперметр; 12 – контролюючий пристрій.

Конструкція стенду для дослідження властивостей підвіски автомобіля та принцип його роботи:

1. Верхня чашка амортизаційної стійки підвіски автомобіля закріплюється в напрямному пристрої 12 даного стенду, а нижня чашка, закріплюється до рами стенду 1 за допомогою реактивних тяг.

2. Колесо автомобіля встановлюється на маточині амортизаційної стійки, при цьому до внутрішньої сторони диска шини кріпиться датчик для контролю швидкості обертання колеса. Швидкість обертання колеса вимірюється за допомогою спідометра 10.

3. Характер поведінки автомобільних коліс за різних умов експлуатації для різних типів протектора, визначається на даному стенді за допомогою рухомого стола із змінними покриттями, який з'єднаний за допомогою тросу із платформою 7. В процесі дослідження, стіл навантажується відповідними вантажами, при цьому величина ходу стола рівна 1м і використовується гладка та шорстка поверхні стола. Для забезпечення необхідного навантаження на підвіску автомобіля передбачено спеціальний навантажувальний механізм 5 з ручним механізмом приводу. Величина сили навантаження Q на колесо визначається за допомогою вимірної лінійки.

4. Підвіска автомобіля навантажується після встановлення рухомого стола у початкове положення (рис. 3.2). Відповідно на робочу платформу фіксуються певні вантажі та вимірюється час ходу робочого стола (рис.3.3). Одержуємо дані по дослідженню залежності між величинами: часу руху робочого стола t , вантажу m , та сили навантаження Q . При цьому, досліджувались різні типи шин, різні види покриття стола та широкий діапазон навантаження на підвіску автомобіля.

5. Рухомий стіл 6 із змінними покриттями використовується для визначення статичного радіуса автомобільного колеса. Центрувальний отвір, який позначає центр колеса і знаходиться на маточині колеса (рисунок 3.4) разом

із вимірною лінійкою і визначають статичний радіус (r_c) колеса автомобіля. Дослідження проводиться в широкому діапазоні навантаження на підвіску автомобіля.

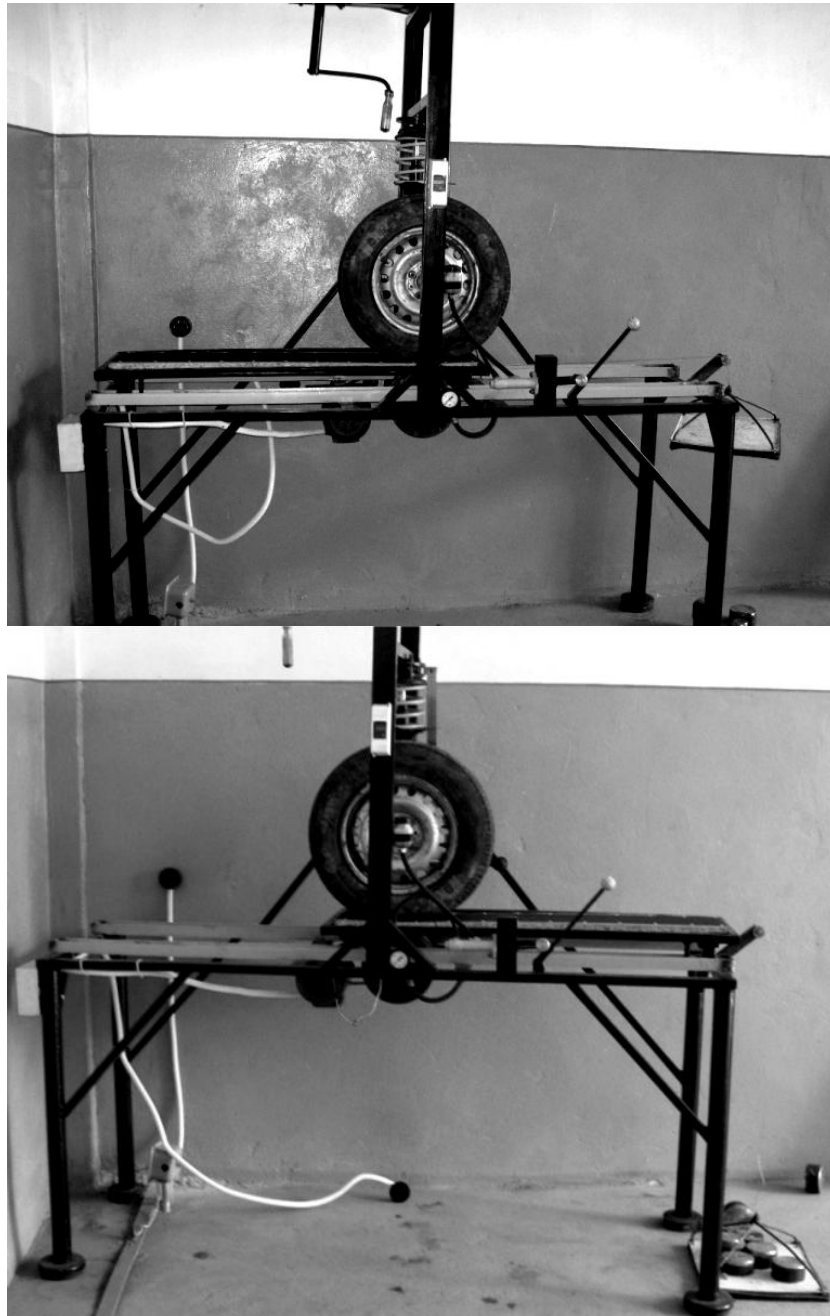


Рисунок 3.2 – Етапи дослідження характеру поведінки автомобільного колеса для різних типів протектора шин, умов експлуатації, змінного тягового зусилля.

- а) - положення робочого столу на початковому етапі;
- б) – положення робочого столу на кінцевому етапі;



Рисунок 3.3 – Механізм навантаження платформи



Рисунок 3.4 – Послідовність вимірювання величини статичного радіуса колеса автомобіля.

З метою контролю параметру чутливості підвіски автомобіля від величини діючого зусилля, робочий стіл 6 знімається із стенду і колесо автомобіля опускається на барабан ведучий приводу механізму 3. Використовується при цьому навантажувальний механізм. При цьому, до барабана прикріплюється різного типу перешкоди з відповідними розмірами (рисунок 3.5).

При даному дослідженні визначаються характери залежностей величини навантаження Q , швидкості обертання колеса V , частоти коливання підвіски від додаткового прискорення α , відємному прикоренні γ при постійній швидкості β .

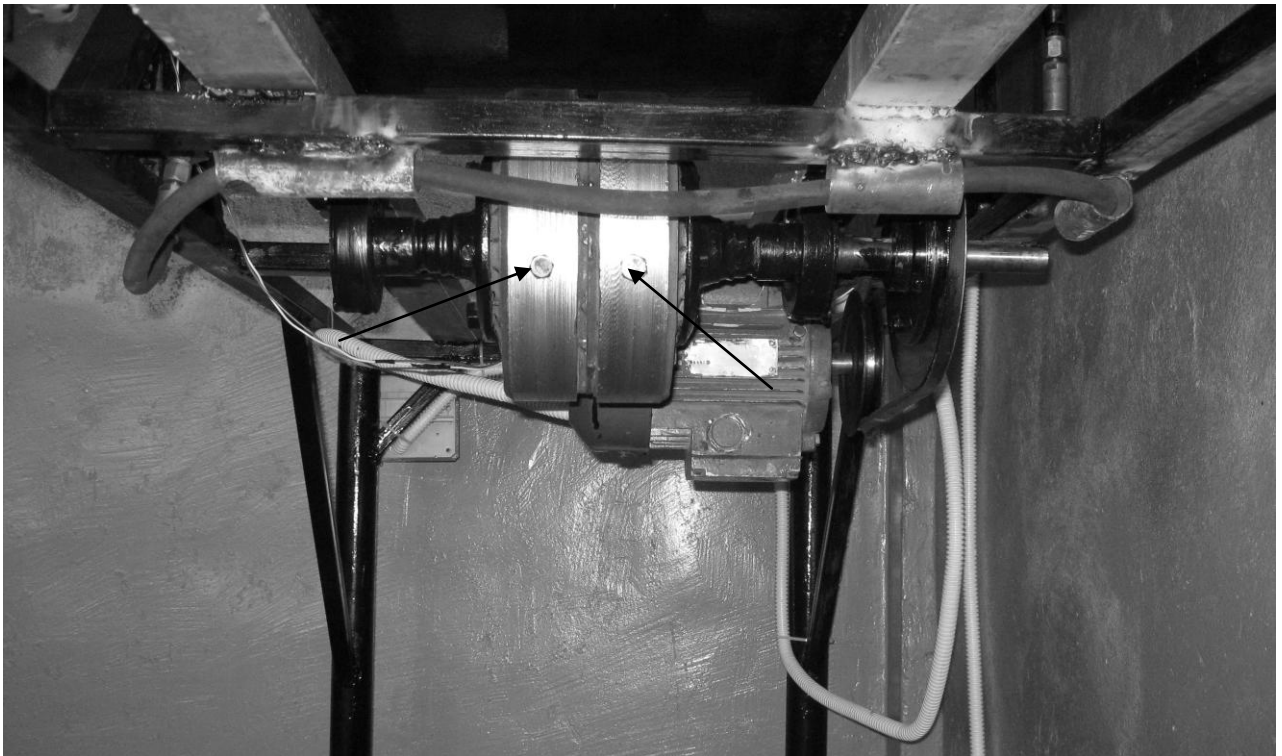


Рисунок 3.5 - Барабан із встановленими перешкодами.

Крім цього, на дослідному стенді змонтована гідравлічна система механізму гальмування, яка значно розширює діапазон проведення досліджень (рисунок 3.6 а), тиск в якій контролюється показами манометра, який встановлений на дослідному стенді (рисунок 3.6. б).

2.6 Принципи вибору технологічного устаткування та пристосувань для виконання основних технологічних операцій

При підготовчій операції піднімання автомобіля для ремонту, використовуємо автомобільний двох стійковий електрогідравлічний піднімач Єрмак-3500С із наступними характеристиками: вантажопідйомність - 3, 5т, висота підйому – 1900мм.

Під час зняття пружини, в процесі розбирання або збирання передньої підвіски, а також при ремонті стійки, використовуємо спеціальне пристосування з механічним ручним приводом.

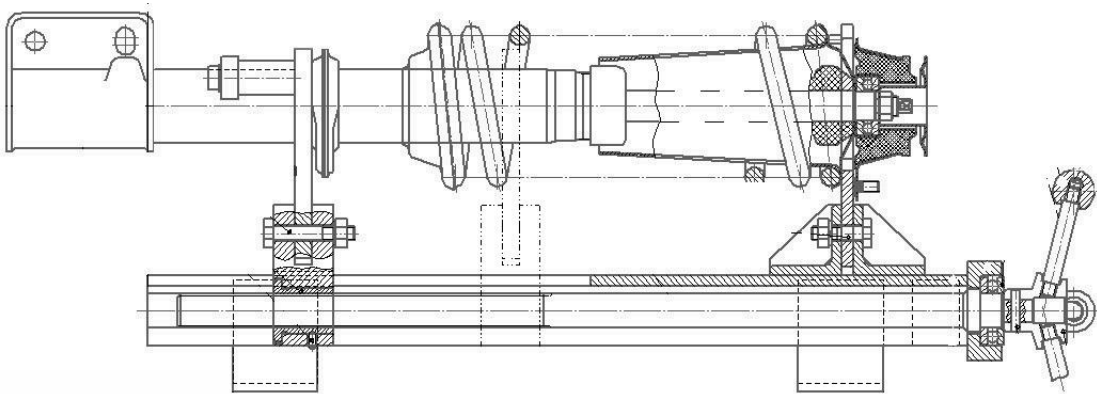
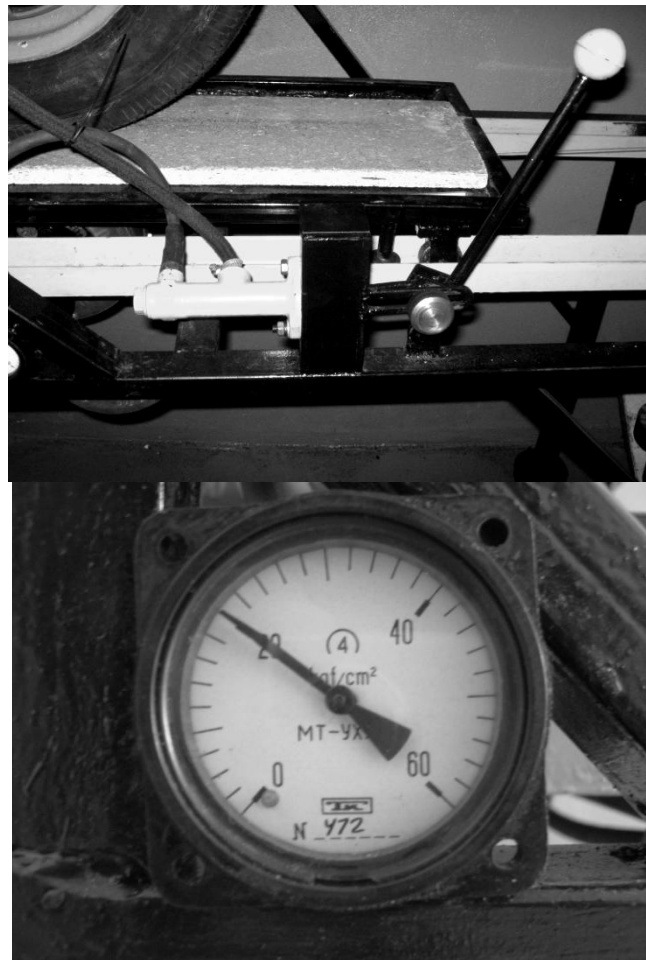


Рисунок 2.15 Конструкція пристосування для процесів розбирання і збирання передніх підвісок автомобілів.

Якість проведених ремонтних робіт передніх підвісок контролюється за допомогою спеціального стенда (Beissbarth (Німеччина) SA 640-PC), який оснащений вібраційними платформами при амплітуді коливань 12мм.



Рисунок 2.16 Встановлення передньої підвіски автомобіля на випробувальний стенд.



а)

б)

Рисунок 3.6 – Загальний вигляд гальмівної гідравлічної системи.

На рисунку 3.7 представлено стенд, який обладнано електронним спідометром (рисунок 3.7 а) для контролю швидкості обертання колеса. Що кріпиться на амортизаційній стійці (рисунок 3.7. б).

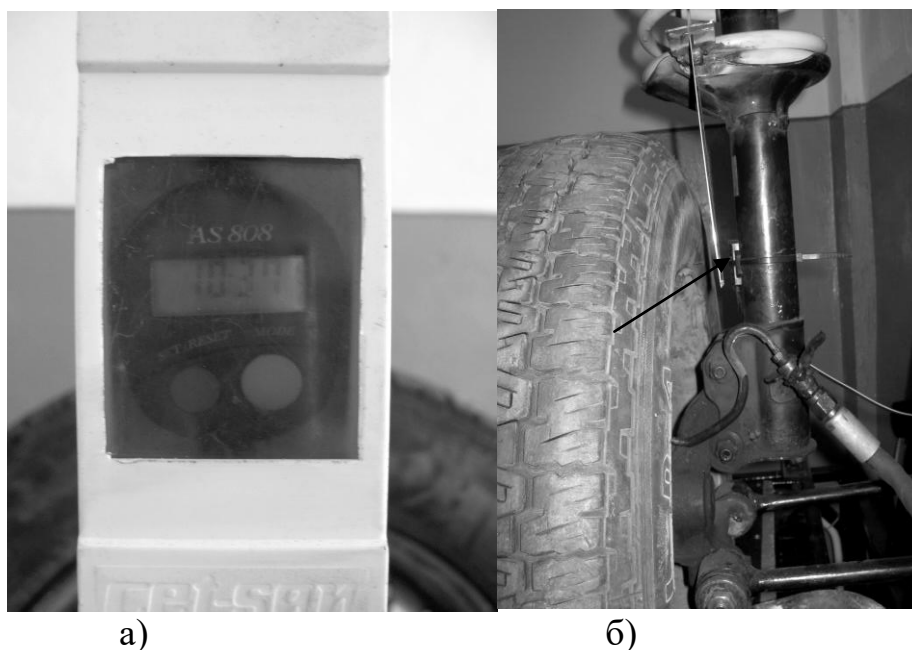


Рисунок 3.7 – Прилад для вимірювання швидкості обертання колеса автомобіля.

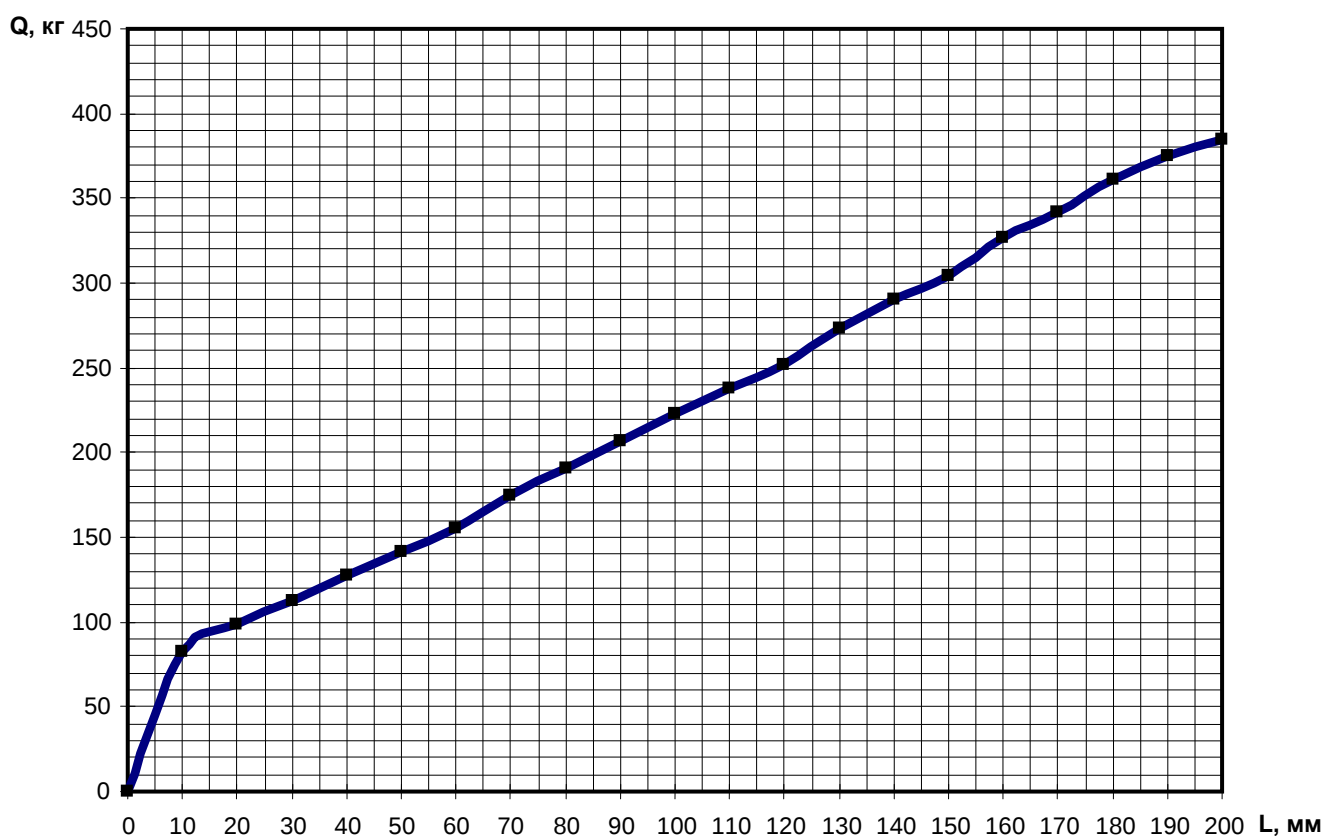


Рисунок 3.8 – Графік залежності величини просідання циліндричної пружини (L) від параметру навантаження (Q).

Представлений дослідницький стенд було модернізовано для одержання більш детальної інформації про підвіску автомобіля та колеса. Проведені

дослідження на даному стенді дозволили встановити відповідні характеристики для аналізу та прогнозування їх поведінки при різних режимах експлуатації автомобіля.

4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

а. Методика визначення радіусів колеса автомобіля

б.

Під час руху автомобіля взаємодіють колеса із дорожнім покриттям, що призводить до деформацій шин. Сили, що виникають при русі автомобіля, впливають на радіус колеса, який постійно змінюється. У практичних розрахунках геометричних параметрів колеса використовують такі типи радіусів: статичний (r_c), вільний (r_b), динамічний (r_d) та кочення (r_k). У відсутності навантаження на колесо, його вільний радіус дорівнює радіусу бігової доріжки і обчислюється як половина значення зовнішнього діаметра колеса D_z за наступною формулою (див. рис. 4.1).

$$r_b = 0,5 \cdot D_z. \quad (4.1)$$

При невідомому значенні зовнішнього діаметра колеса радіус r_b визначається за формулою:

$$r_b = l_k / 2\pi, \quad (4.2)$$

Де l_k – значення довжини бігової доріжки колеса автомобіля.

Основні геометричні характеристики шини фіксуються на боковій поверхні через маркування, де перша цифра вказує на ширину профілю, а друга цифра представляє значення посадочного діаметра d колеса В. Наприклад, у випадку шини 165 80R13. Ці цифри вказують на значення основних геометричних параметрів: $B = 165\text{мм}$; $d = 13" = 13 \cdot 25,4 = 330\text{мм}$.

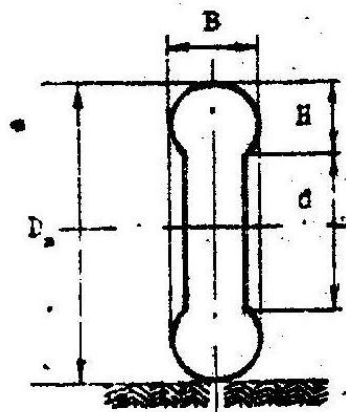


Рисунок 4.1 – Основні геометричні параметри шини колеса автомобіля

Розмір відстані від нерухомої осі колеса до опорної поверхні при радіальному навантаженні отримав назву статичного радіусу. Цей радіус визначається такими факторами, як величина навантаження, параметри жорсткості шини у радіальному напрямку та твердість опорної поверхні. Можна визначити статичний радіус за допомогою вимірювань або використовуючи спеціальну формулу, де λ - це коефіцієнт вертикальної деформації шини, який залежить від типу шини і приймає значення в межах від 0,8 до 0,9; H - висотний параметр профілю шини.

Радіус кочення колеса r_k визначається як радіус ідеального жорсткого колеса, при якому немає пробуксовування і кутова та лінійна швидкість мають однакові значення в порівнянні з реальним еластичним колесом. Серед факторів, які впливають на радіус кочення колеса, важливі: тиск повітря в шині, величина колової сили, швидкість руху та коефіцієнт зчеплення між колесом автомобіля та дорожнім покриттям.

Радіус кочення колеса визначається за формулою:

$$r_k = V_k / \omega_k, \quad (4.4)$$

Де V_k , ω_k – поступальна та кутова швидкості колеса автомобіля.

Залежно від значень параметрів пробуксовування або проковзування колеса, радіус кочення може варіюватися у широких межах. Наприклад, для колеса, яке пробуксовує, $V_k = 0$, тоді як для заблокованого колеса $\omega_k = 0$. Шлях, пройдений колесом за один повний оберт, характеризується кінематичним радіусом (радіусом кочення), який визначається за допомогою формули:

$$r_k = S_k / 2\pi n_k, \quad (4.5)$$

Де S_k – сумарний шлях пробігу колеса автомобіля;

n_k – значення числа обертів колеса при значенні шляху S_k .

Відстань від осі колеса до опорної площини, коли колесо рухається, називається динамічним радіусом колеса (r_d). Розміри нормального і тангенціального навантаження, а також тиск повітря в шині мають вплив на величину динамічного радіуса. Збільшення перших двох параметрів або

зменшення тиску повітря в шині призводить до зменшення значення динамічного радіуса. Також швидкість руху автомобіля впливає на динамічний радіус: зі збільшенням швидкості він зростає.

При невеликій швидкості руху колеса значення статичного та динамічного радіусів практично ідентичні, тобто $r_d \approx r_s$. Коли автомобільне колесо рухається по твердій опорній поверхні, значення динамічного радіуса колеса збігається з розміром плеча силового тиску. Це плече може бути визначене або прямим вимірюванням відстані від осі колеса до опорної поверхні, або за допомогою відповідної формули.:

$$r_{\bar{A}} = \frac{M_k - C_k a}{P_k}, \quad (4.7)$$

Де M_k – величина крутного моменту на осі колеса;

a – довжина плеча для прикладення рівнодіючої нормальних сил;

P_k – величина штовхаючої сили;

C_k - рівнодіюча нормальних сил.

У випадку, коли розміри зовнішнього діаметра колеса невідомі, визначення вільного радіуса колеса (r_b) здійснюється за допомогою рулетки, яка вимірює довжину бігової частини колеса (l_k) згідно з формулою 4.2. На схемі дослідного стенда, представлений на рисунку 3.1, визначається статичний радіус колеса. Під час експерименту колесо піддається етапному навантаженню за допомогою спеціального механізму. Після кожного етапу навантаження рулеткою вимірюється радіус колеса, що показано на рисунку 3.4.

Основні етапи проведення експериментальних досліджень:

Фіксуємо основні характеристики шини для дослідження, оглядаємо шини та реєструємо їхню маркування: наприклад, 155/85-13 - діагональна, з камерою; 145SR13 FULDA Diadem Stahl - радіальна, безкамерна.

Забезпечуємо робочий тиск повітря в колесі шини до нормативних значень ($p=0,2$ МПа).

Під час зміни навантаження Q на даному стенді визначаємо значення статичного радіуса колеса за допомогою рулетки для конкретного значення

навантаження. Отримані дані щодо значення статичного радіуса коліс заносимо в таблиці 4.1 і 4.2.

Таблиця 4.1. Величини статичного радіуса колеса при різних значеннях навантаження на нього, (колесо діагональне, однокамерне 155/87-13, $p=0,2$ МПа, $t_{\text{пов}}=24^{\circ}\text{C}$).

№ п/п	Величина навантаження на колесо, Q, кг	Статичний радіус колеса, r_c , мм	Зміна значення статичного радіуса колеса $r_{c, \%}$
1	0	294	0
2	100	289	1,7
3	150	285	3,1
4	200	283	3,7
5	250	282	4,1
6	300	278	5,4

Таблиця 4.2

Величина статичного радіуса колеса при різних значеннях навантаження на нього, (колесо радіальне, безкамерне 145SR13 FULDA Diadem Stahl, $p=0,2$ МПа, $t_{\text{пов}}=24^{\circ}\text{C}$).

№ п/п	Величина навантаження на колесо, Q, кг	Статичний радіус колеса, r_c , мм	Зміна значення статичного радіуса колеса $r_{c, \%}$
1	0	275	0
2	100	270	1,8
3	150	264	4
4	200	261	5,1
5	250	258	6,2
6	300	255	7,3

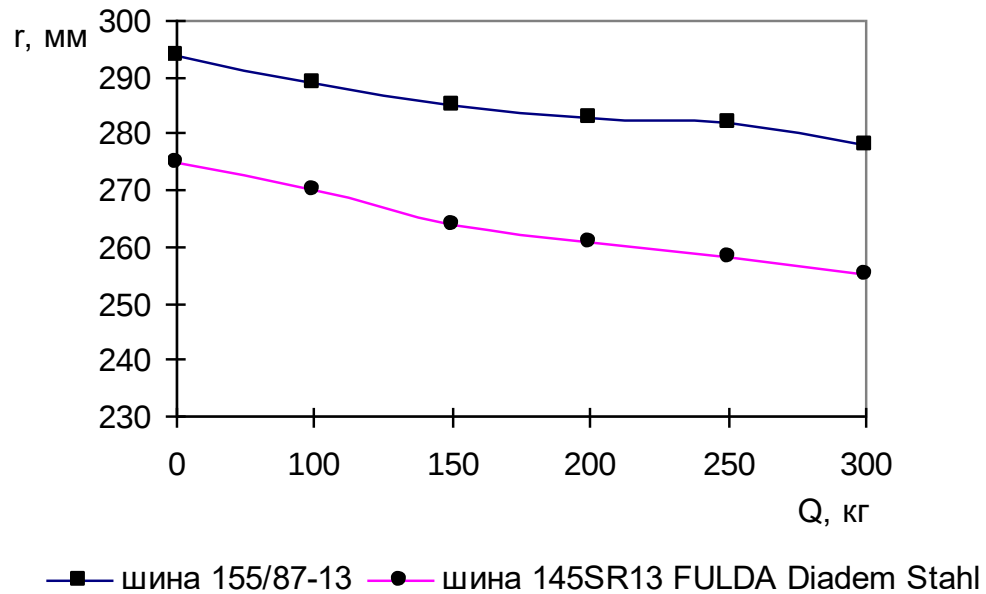


Рисунок 4.2 – Графічна залежність величини статичного радіуса колеса автомобіля від характеру навантаження на нього.

Аналізуючи експериментальні дані щодо впливу навантаження у діапазоні 220-250 кг на зміни статичного радіуса колеса автомобіля з шиною розміром 155/87-13, було виявлено, що цей радіус проявляє більшу стійкість. Це пояснюється підвищеною жорсткістю бокових поверхонь шини колеса. Крім того, отримані дані свідчать про те, що шина 145SR13 FULDA Diadem Stahl у порівнянні більш м'якша ніж шина 155/87-13 на 1,9%.

Під час визначення координат ключових точок для параметрів пружності в підвісці з подвійним пружним елементом, враховується використання додаткового пружного елемента, який активується у відповідних умовах. $(0,6...0,7)Z_{cm}$.

Основні етапи при проведенні досліджень:

Операції підготовчого характеру:

1. Забезпечуємо величину внутрішнього тиску повітря в шині колеса до заданої норми – 0,2МПа;
2. При допомозі спеціального пристрою для навантаження стикуємо колесо автомобіля із барабаном до відповідної позначки на шкалі приладу;

3. Фіксуємо необхідну перешкоду.

Етапи виконання робіт:

1. Записуємо одержане положення покажчика на лінійці або на шкалі приладу;
2. При включеному приводі фіксуємо одержані параметри автомобільної підвіски: параметр відхилення, який фіксується на вертикальній шкалі і виникає в процесі наїзду колеса на дану перешкоду. Дослідженню підлягають різні типи шин, види перешкод, при різних характерах зміни навантаження.
3. Після виключення стенду одержані результати фіксуємо у відповідній таблиці.

В таблиці 4.3 приведено результати по дослідженню автомобільної підвіски Nissan Sunny з автомобільним колесом 155/87-13, при висоті перешкоди 5 мм, характер контакту - точковий (2точки Ø16 мм), $p=0,2$ МПа, $t_{\text{пов}}=24^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 4.3

Результати по дослідженню автомобільної підвіски Nissan Sunny з автомобільним колесом 155/87-13, при висоті перешкоди 5 мм, характер контакту - точковий (2точки Ø16 мм), $p=0,2$ МПа, $t_{\text{пов}}=24^{\circ}\text{C}$.

№ п/п	Величина навантаження, Q, кг	Швидкість переміщення, V, км/год	Параметри коливання підвіски		
			при плюсовому прискоренні, α , мм	при стабільній швидкості, β , мм	при мінусовому прискоренні, γ , мм
1	0	22	5	2	6
2	100	22	5	3	5
3	150	20	4	3	4
4	200	20	3	4	3
5	250	18	3	4	2
6	300	14	2	3	1

Таблиця 4.4

Результати по дослідженню автомобільної підвіски Nissan Sunny з автомобільним колесом 155/87-13, при висоті перешкоди 10 мм, характер контакту - по ширині шини колеса, $p=0,2$ МПа, $t_{\text{пов}}=24^{\circ}\text{C}$

№ п/п	Величина навантаження, Q , кг	Швидкість переміщення, V , км/год	Параметри коливання підвіски		
			при плюсовому прискоренні, α , мм	при стабільній швидкості, β , мм	при мінусовому прискоренні, γ , мм
7	0	22	17	10	20
8	100	21	15	12	20
9	150	20	10	14	15
10	200	19	10	15	13
11	250	17	10	15	12

Таблиця 4.5.

Результати по дослідженню автомобільної підвіски Nissan Sunny з автомобільним колесом 155/87-13, при висоті перешкоди, 20 мм, характер контакту по ширині шини колеса $p = 0,2$ МПа, $t_{\text{пов}} = 24^{\circ}\text{C}$

№ п/п	Величина навантаження, Q , кг	Швидкість переміщення, V , км/год	Параметри коливання підвіски		
			при плюсовому прискоренні, α , мм	при стабільній швидкості, β , мм	при мінусовому прискоренні, γ , мм
12	0	22	30	5	35
13	100	21	25	15	30
14	150	20	20	10	25
15	200	19	20	10	25

Таблиця 4.6.

Результати по дослідженню автомобільної підвіски Nissan Sunny з автомобільним колесом 145SR13 FULDA Diadem Stahl, при висоті перешкоди - 5 мм, характер контакту - точковий (2точки Ø16мм) $p=0,2$ МПа, $t_{\text{пов}}=24^{\circ}\text{C}$

№ п/п	Величина навантаження, Q , кг	Швидкість переміщення, V , км/год	Параметри коливання підвіски		
			при плюсовому прискоренні, α , мм	при стабільній швидкості, β , мм	при мінусовому прискоренні, γ , мм

16	0	23	3	1	2
17	100	23	4	2	6
18	150	22	5	2	4
19	200	21	2	1	3
20	250	20	3	1	2
21	300	16	1	1	0

Таблиця 4.7.

Результати по дослідженню автомобільної підвіски Nissan Sunny з автомобільним колесом 145SR13 FULDA Diadem Stahl, при висоті перешкоди - 10 мм, характер контакту - по ширині шини колеса $p=0,2$ МПа, $t_{\text{пов}}=24^{\circ}\text{C}$

№ п/п	Величина навантаження, Q, кг	Швидкість переміщення, V, км/год	Параметри коливання підвіски		
			при плюсовому прискоренні, α , мм	при стабільній швидкості, β , мм	при мінусовому прискоренні, γ , мм
22	0	23	20	15	25
23	100	23	15	8	25
24	150	22	17	8	15
25	200	20	15	15	10
26	250	16	10	15	10

Таблиця 4.8.

Результати по дослідженню автомобільної підвіски Nissan Sunny з автомобільним колесом 145SR13 FULDA Diadem Stahl, при висоті перешкоди - 20 мм, характер контакту - по ширині шини колеса $p=0,2$ МПа, $t_{\text{пов}}=24^{\circ}\text{C}$

№ п/п	Величина навантаження, Q, кг	Швидкість переміщення, V, км/год	Параметри коливання підвіски		
			при плюсовому прискоренні, α , мм	при стабільній швидкості, β , мм	при мінусовому прискоренні, γ , мм
27	0	22	30	20	35
28	100	23	25	14	35
29	150	22	22	14	30
30	200	20	20	20	30
31	250	18	15	10	25

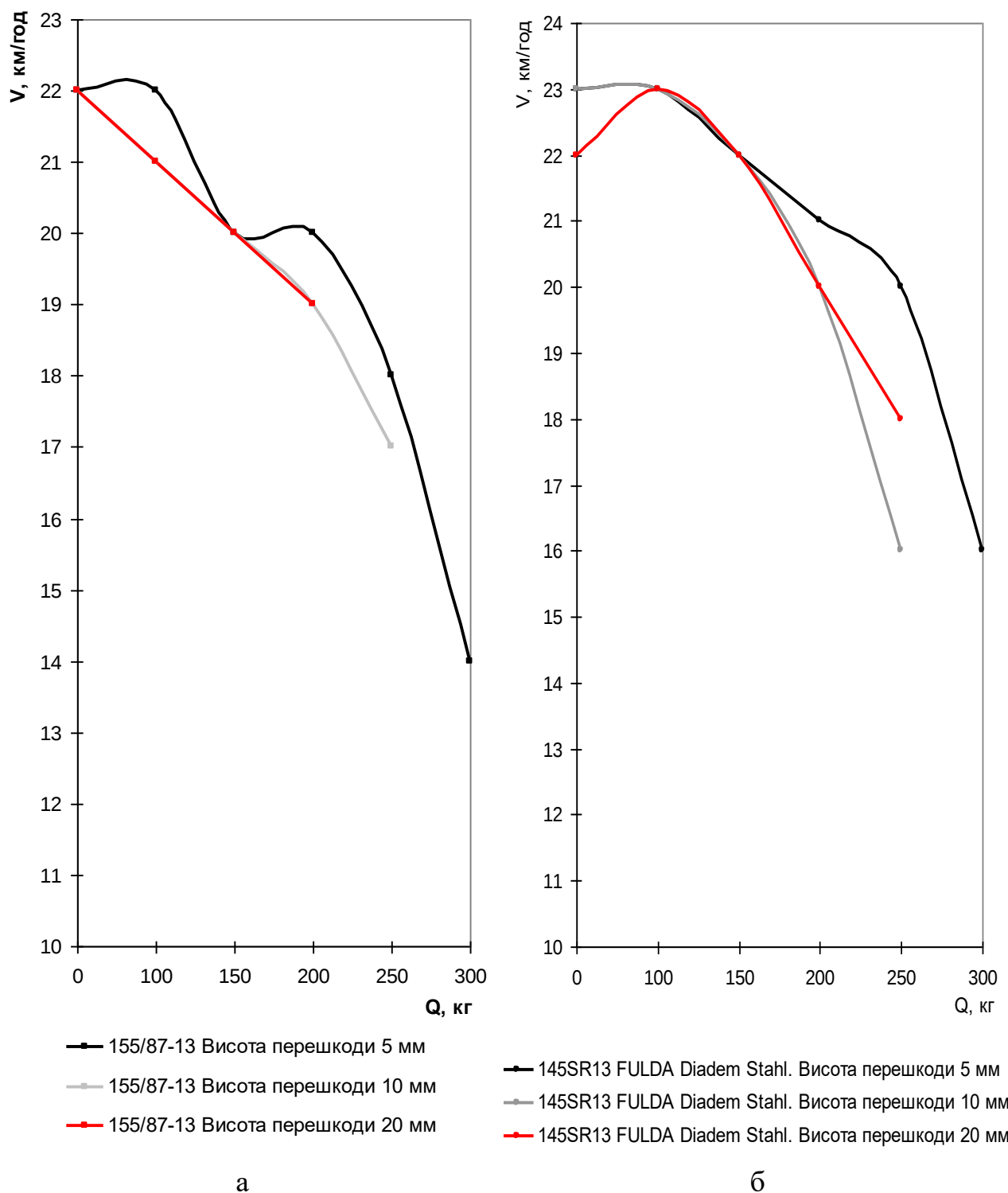


Рисунок 4.4 – Графічні залежності при зміні параметрів лінійної швидкості від характеру навантаження при різних видах перешкод.

Аналізуючи графіки, які представлені на рисунку 4.4, можна зробити висновок, що у випадку збільшення висоти перешкод та величини навантаження, швидкість автомобіля зменшується. Порівняльні дослідження показали, що у випадку використання радіальної шина, колесо автомобіля

значно краще долає різні перешкоди, при меншій втраті швидкості обертання колеса автомобіля.

Етапи при проведенні досліджень для визначення величини опору при коченні колеса автомобіля:

1. Встановлення на спеціальний стенд стола, який містить змінні покриття;
2. Перевірка наявності тиску в шині колеса. Нормативні показники - $p=0,2\text{МПа}$, при $t=24^{\circ}\text{C}$.
3. При допомозі навантажувального пристрою автомобільне колесо підводимо до робочої поверхні стола;
4. Створюємо силу навантаження на платформу;
5. Робочий стіл повертаємо у вихідне положення;
6. Після відведення стола записуємо одержані показники.

В таблиці 4.10 приведено результати по визначенні коченню коліс з використанням різних типів автомобільних шин, покриттів робочого столу, величин навантаження на підвіску автомобіля.

Таблиця 4.10

Результати комплексного дослідження опору при коченні колеса автомобіля 155/87-13 по шорсткій поверхні з вантажем 15кг.

№ п/п	Величина навантаження Q , кг	Час на дослідження, t_1 , сек.
1	0	0,78
2	100	0,8
3	150	0,96
4	200	0,99
5	250	1,02
6	300	1,3

Таблиця 4.11.

Результати комплексного дослідження опору при коченні колеса автомобіля 145SR13 FULDA Diadem Stahl по шорсткій поверхні з вантажем 15кг

№ п/п	Величина навантаження Q, кг	Час на дослідження, t ₁ , сек.
5	0	0,63
6	100	0,94
7	150	0,97
8	200	1
9	250	1,4
10	300	1,5

Таблиця 4.12.

Результати комплексного дослідження опору при коченні колеса автомобіля 155/87-13 по гладкій поверхні з вантажем 15кг

№ п/п	Величина навантаження Q, кг	Час на дослідження, t ₂ , сек.
11	0	0,78
12	100	0,9
13	150	1
14	200	1,1
15	250	1,14
16	300	1,66

Таблиця 4.13.

Результати комплексного дослідження опору при коченні колеса автомобіля 145SR13 FULDA Diadem Stahl по гладкій поверхні з вантажем 15кг

№ п/п	Величина навантаження Q, кг	Час на дослідження, t ₂ , сек.
17	0	0,8
18	100	0,96
19	150	1,2
20	200	1,3

21	250	1,33
22	300	1,71

Таблиця 4.14.

Результати комплексного дослідження опору при коченні колеса автомобіля 155/87-13 по шорсткій поверхні з вантажем 20кг, $P_r=20 \text{ кг/см}^2$.

№ п/п	Величина навантаження Q, кг	Час на дослідження, t_3 , сек.
1	0	1,25
2	100	1,7
3	150	3,4
4	200	-
5	250	-
6	300	-

Таблиця 4.15.

Результати комплексного дослідження опору при коченні колеса автомобіля 145SR13 FULDA Diadem Stahl по шорсткій поверхні з вантажем 20кг, $P_r=20 \text{ кг/см}^2$.

№ п/п	Величина навантаження Q, кг	Час на дослідження, t_3 , сек.
5	0	1,43
6	100	1,53
7	150	2,44
8	200	-
9	250	-
10	300	-

Таблиця 4.16.

Результати комплексного дослідження опору при коченні колеса автомобіля 155/87-13 по гладкій поверхні з вантажем 20кг, $P_r=20 \text{ кг/см}^2$.

№ п/п	Величина навантаження Q, кг	Час на дослідження, t_4 , сек.
11	0	0,85
12	100	1,35

13	150	3,1
14	200	5
15	250	-
16	300	-

Таблиця 4.17.

Результати комплексного дослідження опору при коченні колеса автомобіля 145SR13 FULDA Diadem Stahl по гладкій поверхні з вантажем 20кг, $P_r=20 \text{ кг/см}^2$.

№ п/п	Величина навантаження Q, кг	Час на дослідження, t_4 , сек.
17	0	1,41
18	100	1,63
19	150	2,43
20	200	-
21	250	-
22	300	-

Таблиця 4.18.

Результати комплексного дослідження опору при коченні колеса автомобіля 155/87-13 по шорсткій поверхні з вантажем 25кг, $P_r=20 \text{ кг/см}^2$.

№ п/п	Величина навантаження Q, кг	Час на дослідження, t_5 , сек.
1	0	1,2
2	100	1,4
3	150	1,7
4	200	2,1
5	250	2,35
6	300	3,5

Таблиця 4.19.

Результати комплексного дослідження опору при коченні колеса автомобіля 145SR13 FULDA Diadem Stahl по шорсткій поверхні з вантажем 25кг, $P_r=20$ кг/см².

№ п/п	Навантаження Q, кг	Час на дослідження, t ₅ , сек.
5	0	1,03
6	100	1,12
7	150	1,21
8	200	1,47
9	250	1,99
10	300	2,91

Таблиця 4. 20.

Результати комплексного дослідження опору при коченні колеса автомобіля 155/87-13 по гладкій поверхні з вантажем 25кг, $P_r=20$ кг/см².

№ п/п	Величина навантаження Q, кг	Час на дослідження, t ₆ , сек.
11	0	0,8
12	100	1,2
13	150	1,5
14	200	1,9
15	250	2,35
16	300	3,25

Таблиця 4.21

Результати комплексного дослідження опору при коченні колеса автомобіля 145SR13 FULDA Diadem Stahl по гладкій поверхні з вантажем 25кг, $P_r=20$ кг/см².

№ п/п	Величина навантаження Q, кг	Час на дослідження, t ₆ , сек.
17	0	1,1
18	100	1,2
19	150	1,31
20	200	1,54
21	250	1,66
22	300	1,91

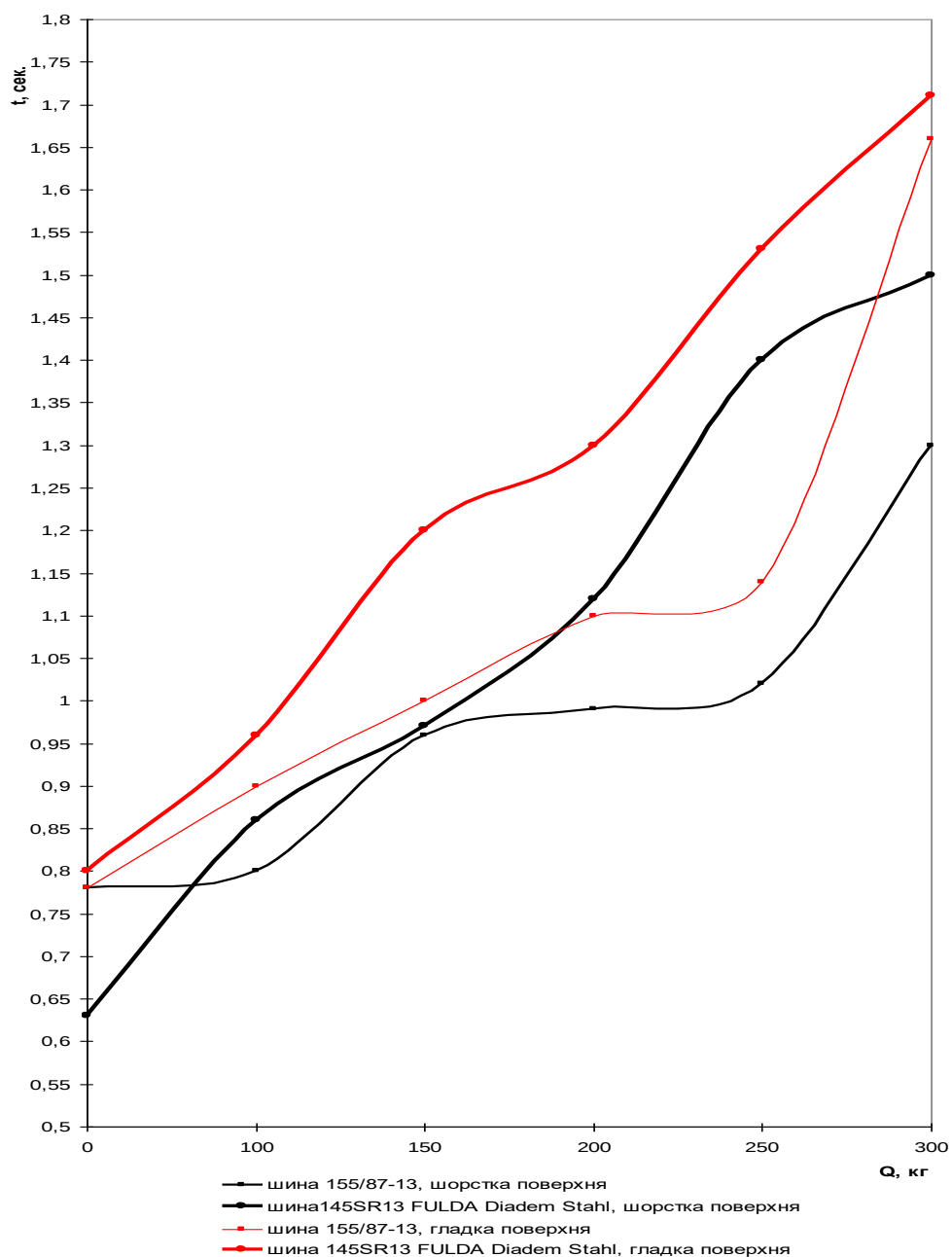


Рисунок 4.5. Графічні залежності величини часу ходу робочого стола до забезпечення необхідного навантаження на колесо автомобіля.

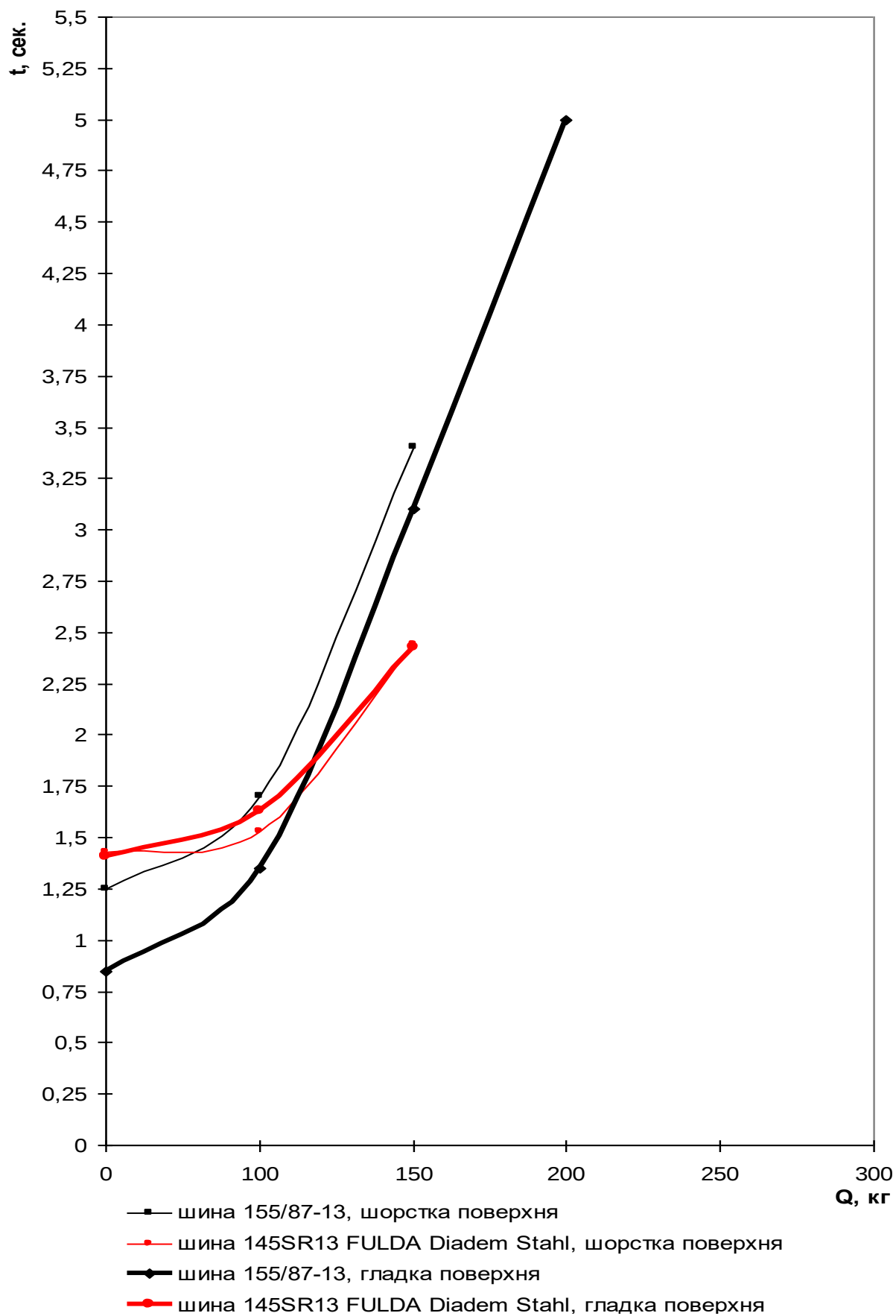


Рисунок 4.6. Графічні залежності величини часу ходу робочого стола до забезпечення необхідного навантаження на колесо автомобіля при $P_f=20 \text{ кг/см}^2$

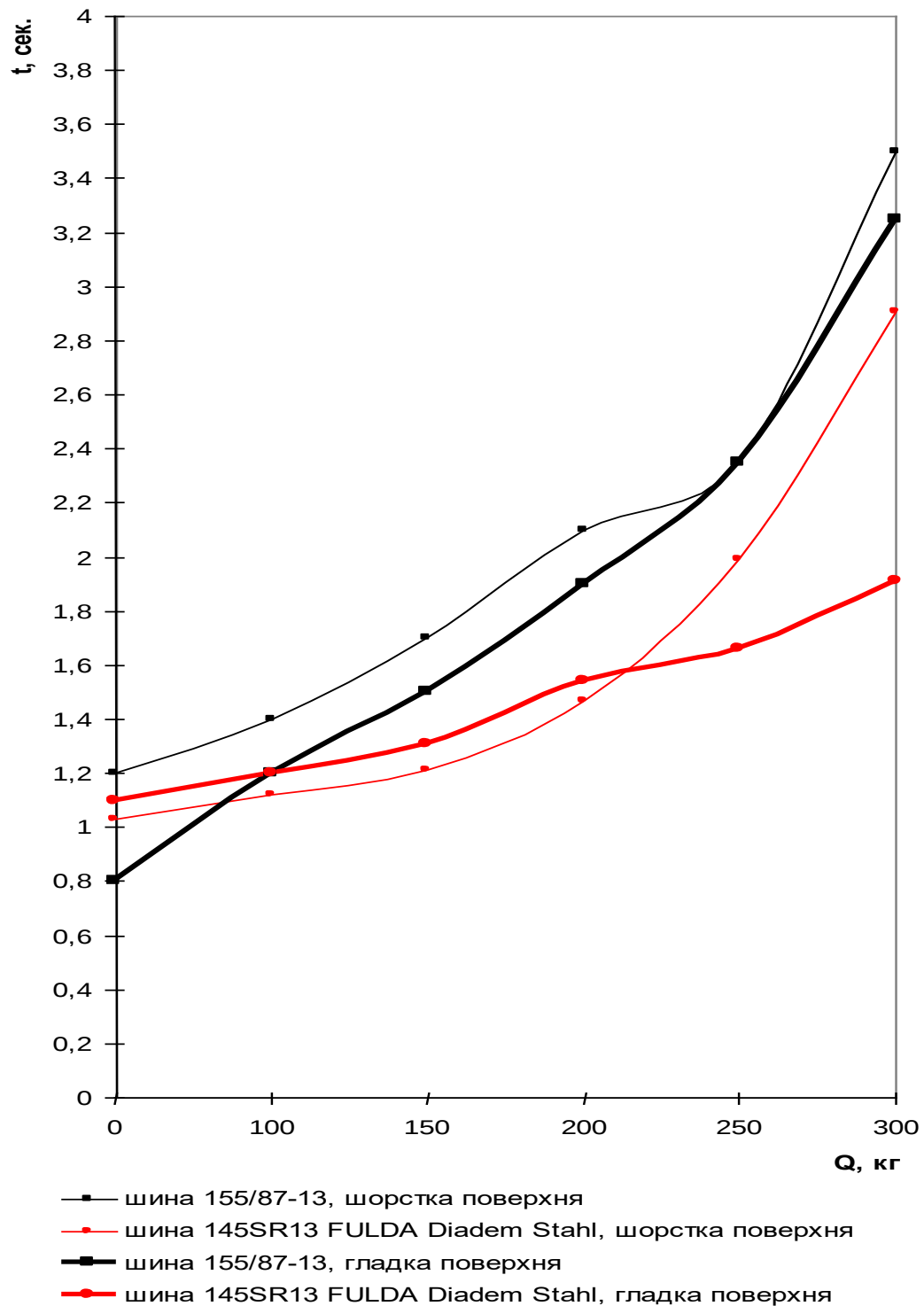


Рисунок 4.7. Графічні залежності величини часу ходу робочого стола до забезпечення необхідного навантаження на колесо автомобіля при $P_f=25 \text{ кг/см}^2$

Як видно із одержаних результатів величина опору кочення автомобільного колеса по гладкій поверхні значно більший, що пояснюється більшим значенням коефіцієнта зчеплення шини колеса з даним покриттям.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Вентиляція дільниці мало матеріалу по розділах та підрозділах

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

Вентиляція може бути природна, штучна (механічна) та суміщена (природна та штучна одночасно).

На даній дільниці існує природна, штучна (механічна) та місцева вентиляції.

Ефективність дії систем вентиляції та кондиціонування повітря залежить не тільки від забезпечення необхідного повітрообміну, але й від схеми організації повітрообміну, тобто вибору зони вилучення та подачі необхідної кількості повітря.

Схеми вентиляції визначаються:

- специфікою виробничого приміщення;
- характером шкідливості;
- місцем їх виділення;
- кратністю повітрообміну.

У виробничих приміщеннях при проектуванні загальнообмінної вентиляції можлива організація повітрообміну за такими схемами: зверху вниз,

знизу вверх, зверху вверх, знизу вниз, а також і за змішаними схемами (рисунок 5.1).

Схеми зверху вниз та зверху вверх доцільно застосовувати у випадку, коли припливне повітря в холодний період року має температуру нижчу від температури приміщення. Припливне повітря перш ніж досягти робочої зони нагрівається за рахунок повітря приміщення. Схему зверху вверх також застосовують, коли кратність повітрообміну не перевищує 5 і в приміщенні відсутні токсичні виділення. Схеми знизу вверх та знизу вниз рекомендується використовувати тоді, коли припливне повітря в холодний період року підігрівається і його температура вища від температури внутрішнього повітря.

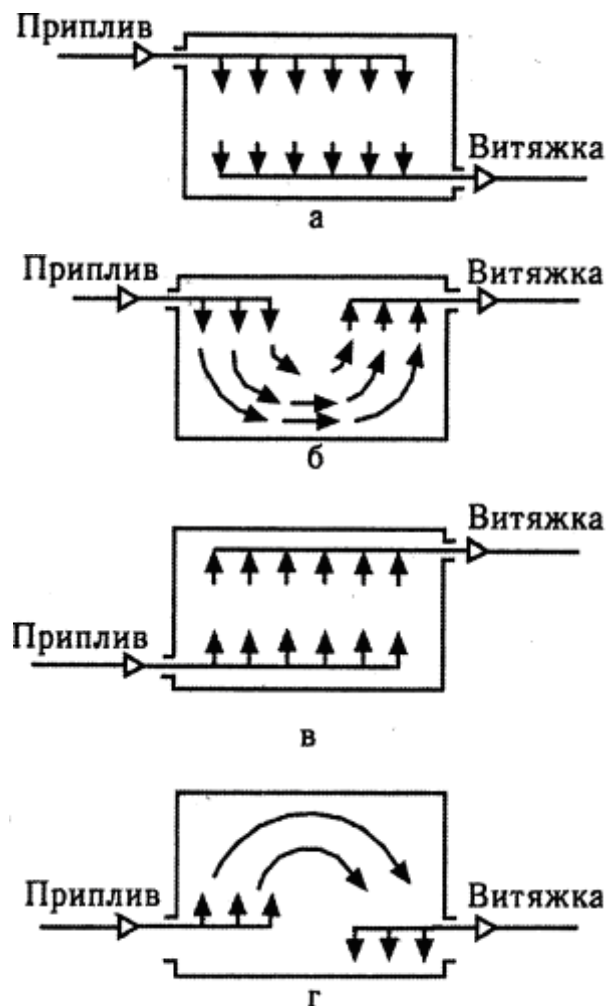


Рисунок 5.1 – Схема організації повітрообміну при загальнообмінній вентиляції: а — зверху вниз; б — зверху вверх; в — знизу вверх; г — знизу вниз.

Якщо у виробничих приміщеннях виділяються гази та пари з густиною, що перевищує густину повітря, то загальнообмінна вентиляція повинна

забезпечити видалення 60% повітря з нижньої зони приміщення та 40% — з верхньої. Якщо густина газів менша за густину повітря, то видалення забрудненого повітря здійснюється у верхній зоні.

Природна вентиляція може бути неорганізованою і організованою. На даній ділянці природна вентиляція організована.

Організована природна вентиляція називається аерацією. Для аерації в стінах будівлі роблять отвори для надходження зовнішнього повітря, а на даху чи у верхній частині будівлі встановлюють ліхтарі для виведення відпрацьованого повітря.

Для регулювання припливного зовнішнього повітря в одно- та двопрільотних приміщеннях в теплий період року в зовнішніх стінах роблять отвори, що розташовані на висоті 0,3—1,8 м над підлогою. Припливні отвори дозволяється розміщувати в два ряди і більше у поздовжніх стінах будівлі, які повинні бути вільні від надбудов. Як припливні отвори також використовуються ворота, розсувні стіни та отвори у підлозі приміщень. Отвори для припливу зовнішнього повітря в холодний період року роблять у зовнішніх стінах, розташовуючи низ отворів у цехах (приміщеннях) висотою менше 6 м на висоті не менше 3 м над підлогою, а в приміщеннях висотою більше 6 м — на висоті не менше 4 м над підлогою.

Для видалення повітря з приміщення, що регулює приплив і витяжку (аерація) встановлюють незадувні аераційні та світлоаераційні ліхтарі та шахти різних конструкцій (рисунок 5.2).

Витяжні канали систем аерації доцільно розташовувати у внутрішніх цегляних стінах (мінімальний переріз каналів становить 130×140 мм); у спеціальних вентиляційних блоках; у вигляді приставних та підвісних каналів біля внутрішніх стін, перегородок та перекриттів. Мінімальна товщина перегородок у цегляних стінах між каналами одного призначення та зовнішніх стінок каналів становить 120 мм.

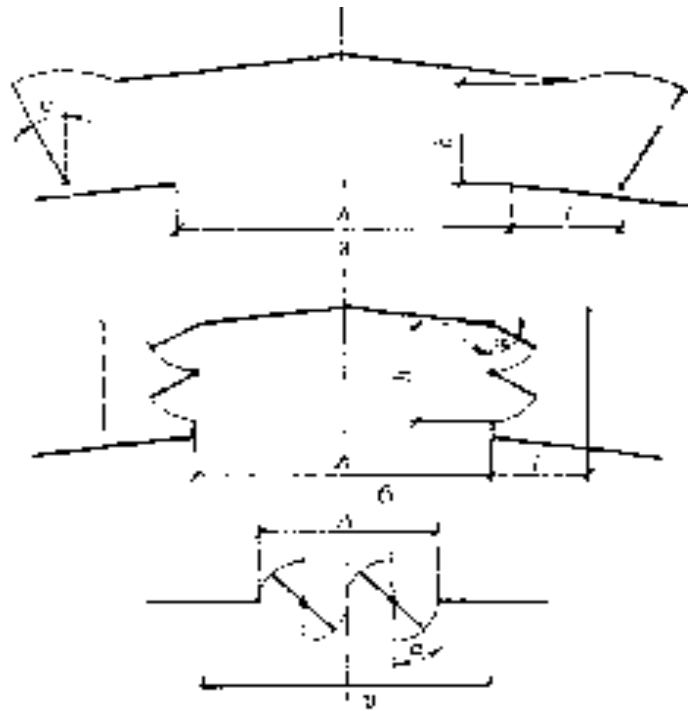


Рисунок 5.2 — Схеми незадувних аераційних ліхтарів

Механічна вентиляція може бути робочою або аварійною. В свою чергу робоча вентиляція за місцем дії може бути загальнообмінною, місцевою, комбінованою.

Загальнообмінна вентиляція за напрямком потоку повітря може бути припливна, витяжна, припливно - витяжна.

На дільниці, що розглядається використовується загальнообмінна припливно- витяжна вентиляція.

Припливно- витяжна вентиляція застосовується у всіх приміщеннях, коли необхідно забезпечити підвищений і надійний обмін повітря. При такому виді вентиляції у виробничих приміщеннях з малими виділеннями шкідливих речовин доцільно створювати невеликий надлишковий тиск повітря, а у суміжних з ними приміщеннях зі значними виділеннями шкідливих речовин приплив повітря повинен складати 95% об'єму витяжки. А решта 5% припливного повітря надходить із суміжних, більш чистих приміщень.

У виробничих приміщеннях, де виділяється значна кількість шкідливих газів, парів, пилу витяжка, повинна бути на 10% більшою ніж приплив, щоб шкідливі речовини не витіснялись у суміжні приміщення з меншою шкідливістю.

Місцева витяжна вентиляція застосовується для вловлювання шкідливих речовин безпосередньо у місцях їх виділення. Пристрої місцевої витяжної вентиляції (місцеві відсмоктувачі) умовно можна поділити на відсмоктувачі відкритого та закритого типів.

На даній ділянці використовуються місцеві відсмоктувачі відкритого типу.

До місцевих відсмоктувачів відкритого типу належать витяжні зонти, всмоктувальні панелі, бортові відсмоктувачі.

Конструкція місцевих відсмоктувачів повинна забезпечити максимальне вловлювання шкідливих виділень при мінімальній кількості вилученого повітря. Крім того, вона не повинна бути громіздкою та заважати обслуговуючому персоналу працювати і наглядати за технологічним процесом.

Основними чинниками при виборі типу місцевого відсмоктувача є характеристики шкідливих виділень (температура, густина парів, токсичність), положення робітника при виконанні роботи, особливості технологічного процесу та устаткування.

Витяжні зонти передбачені для вловлювання потоків шкідливих речовин, які направлені вгору. Їх доцільно використовувати у випадку, коли джерело утворення пилу, парів та газів переміщується по площі робочого місця, як в горизонтальній, так і у вертикальній площинах.

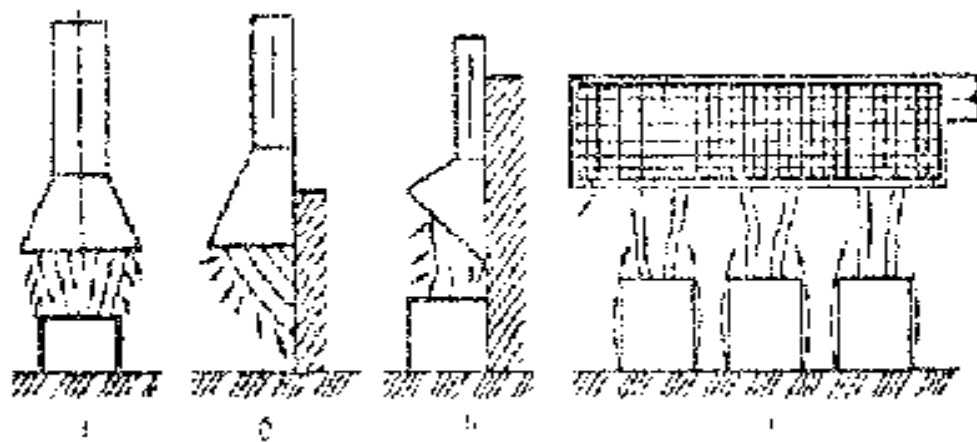


Рисунок 5.3 — Конструкція витяжних зонтів:

а, в- над тепловим джерелом; б- біля отвору печі; г- над декількома джерелами однакової полярності.

Всмоктувальні панелі встановлюють для локалізації шкідливих виділень, які захоплюються конвективними струменями, коли більш повне укриття джерела шкідливих виділень неможливе згідно умов технологічного процесу. Панелі розташовують збоку від джерела шкідливих виділень вертикально або похило. Відстань від панелі до джерела повинна бути не більшою за ширину джерела. Довжину панелі приймають в 1,2 рази більшою, ніж довжина джерела.

5.2. Організація оповіщення і зв'язку у надзвичайних ситуаціях

5.2. 1 Загальні положення

Оповіщення – доведення сигналів і повідомлень органів ЦО про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій до центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ, організацій і населення.

Система оповіщення цивільної оборони (далі – система оповіщення ЦО) – комплекс організаційно-технічних заходів, апаратури і технічних засобів оповіщення, апаратури, засобів та каналів зв'язку, призначених для своєчасного доведення сигналів та інформації з питань цивільної оборони до центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ, організацій і населення.

Положення про організацію оповіщення і зв'язку у надзвичайних ситуаціях визначає порядок:

- оповіщення керівного складу центральних і місцевих органів виконавчої влади та відповідних органів ЦО та НС, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ і організацій, населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій природного, техногенного та воєнного характеру у мирний час, в особливий період і у воєнний час та постійного інформування їх про обстановку в зоні можливого ураження з метою вжиття ефективних заходів захисту населення, промислових і

сільськогосподарських об'єктів від наслідків надзвичайних ситуацій;

- забезпечення зв'язку для центральних і місцевих органів виконавчої влади, членів комісій з надзвичайних ситуацій на території, де виникла надзвичайна ситуація, сил ЦО, а також зв'язку для зарубіжних формувань та організацій (агентств) з країнами, які беруть участь у ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;

- забезпечення зв'язку взаємодії між виконавцями рятувальних, інших невідкладних і відновних робіт та відповідними органами управління;

- забезпечення можливості приймання передач радіомовлення для населення, яке постраждало від наслідків надзвичайної ситуації, в місцях його тимчасового проживання;

- проведення експлуатаційно-технічного обслуговування апаратури і технічних засобів оповіщення та зв'язку ЦО.

Оповіщення і зв'язок у надзвичайних ситуаціях забезпечується за допомогою єдиної національної системи зв'язку (ЄНСЗ).

Сигнали оповіщення ЦО, повідомлення про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій, інформація про дії в умовах надзвичайної ситуації доводяться до працівників підприємств, установ, організацій, населення всіма наявними засобами зв'язку, мовлення, оповіщення.

5.2.2 Організація оповіщення

Система оповіщення ЦО організовується з урахуванням структури державного управління, характеру і рівня надзвичайних ситуацій, наявності і місця розташування сил, які можуть залучатися до ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Оповіщення організовується відповідним органом ЦО та НС за схемою, яка затверджується начальником цивільної оборони відповідного рівня.

Система оповіщення ЦО складається із загальнодержавної, регіональних і спеціальних систем централізованого оповіщення; локальних

та об'єктових систем оповіщення, систем циркулярного виклику.

На випадок загрози або виникнення надзвичайної ситуації загальнодержавного рівня створюється загальнодержавна система централізованого оповіщення центральних і місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування.

На випадок загрози або виникнення надзвичайної ситуації регіонального рівня в Автономній Республіці Крим, у кожній області, в містах Києві та Севастополі, а також у містах, віднесених до відповідних категорій і груп з ЦО, створюються регіональні системи централізованого оповіщення місцевих органів виконавчої влади і населення.

У разі виникнення загрози катастрофічного затоплення внаслідок руйнування однієї чи декількох гребель на водосховищах Дніпровського каскаду та інших річках відповідні чергові служби гідроелектростанцій здійснюють оповіщення відповідних чергових служб органів ЦО та НС за допомогою спеціальних систем централізованого оповіщення, створених безпосередньо на гідротехнічних спорудах за кошти їх власників.

У верхніх та нижніх б'єфах гідротехнічних споруд обов'язково повинні розміщуватися датчики, за допомогою яких забезпечується постійний контроль за рівнем води.

У системах централізованого оповіщення можуть використовуватися апаратура і технічні засоби оповіщення ЦО, канали та засоби зв'язку, мережі радіомовлення і телебачення (канали звукового супроводження) центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій, мережі зв'язку яких входять до ЄНСЗ.

Ці системи забезпечують оповіщення і подальше інформування:

- чергових служб міністерств та інших центральних органів виконавчої влади по службових телефонах;
- чергових служб місцевих органів виконавчої влади;
- чергових аварійно-рятувальних служб;
- сил цивільної оборони;

- населення, яке знаходиться в зоні можливого ураження.

Залежно від рівня надзвичайної ситуації централізоване оповіщення здійснюється:

- оперативним черговим МНС – чергових служб центральних органів виконавчої влади, чергових служб територіальних органів ЦО та НС, сил цивільної оборони;

- оперативним черговим територіального органу ЦО та НС – керівного складу та чергових служб місцевих органів виконавчої влади, населення, що знаходяться на території, на якій може виникнути чи виникла надзвичайна ситуація, а також сил цивільної оборони.

ВИСНОВКИ

Висновок магістерської роботи з діагностики ходової частини легкового автомобіля відображає глибоке розуміння проблем та ефективність використаних методик. Дослідження виявило, що діагностичні методи, такі як вимірювання кутів установки коліс, аналіз стану амортизаторів і дослідження характеристик шин, є надзвичайно важливими для визначення технічного стану автомобільної ходової частини.

Отримані результати дозволяють виявляти несправності та дефекти в ранніх стадіях, що сприяє попередженню серйозних поломок та забезпечує безпеку на дорозі. Впровадження сучасних технологій діагностики, таких як комп'ютерна вимірювальна техніка, робить процес визначення стану ходової частини більш точним та ефективним.

Дослідження підтверджує актуальність проблеми та необхідність регулярної діагностики ходової частини для забезпечення надійності та безпеки експлуатації автомобіля. Враховуючи широкий спектр факторів, що впливають на стан ходової частини, висновок підкреслює важливість постійного вдосконалення методів діагностики та їхнє впровадження в автомобільну практику.

У цілому, магістерська робота з діагностики ходової частини легкового автомобіля є вагомим внеском у розвиток автомобільної техніки та підтверджує важливість систематичного технічного обстеження для забезпечення оптимальної функціональності та безпеки автотранспорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2020. – 66 с.
2. Техніко – економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
3. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.
- 4 Підручник з будови автомобіля. Видання третє. Виправлене й доповнене – Моноліт 2021 – 288 с
5. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.
6. Gypka, A., et al. The patterns of changes in the degree of lubrication of the crankshaft bearings of car engines depending on the parameters of the load-speed modes of operation. Problems of Tribology, 2024, 29.3/113: 72-78.
7. Aulin, Victor, et al. Tribodiagnosis of the surface damage of tribo-coupling parts materials during machine operation. Procedia Structural Integrity, 2024, 59: 428-435.
8. Навчальний посібник «Техноекологія та цивільна безпека. частина «Цивільна безпека»» / автор-укладач В.С. Стручок– Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., – 156 с.

9. Gypka, A., Aulin, V., Mironov, D., Leshchuk, R., Yarema, I., Bukhovets, V., & Teslia, V. (2024). Structural and energetic self-organization of antifriction composite materials of car parts during friction and wear. *Problems of Tribology*, 29(2/112), 67-73.

10. Ляшук, О., Гевко, І., Гупка, А., Слободян, Л., Гевко, Б., & Хорошун, Р. (2023). Розробка моделі узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля з використанням математичних методів теорії планування експерименту. *сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*, 2(21), 135-144.

11. Конарчук В.Е., лудченко ОА. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Підручник.- К.: Вища школа., 1994

12. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.