

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

на здобуття освітнього ступеня

(назва освітнього ступеня)

*Volkswagen Passat B6 із дослідженням методів економічного використання палива
трибологічними засобами*

«Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис) (прізвище та ініціали)

(підпис) (прізвище та ініціали)

(підпис) _____ (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2024

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

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра Автомобілів

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

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 Бортнику Назарію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення конструкції передньої підвіски легкового автомобіля Volkswagen Passat B6 із дослідженням методів економічного використання палива трибологічними засобами

Керівник роботи Матвішин А.Й., к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом ректора від «12» листопада 2024 року № 4/7-1089.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 22 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи Конструкція передньої підвіски легкового автомобіля Volkswagen Passat B6. Технічна документація на автомобіль Volkswagen Passat B6.

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)

Індикаторне пристосування для регулювання підшипників ступиці Складальне креслення 1 лист – А1

Приспосіблення для стискання пружини Складальне креслення 1 лист – А1

Приспосіблення для зняття пальців рулевих тяг Складальне креслення 1 лист – А1

Підйомник підкатний 1 лист – А1

Установка для миття автомобіля знизу Вигляд загальний 1 лист – А1

Технологічна карта ремонту передньої підвіски 1 лист – А1

Передня підвіска автомобіля 2 листа

Стенд для діагностування кутів уснановки коліс 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

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)

Назарій БОТРИК

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Анатолій МАТВІЙШИН

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

У представленій магістерській кваліфікаційній роботі проаналізовано службове призначення підвіски автомобіля, а також вимоги до конструкції підвісок на основі проведеного огляду науково-технічної та патентної літератури. Приведена класифікація існуючих конструкцій підвісок легкових автомобілів, проаналізовані сучасні тенденції по розробці нових конструкцій підвісок.

Здійснено розрахунок основних тягово-динамічних характеристик основних робочих вузлів автомобіля Volkswagen Passat B6. Розраховано пружні характеристики передньої підвіски, визначено геометричні параметри демпфера, а також розроблено монтажне креслення передньої підвіски та креслення амортизатора.

Запропонована вдосконалена технологічна схема складання передньої підвіски даного автомобіля, із вибором найбільш оптимального обладнання, устаткування, робочого та контролюючого інструментів. Визначена їхня кількість та приведена схема їхнього розміщення на дільниці складання. Проаналізовано конструктивні зміни щодо розмірів та форми поверхонь деталей передньої підвіски, які вплинули на зміну технологічного процесу її складання.

Обґрунтовано перелік складальних робіт та порядок їх виконання, визначено трудомісткості операцій встановлення передньої підвіски на автомобіль. Підвіски автомобіля класифікують на залежні та незалежні. В даний час незалежні підвіски все більше витісняють залежні, хоча варто відзначити, що останні не є рідкістю для сучасних автомобілів. Для цього типу підвіски характерний жорсткий зв'язок між колесами осі, тому переміщення одного колеса тягне зміну положення іншого колеса.

Обрано організаційну форму виробництва, яка підтверджує відповідність запропонованого технологічного процесу складання передньої підвіски даного автомобіля законодавчим нормам у частині охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

В науково-дослідному розділі проаналізовано трибологічні засоби з

метою економічного використання палива. Приведені схеми, описано принципи дії відповідних установок, одержано експериментальні дані по ефективності запропонованих засобів.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	1
ЗМІСТ	3
ВСТУП	5
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	6
1.1 Функціональне призначення підвіски для легкових автомобілів	6
1.2 Варіанти конструктивних виконань підвісок	6
1.3 Основні типи конструкцій підвісок легкових автомобілів	7
1.4 Обґрунтування вибору вдосконаленої конструкції підвіски автомобіля	12
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	13
2.1 Аналіз технологічного процесу виготовлення вдосконаленої підвіски легкового автомобіля	13
2.2 Технологічність конструкції проекрованої підвіски автомобіля та технічні вимоги до неї	13
2.3 Розробка технологічної схеми установки передньої підвіски	14
2.4 Перелік виконуваних робіт при складанні передньої підвіски автомобіля	15
2.5 Визначення трудомісткості процесу встановлення передньої підвіски	17
2.6 Вибір організаційної форми установки підвіски	24
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	26
3.1 Обґрунтування компоувальної схеми передньої підвіски автомобіля	26
3.2 Визначення основних характеристик процесу демпфування коливань та безпружинних мас автомобіля	26
3.3 Установка для дослідження характеристик передньої підвіски автомобіля	33
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	36
4.1 Методи визначення економічності палива двигунів автомобіля	36
4.2 Трибологічні засоби для зменшення витрат палива на тертя та	

зношування	38
4.3 Експериментальні дослідження зносостійкості антифрикційних покриттів	42
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	50
5.1 Ідентифікація професійних ризиків	50
5.2 Методи і заходи по зниженню професійних ризиків	51
5.3 Оповіщення та інформування по безпеці в надзвичайних ситуаціях	53
ВИСНОВКИ	61
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62

ВСТУП

Сучасний легковий автомобіль продукт масового виробництва і одним із основних параметрів якого є його вартість. В умовах конкуренції на автомобільному ринку, автовиробники намагаються використовувати оптимальні, з точки зору експлуатаційних властивостей, технічні рішення, щодо розробки конструкції автомобіля в цілому, а також окремих його вузлів та агрегатів. Одним із найбільш відповідальних вузлів, які впливають на експлуатаційну надійність автомобіля являються передні підвіски. До деталей даного вузла ставляться високі вимоги, щодо матеріалів, параметрів точності та якості поверхонь, а також технологій ремонту та відновлення зношених поверхонь.

Конструктивним стандартом для даного типу вузлів стали задня напівзалежна підвіска і передня підвіска типу МакФерсон з рейковим кермовим механізмом, встановленим на підрамнику. При використанні однакової схеми підвіски, показники курсової стійкості, керованості та плавності ходу в автомобілів одного класу можуть суттєво відрізнятися. Кінцеві (робочі) значення цих параметрів підвіски визначаються під час доведення автомобіля до оптимального стану з точки зору його експлуатаційної надійності.

Підвіска легкового автомобіля призначена для виконання наступних операцій: забезпечення пружного зв'язку між колесами і кузовом автомобіля; поглинання ударів і поштовхів викликаних нерівностями дорожнього полотна; забезпечення оптимальної кінематики коліс, тобто. переміщення їх щодо кузова. Підвіски автомобіля класифікують на залежні та незалежні. В даний час незалежні підвіски все більше витісняють залежні, хоча варто відзначити, що останні не є рідкістю для сучасних автомобілів.

Для базового автопідприємства розроблено вдосконалений технологічний процес ремонту та відновлення передньої підвіски автомобіля Volkswagen Passat B6 із врахуванням його технологічних можливостей використовуючи сучасне обладнання, устаткування, робочого інструменту.

1.ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Функціональне призначення підвіски для легкових автомобілів

Підвіска легкових авто розроблена для виконання таких завдань: створення гнучкого з'єднання між кузовом та колесами; амортизація ударів, спричинених нерівностями на дорозі; та забезпечення відповідного переміщення коліс відносно кузова.

Сучасні конструкції підвісок для легкових авто мають відповідати ряду критеріїв. Це включає вимоги до дизайну загалом і до окремих компонентів, а також до рухових кінематик. Основні конструкції мають бути довговічними і надійними, мати мінімальну масу, особливо ті, що не містять пружин, і бути економічно вигідними. Також конструкція має бути технологічною, забезпечувати просте виробництво та монтаж, і забезпечувати ефективне згасання коливань від дорожніх нерівностей.

Щодо кінематики руху підвісок, вона має бути синхронізована з кермовим управлінням. Кінематика має забезпечувати оптимальні налаштування кутів коліс, а також стабільність колії та бази коліс під час руху автомобіля.

1.2 Варіанти конструктивних виконань підвісок

Автомобільні підвіски поділяються на залежні та незалежні типи. Незважаючи на те, що залежні підвіски все ще використовуються в деяких сучасних автомобілях, незалежні підвіски набувають все більшої популярності. Залежна підвіска характеризується тим, що колеса на одній осі жорстко зв'язані між собою, що призводить до зміни положення одного колеса під час переміщення іншого.

Переваги залежної підвіски включають: стабільний дорожній просвіт, що є важливим для автомобілів, які експлуатуються у складних дорожніх умовах; простоту у виготовленні та обслуговуванні; низьку вартість. Проте, цей тип підвіски має недоліки, такі як великі безпружинні маси, що знижують комфорт їзди, можливість значних поперечних переміщень, що погіршують керованість,

та необхідність вільного простору для руху балки, що може обмежувати об'єм багажника.

Незалежна підвіска не має жорсткого зв'язку між колесами на одній осі, що дозволяє одному колесу переміщуватися незалежно від іншого. Цей тип має такі переваги, як висока керованість, можливість регулювання кутів установки коліс, мала маса та компактність конструкції. Однак, має і недоліки, зокрема нижчу вантажопідйомність порівняно з залежною підвіскою, варіабельність дорожнього просвіту та високу вартість виробництва та обслуговування.

Також існує напівзалежна підвіска, де два поздовжні важелі з'єднані елементом, що крутиться, дозволяючи колесам впливати одне на одне при зміні кутів. Ця система має переваги, такі як низька вартість та простота у виготовленні, але водночас вона потребує більше простору для руху та має відносно низькі показники керованості.

Напівзалежна підвіска переважно використовується для задніх осей легкових автомобілів.

1.3 Основні типи конструкцій підвісок легкових автомобілів

Компоненти підвіски автомобіля виконують кілька основних функцій: пружні, напрямні та амортизаційні. Залежно від конструкції, окремі елементи можуть забезпечувати одну чи кілька з цих функцій. Серед пружних компонентів особливе місце займають пружини, ресори та торсіони.

Пружини є найпопулярнішими серед пружних елементів завдяки їхній невеликій вазі, доступній вартості виробництва та компактному розміру. Вони можуть бути різних форм: циліндричної, конічної чи бочкоподібної. Циліндричні пружини прості у виробництві і відносно дешеві, тоді як конічні та бочкоподібні пружини займають менше місця при стисненні. Також пружини можуть мати різну конструкцію витка, що забезпечує лінійну або нелінійну зміну жорсткості.

Листові ресори складаються з одного або кількох металевих листів, що з'єднують кузов з балкою моста і одночасно виконують роль напрямних та амортизаційних елементів завдяки тертю між листами. Вони можуть бути

різних форм, від еліптичних до чверть-еліптичних. Хоча ресори дешевші у виробництві та мають високу вантажопідйомність, вони важчі та займають більше місця порівняно з пружинами, тому зараз вони частіше використовуються в комерційному транспорті та причепах.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд ресори легкового автомобіля Mercedes-Benz Sprinter

Торсіони є особливим типом пружного елемента в автомобільній підвісці, що функціонує на принципі скручування. Вони виготовляються у формі стрижнів з круглим або квадратним перерізом. Торсіони мають властивість змінювати жорсткість не лінійно і дозволяють заощаджувати простір у вертикальному напрямку завдяки своїй компактності, їх виробництво є простим та економічно вигідним. Однак, підвіски на торсіонах можуть мати гірші ходові характеристики порівняно з пружинними системами. В сучасному автомобілебудуванні торсіони часто використовуються як стабілізатори поперечної стійкості, де середня частина закріплюється на кузові, а кінці на напрямних елементах, допомагаючи запобігти крену автомобіля при поворотах.

Амортизатори в системі підвіски виконують демпфуючу роль, поглинаючи вібрації та удари від дорожнього покриття. Спочатку в автомобілях встановлювалися механічні амортизатори, ефективність яких залишала бажати кращого через тертя фрикційних дисків. Сучасні автомобілі оснащені більш надійними гідравлічними амортизаторами. У таких амортизаторах поршень рухається у камері з рідиною, що проходить через спеціальні клапани. Існують однотрубні та двотрубні амортизатори, де двотрубні моделі містять додаткову порожнину для температурного компенсування об'єму рідини, але їхня робота чутлива до кута установки та схильна до спінювання. Однотрубні моделі більш стійкі до внутрішніх пошкоджень, проте вони можуть вийти з ладу при ушкодженні зовнішнього корпусу.

В системі підвіски також використовуються різноманітні шарніри, такі як

кульові шарніри та сайлент-блоки, що допомагають поліпшувати вібраційні характеристики та забезпечують плавне керування. Кульові шарніри можуть кріпитися різними методами і забезпечувати високу точність руху компонентів, в той час як сайлент-блоки, зроблені з особливо підібраної гуми, значно покращують комфорт під час їзди.

Напрямні елементи підвіски включають в себе важелі, штанги, поворотні кулаки та інші компоненти, які з'єднуються з кузовом автомобіля через різноманітні шарніри. До прямої системи також належать ресори та амортизаційні стійки, які відіграють ключову роль у забезпеченні правильної кінематики руху підвіски. При проектуванні підвіски вибір конкретних напрямних елементів базується на економічних перевагах і передбачуваних умовах використання автомобіля.

Литі алюмінієві важелі, хоч і легкі, але коштовні, тому їх часто використовують у вищому ціновому сегменті, де високі вимоги до керованості та загальних характеристик автомобіля. Ковані сталеві важелі, стійкі до великих динамічних навантажень, переважно застосовуються в автомобілях, призначених для експлуатації в умовах бездоріжжя. Штамповані з листової сталі важелі є вигідним вибором для виробництва завдяки своїй низькій вартості та простоті виготовлення, що робить їх популярними у масовому виробництві бюджетних автомобілів.



Рисунок 1.2 – Загальний вигляд нижнього важеля передньої підвіски автомобіля Volkswagen Touareg

На сьогодні однією з найпоширеніших конструкцій підвіски є система МакФерсон, відома також як підвіска на прямій стійці. Ця система часто описується як "гойдаюча свічка" через її конструктивні особливості.

Складається вона з нижнього поперечного важеля, що приєднаний через шаровий шарнір до поворотного кулака, і прямої стійки, кріпленої зверху до кузова автомобіля та знизу до кулака. Прямна стійка поєднує в собі функції амортизатора і пружини, виступаючи основним демпфуючим та направляючим елементом.

Така конструкція підвіски має менш досконалу кінематику порівняно з двоопорною системою, зокрема через зміну кутів установки коліс, але її вартість, простота установки та невеликий просторовий займ у поперечному напрямку роблять її дуже привабливою для виробників. Ця конструкція використовується у широкому спектрі автомобілів, від бюджетних моделей, таких як Hyundai Solaris, до дорогих кросоверів, таких як Audi Q3. Однак, серед недоліків МакФерсона можна відзначити значні шуми та вібрації, які передаються на кузов.

Інший популярний тип підвіски - це система на двох поперечних важелях, яка дозволяє краще контролювати нахили важелів та оптимізувати антикренні властивості, особливо у великих позашляховиках, таких як Toyota Land Cruiser, а також у висококласних седанах, як Audi A6. Ця конструкція забезпечує більш високий рівень керуваності та комфорту при експлуатації на складних дорожніх умовах.

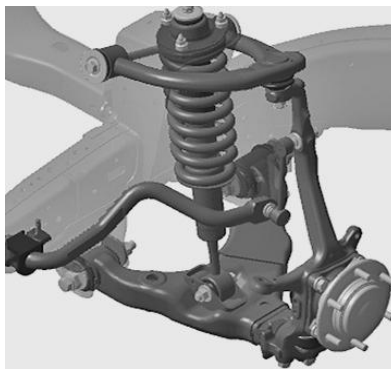


Рисунок 1.3 – Загальний вигляд передньої підвіски автомобіля Toyota Land Cruiser Prado

Багатоважільна підвіска вважається розвиненою формою підвіски на двох поперечних важелях і забезпечує високий рівень керуваності, плавність ходу та

мінімальний рівень шуму, який передається до кузова автомобіля. Цей тип підвіски хоча і дорожчий у виробництві та складанні, але пропонує значні переваги у термінах комфорту та стабільності. Яскравим прикладом застосування багатоважільної підвіски є задня підвіска Control Blade у моделі Ford Focus.

Окрім незалежних систем підвіски, існують також залежні передні підвіски, що використовуються переважно в рамних позашляховиках. У таких системах балка моста з'єднується з кузовом за допомогою чотирьох реактивних штанг або двох великих поздовжніх важелів, а стабілізація поперечного зміщення може здійснюватися за допомогою тяги Панара, механізму Уатта або механізму Скотта-Рассела. Хоча тяга Панара є економічним рішенням, вона може спричиняти поперечне зміщення коліс, що впливає на керованість і стабільність автомобіля. Натомість механізми Уатта та Скотта-Рассела ефективно усувають цей недолік, але є більш складними та дорогими у реалізації. Mercedes-Benz G-клас є одним із прикладів використання передньої залежної підвіски.

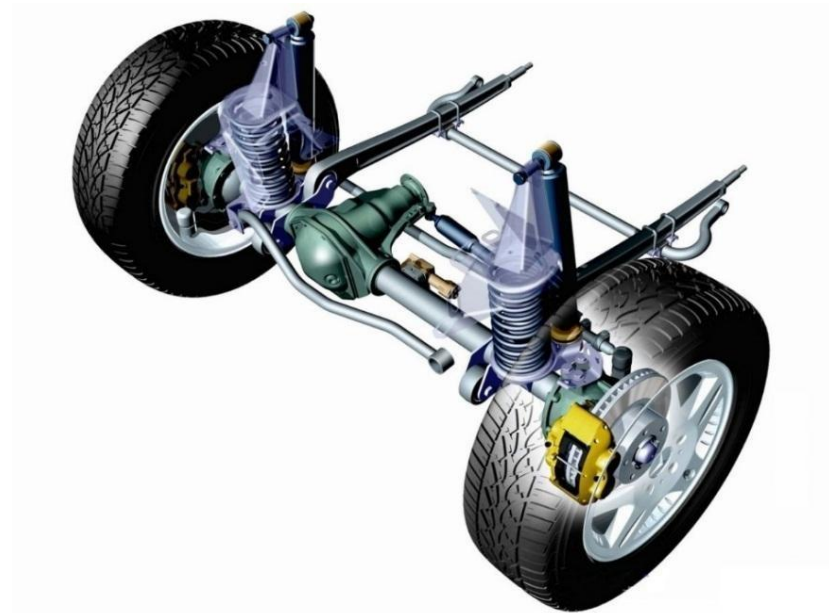


Рисунок 1.4 – Загальний вигляд передньої залежної підвіски автомобіля Mercedes-Benz G класу

1.4 Обґрунтування вибору вдосконаленої конструкції підвіски автомобіля

Як базу для модернізації вибрано Volkswagen Passat B5, який відзначається своєю високою якістю збірки та доступністю широкого спектру додаткових опцій за порівняно невеликі гроші. Седан, як найбільш затребуваний тип кузова на ринку, став основою для цих модифікацій. В основі моделі лежить удосконалена платформа Volkswagen Passat B6, яка є модифікацією платформи B5 і характеризується як достатньо якісна. Ця платформа забезпечує низьку вартість виробництва підвіски та малу масу, однак страждає від високого рівня вібрацій, що передаються на кермо через недостатню жорсткість переднього щитка, та складної кінематики передньої підвіски через наявність численних шарнірів у складовому нижньому важелі.

Оскільки модернізація бюджетних автомобілів обмежена можливостями фінансування, важливо зосередитися на виборі таких рішень, що забезпечують значні поліпшення при мінімальних витратах. З цієї причини запропоновано акцентувати увагу на поліпшенні керованості та стійкості автомобіля через вдосконалення демпфуючих елементів підвіски, що не тільки покращить загальні ходові характеристики, але й залишить кінцеву ціну автомобіля прийнятною для споживача.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз технологічного процесу виготовлення вдосконаленої підвіски легкового автомобіля

Технологічний процес визначається як ретельно спланована послідовність дій, кожна з яких тісно пов'язана з попередньою, щоб забезпечити обробку вихідних даних і досягнення запланованого результату.

Для модернізованої конструкції передньої підвіски легкового автомобіля компоненти залишаються такими ж, як і в базовій версії, що включає:

Важіль передньої підвіски в зборі;

Стійка передньої підвіски з гальмовою системою в зборі;

Стабілізатор поперечної стійкості передньої підвіски в зборі.

Використання існуючих технологічних процесів для складання цих компонентів у модернізовану підвіску виключає необхідність у додатковому технологічному обладнанні, зменшуючи потребу в капіталовкладеннях на придбання нових машин, а також витрати на перенавчання персоналу. Це сприяє зниженню виробничих витрат та оптимізації кінцевої вартості виготовлення модернізованої передньої підвіски, зберігаючи при цьому високу якість кінцевого продукту.

2.2 Технологічність конструкції проекрованої підвіски автомобіля та технічні вимоги до неї

Технологічність конструкції продукту визначається як комплексна характеристика, яка охоплює легкість виробництва, збірки та ремонтності. Цей показник не має прямого кількісного вираження, але може бути оцінений через аналіз собівартості продукції. Загалом, новітні технології та матеріали дозволяють знизити вартість виробництва виробів без втрати їхніх споживчих якостей порівняно зі старішими моделями.

У контексті масового виробництва, високий рівень технологічності є критичним, особливо у виробництві бюджетних автомобілів, де вимоги до

ефективності та вартості є особливо високими. Автоматизація процесу збірки є ключовою для забезпечення якості, при цьому в ручних операціях необхідна механізація для мінімізації витрат на контроль якості. Оптимізація збірки з використанням великих складальних вузлів та контроль якості постачальниками матеріалів може значно скоротити потребу в виробничих площах і зменшити витрати на їх утримання.

Крім того, стандартизація кріпильних елементів дозволяє зменшити різноманітність інструментів, що необхідні для монтажу, а використання автоматизованих контрольних та вимірювальних інструментів, інтегрованих безпосередньо в обладнання, підвищує ефективність та точність робочих процесів.

Технологічний процес збірки передньої підвіски автомобіля Volkswagen Passat B6 відповідає цим вимогам. Завдяки використанню великих збірних вузлів, трудомісткість процесу значно знижена. Вибір розмірів кріплення оптимізовано для мінімізації кількості використовуваного інструментарію. Робочі інструменти, такі як пневмогайковерти, розміщені таким чином, щоб забезпечити максимальну зручність і ергономіку для операторів.

2.3 Розробка технологічної схеми установки передньої підвіски

Технологічна схема збирання є фундаментом для організації технологічного процесу. Ця схема розробляється на основі конструкторської документації та включає в себе послідовність виконання робіт, перелік необхідних деталей і компонентів, а також специфікації, такі як моменти затягування болтових з'єднань і зусилля, необхідні для запресовування компонентів.

Технологічний процес поділяється на основний та допоміжний. Основний процес призводить до зміни маси, розмірів або властивостей деталі чи вузла, тоді як допоміжний процес включає такі дії, як обслуговування обладнання, зберігання, транспортування та контроль якості. Технологічна операція — це найдрібніша одиниця процесу, що виконується на одному робочому місці без

перерв.

Для планування робіт використовується маршрутна карта, яка детально описує кожен технологічний процес. Під час розробки технологічної схеми важливо враховувати розбивку на вузли таким чином, щоб максимізувати паралельність робіт та мінімізувати займану площу для зберігання. Однак, занадто мала кількість великих вузлів може збільшити необхідність у спеціалізованому устаткуванні для їх монтажу. Ідеально, деталі, що потребують фінішної обробки чи спеціальних налаштувань, слід організовувати в окремі складальні групи, щоб уникнути зайвого демонтажу та регулювання після встановлення на автомобіль.

2.4 Перелік виконуваних робіт при складанні передньої підвіски автомобіля

Складемо перелік виконуваних робіт для збирання модернізованої передньої підвіски з урахуванням вищевикладених вимог. У переліку відображено послідовність операцій, а також їх тривалість, визначено номенклатуру вхідних деталей, вузлів, кріпильних виробів та їх кількість, а також потреба у використанні спеціальних пристроїв та інструменту.

Таблиця 2.1 – Перелік виконуваних складальних робіт

№	Зміст основних і допоміжних переходів	Час, t оп, год.
1	2	3
1. Встановлення стійки передньої підвіски з гальмами в зборі		
1	Огляд стійки передньої підвіски.	0.2
2	За допомогою спеціального пристрою зафіксувати стійку на кузові автомобіля.	0.2
3	Взяти три шайби і три гайки і наживити їх на приварні болти верхньої опори стійки.	0.2

4	Взяти гайковерт і провести затягування гайок кріплення стійки необхідним моментом.	0.2
	Разом:	0,8
2. Встановлення стабілізатора передньої підвіски		
1	Огляд стабілізатора поперечної стійкості передньої підвіски.	0.4
2	Встановити стабілізатор на автомобіль поєднавши отвори на кронштейнах стабілізатора з приварними болтами на кузові автомобіля.	0.5
3	Взяти дві гайки і дві шайби і наживити їх на приварні болти.	0.3
4	Взяти гайковерт і зробити затягування гайок кріплення стабілізатора необхідним моментом.	0.4
	Разом	1.6
3. Встановлення важеля передньої підвіски при збиранні.		
1	Огляд важеля передньої підвіски в процесі збирання	0.4
2	Поєднати отвір шарніру важеля з отворами кронштейна на кузові автомобіля.	0.3
3	Пропустити через отвори шарніра та кронштейна болт	0.2
4	Гайку і шайбу кріплення важеля наживити їх на болт	0.2
5	Гайковертом зробити затягування гайки кріплення важеля необхідним моментом.	0.3
6	Поєднати отвори важеля та шарніра стійки стабілізатора	0.4
7	Болт пропустити через отвори важеля і шарнірну стійку стабілізатора.	0.3
8	Шайбу і гайку наживити їх на болт кріплення стійки стабілізатора.	0.2
9	Гайковертом зробити затягування гайки кріплення стійки стабілізатора необхідним моментом.	0.2
10	Поєднати отвір на важелі і конусну частину пальця кульового шарнір.	0.4

11	Наживити на різьбову частину кульового пальця шарніру гайку.	0.2
12	Гайковертом зробити затягування гайки кріплення кульового шарніру необхідним моментом.	0.2
13	Поєднати отвори кронштейна розтяжки важеля з отворами на кузові автомобіля.	0.3
14	Дві шайби і два довгих болти наживити їх у зовнішні отвори на кузові автомобіля.	0.5
15	Шайбу і короткий болт наживити їх у внутрішній отвір на кузові автомобіля.	0.2
16	Гайковертом зробити затяжку болтів кріплення кронштейна розтяжки важеля необхідним моментом	0.5
	Разом:	4.8
Сумарний час технологічного процесу складання процесу: 8 хв		

2.5 Визначення трудомісткості процесу встановлення передньої підвіски

Для визначення сумарної трудомісткості процесу збирання модернізованої передньої підвіски необхідно знайти суму часу, витраченого на виконання складальних операцій, часу для обслуговування робочих місць, а також часу, який відводиться на перерви та відпочинок. Крім цього, слід мати на увазі, що встановлення стійок і важелів виконується незалежно на лівій та правій стороні автомобіля, а встановлення стабілізатора виконується одночасно двома робітниками, тому в сумарній трудомісткості всі операції враховуватимуться двічі швидше.

Номер операції	Номер переходу	Зміст переходів	Номера деталей та їх кількість	Устаткування, технологічне оснащення	Інструмент		Номер операції
					робочий		
015	1	Взяти та виконати огляд важеля передньої підвіски у зборі	17.HR.01.017-2904011 СБ, 1 шт.	Гайковерт			0,4
	2	З'єднати отвір шарніра важеля з отворами кронштейна на кузові					0,3
	3	Взяти і пропустити через отвори шарніра та кронштейна болт	1/55412/31, 1 шт.				0,2
	4	Взяти гайку і шайбу кріплення важеля та наживити їх на болт	1/05170/70, 1 шт. 1/61015/21, 1 шт.				0,2
	5	Взяти гайковерт для затягування гайок кріплення стійки необхідним моментом					0,3

Номер операції	Номер переходу	Зміст переходів	Номера деталей та їх кількість	Устаткування, технологічне оснащення	Інструмент		Норма часу
					робочий	контрольний	
015	12	Взяти гайковерт для затягування гайок кріплення стійки необхідним моментом		Гайковерт			0,2
	13	Поеднати отвори кронштейна розтяжки важеля з отворами на кузові					0,3
	14	Взяти дві шайби і два довгі болти і наживити їх у зовнішні отвори на кузові	1/26468/01, 2 шт. 1/58888/21, 2 шт.				0,5

2.6 Вибір організаційної форми установки підвіски

Оптимальна організаційна форма для збірки модернізованої передньої підвіски — це потокова лінія. Цей метод характеризується безперервністю процесу, чітко визначеною спеціалізацією кожного робочого місця та ритмічністю збірки. Щоб поліпшити ергономіку та зручність збирання, необхідно забезпечити можливість регулювання висоти кузова автомобіля на різних етапах монтажу: при встановленні важеля і стабілізатора кузов має бути піднятий вище, ніж при монтажі стійок.

Розподіл робочих операцій у технологічному процесі потрібно планувати так, щоб тривалість кожної операції корелювалась з тактом випуску продукції. Це дозволить мінімізувати простої та підвищити загальну продуктивність персоналу. Використання автоматизованих систем для регулювання позицій кузова та інтеграція гнучких монтажних систем можуть додатково сприяти підвищенню ефективності збірки, забезпечуючи високу якість кінцевого продукту при зниженні фізичного навантаження на робітників.

Такт випуску розраховується за формулою:

$$T = \frac{\Phi_{\partial} \cdot 60}{N_T}, \text{ хв}$$

N_T - річний обсяг випуску.

Для модернізованої передньої підвіски приймаємо N_T - 1500 шт

Φ - річний фонд робітничого часу, який обчислюється за формулою:

$$\Phi = D_p \cdot c \cdot T_{cm} \cdot \eta_p$$

Де D_p 259 – кількість робочих днів в році;

$c = 2$ - кількість робочих змін на добу;

$T_{cm} = 8$ - тривалість робочої зміни;

$\eta_2 = 0.96$ - коефіцієнт втрати часу на ремонт обладнання.

Розраховуємо річний фонд робітничого часу:

$$\Phi = 259 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0.96 = 3978$$

Розраховуємо такт випуску модернізованої підвіски:

=

$$T_n = 60 \cdot 3978 / 150000 = 1,6, \text{ год}$$

Отримані в результаті розрахунків значення такту випуску та тривалості технологічних операцій є кратними, тим самим забезпечується реалізація потокової форми складання.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування компоувальної схеми передньої підвіски автомобіля

У цьому дослідженні ми зосереджуємо увагу на модернізації передньої підвіски Volkswagen Passat B6, який є передньопривідним легковим автомобілем. Головна мета цієї модернізації — підвищення керованості та курсової стійкості автомобіля. Існує багато підходів до досягнення цієї мети, від переходу до двохвальної схеми до використання активних компонентів, які включають пружні та демпфуючі елементи. Проте, всі технічні рішення мають бути відповідними для практичного застосування в реальних умовах виробництва.

Зауважимо, що передня підвіска Volkswagen Passat B6 є економічно вигідною і вже забезпечує достатній рівень ходових характеристик, тому радикальні зміни компоновочної схеми не виправдані. Враховуючи бюджетний характер автомобіля, рекомендується вдосконалити керованість та стійкість за рахунок модернізації демпфуючих елементів. Цей підхід не вимагає значних капітальних вкладень у виробничі лінії та може значно підвищити цінність автомобіля для споживачів, забезпечуючи кращий водійський досвід без значного зростання вартості.

3.2 Визначення основних характеристик процесу демпфування коливань та безпружинних мас автомобіля

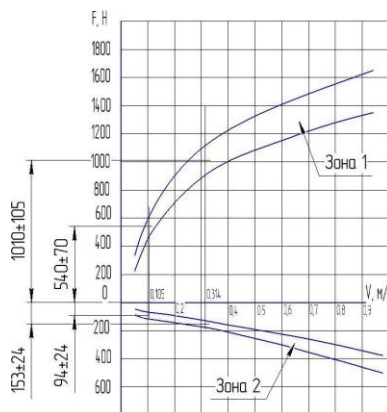


Рисунок 3.1 - Швидкісна характеристика стійки передньої підвіски

автомобіля Volkswagen Passat B6

Дані для розрахунків беремо відповідно до швидкісної характеристики стійки (рисунок 3.1). Перевірка характеристик стійки, а також відповідність її вимогам довговічності проводиться при швидкостях 0.105 м/с та 0.314 м/с.

Середній коефіцієнт демпфування амортизаторної стійки визначається за формулою:

$$K_{CT} = \frac{F_{CT} + F_{Від}}{2 \cdot \dot{\vartheta}} \quad (3.1)$$

Де F_{CT} - зусилля амортизаторної стійки на стиск в першій контрольній точці;

$F_{Від}$ - зусилля амортизаторної стійки на відбій в першій контрольній точці;

$\dot{\vartheta}$ - швидкість руху штока стійки.

Визначаємо середній коефіцієнт демпфування амортизаторної стійки для дросельного режиму:

$$K_{DCT} = \frac{94 + 5400}{2 \cdot 0,105} = 3019 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м}$$

а також для клапанного режиму:

$$K_{KCT} = \frac{153 + 1010}{2 \cdot 0,314} = 1852 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м}$$

Середній коефіцієнт демпфування з урахуванням передавального відношення амортизаторної стійки визначаємо за формулою:

$$K = \frac{K_{CT}}{i_{CT}^2}, \quad (3.2)$$

Де i_{CT} - передатне відношення амортизаторної стійки, для автомобіля Volkswagen Passat B6 $i_{CT} = 1,022$

Розраховуємо значення даного коефіцієнта:

$$K_D = \frac{K_{DCT}}{i_{CT}^2} = \frac{3019}{1,054^2} = 2718 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м} \quad - \text{ для дросельного режиму}$$

$$K_K = \frac{K_{KCT}}{i_{CT}^2} = \frac{1852}{1,054^2} = 1667 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м} - \text{для клапанного режиму}$$

-

Визначивши середній коефіцієнт демпфування розраховуємо коефіцієнт відносного демпфування підресореної та безпружинної маси автомобіля:

$$\psi_{\Pi} = \frac{K}{2 \cdot \sqrt{m_{\Pi} \cdot C_z}}, \quad (3.3)$$

де, K - коефіцієнт демпфування стійки в відношенні колеса;

m_{Π} - підресорена маса для одного колеса;

C_z - вертикальна жорсткість передньої підвіски.

Підресорену масу для одного колеса визначаємо по наступною формулою:

$$m_{\Pi} = \frac{m_{III}}{2} - m_H, \quad (3.4)$$

Де m_{III} - маса, яка припадає на передню вісь при повному завантаженні. Для даного автомобіля $m_{III} = 742,7$ кг .

m_H - безпружинна маса, що припадає на одне колесо передньої осі. Для автомобіля Volkswagen Passat B6. В нашому випадку вона становить: $m_H = 37$ кг .

Отримуємо

$$m_{\Pi} = \frac{750}{2} - 37 = 341,3 \text{ кг}$$

Вертикальна жорсткість передньої підвіски є сумою вертикальної жорсткості від пружини і жорсткості від гумометалевих шарнірів. Формула для визначення жорсткості підвіски:

$$C_z = \frac{C_{\Pi P}}{i_{CT}^2} + C_{III} \quad (3.5)$$

Де $C_{\Pi P}$ - жорсткість пружини. C_{III} - жорсткість шарнірів підвіски, віднесена до колеса. Зазвичай знаходиться у межах 1..3 кН/м. Для даних розрахунків приймемо $C_{III} = 2$ кН/м

У результаті розрахунків отримуємо:

$$C_z = \frac{18.6}{1.054^2} + 2 = 18,74 \text{ кН/м}$$

Розраховуємо коефіцієнт відносного демпфування коливань підресореної маси з урахуванням отриманої жорсткості:

$$\psi_{\text{пд}} = \frac{K_D}{2 \cdot \sqrt{m_{\text{п}} \cdot C_z}} = \frac{2718}{2 \cdot \sqrt{341,3 \cdot 18740}} = 0,54 \quad - \text{ для дросельного режиму}$$

$$\psi_{\text{пк}} = \frac{K_K}{2 \cdot \sqrt{m_{\text{п}} \cdot C_z}} = \frac{1365}{2 \cdot \sqrt{341,3 \cdot 18740}} = 0,33 \quad - \text{ для клапанного режиму}$$

Отримані результати дійсні для однойменного ходу підвіски, коли обидва колеса рухаються одночасно на стиск або відбій. Однак, при різноіменному ході в роботу підвіски включається стабілізатор поперечної стійкості. Для даного випадку вертикальну жорсткість підвіски розраховуємо за формулою:

$$C_z = \frac{C_{\text{пп}}}{i_{\text{СТ}}^2} + C_{\text{ш}} + C_{\text{СТЗ}},$$

- вертикальна жорсткість від стабілізатора на колеса, яка визначається за формулою:

$$C_{\text{СТЗ}} = \frac{C_{\text{СТО}} \cdot b_G}{i} \quad (3.6)$$

Де, $C_{\text{СТО}}$ - жорсткість штанги стабілізатора поперечної стійкості;

b_G - 0,9 - коефіцієнт, який враховує вплив подушок кріплення штанги стабілізатора до кузова;

i - передавальне число штанги стабілізатора до колеса. Для автомобіля Volkswagen Passat B6 штанга стабілізатора кріпиться до важіля передньої підвіски і передатне число буде $i = 1.72$

Розраховуємо жорсткість штанги стабілізатора поперечної стійкості за формулою:

$$C_{cтo} = \frac{d^4 \cdot 6.18 \cdot 10^5}{2 \cdot l_0^3 + l_5^2 \cdot L_s + 7.78 \cdot l_2 \cdot l_7^2 - 2 \cdot l_4^3}, \quad (3.7)$$

Геометричні розміри l_i визначаємо згідно рисунку 3.2.

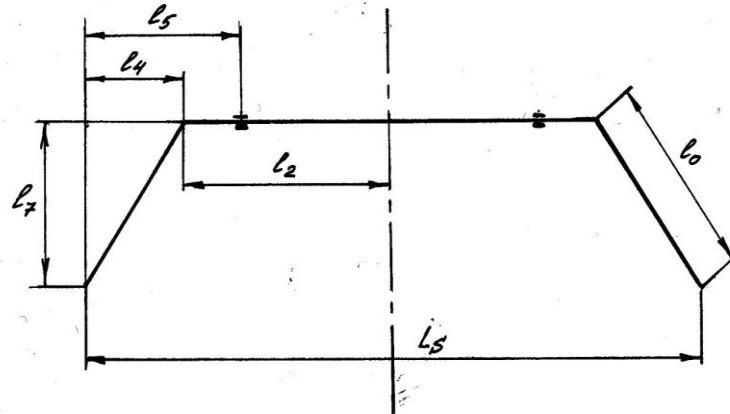


Рисунок 3.2 – Геометричні розміри для розрахункової схеми стабілізатора поперечної стійкості

Крайніми точками на схемі є місця встановлення стійок кріплення стабілізатора на важелі. Відповідно до конструкторської документації на стабілізатор поперечної стійкості при розрахунку приймаємо наступні параметри: $l_0 = 230.7$ мм ; $l_2 = 380$ мм ; $l_4 = 150$ мм ; $l_5 = 170$ мм ; $l_7 = 192$ мм ;

$L_s = 1060$ мм ; $d = 22$ мм .

Розраховуємо жорсткість штанги стабілізатора:

$$C_{cтo} = \frac{0.022^4 \cdot 6.18 \cdot 10^5}{2 \cdot 0.2307^3 + 0.170^2 \cdot 1.06 + 7.78 \cdot 0.38 \cdot 0.192^2 - 2 \cdot 0.15^3} = 92 \text{ кН/м}$$

Величина жорсткості штанги стабілізатора поперечної стійкості, наведена до колеса, дорівнює:

$$C_{cтз} = \frac{92 \cdot 0.9}{1.87} = 44.26 \text{ кН/м}$$

Отримана величина характерна для різного ходу підвіски. Якщо одне з коліс потрапляє до ями на дорозі, а друге продовжує кочення по рівному покриттю, отриману величину жорсткості слід зменшити вдвічі:

$$C_{CTZ}^* = \frac{C_{CTZ}}{2} = \frac{44,26}{2} = 22,13 \text{ кН/м} \quad (3.8)$$

Визначаємо значення жорсткості підвіски для даного випадку:

$$C_z = \frac{18,6}{1,054^2} + 2 + 22,13 = 40,9 \text{ кН/м}$$

Перераховуємо значення відносного демпфування коливань підресорених мас з урахуванням кінцевого значення жорсткості підвіски:

$$\psi_{\text{пд}} = \frac{K_D}{2 \cdot \sqrt{m_{\text{п}} \cdot C_z}} = \frac{2718}{2 \cdot \sqrt{341,25 \cdot 40900}} = 0,36 \quad - \text{ для дросельного режиму}$$

$$\psi_{\text{пк}} = \frac{K_K}{2 \cdot \sqrt{m_{\text{п}} \cdot C_z}} = \frac{1667}{2 \cdot \sqrt{341,25 \cdot 40900}} = 0,22 \quad - \text{ для клапанного режиму}$$

З погляду забезпечення оптимальної плавності ходу значення коефіцієнта відносного демпфування коливань підресорної маси має становити не більше 0,25...0,3. На підставі отриманих у результаті розрахунків значень можна дійти висновку, що з різноіменним ходом підвіски має недостатню жорсткістю. У той же час для однойменного ходу жорсткість дещо завищена. Беручи до уваги той факт, що загалом жорсткість підвісок у сучасному автомобілебудуванні поступово збільшується, слід збільшити значення коефіцієнта відносного демпфування. Таке рішення дозволить покращити керованість та курсову стійкість автомобіля, а, отже, його безпеку при незначному погіршенні плавності ходу.

Виберемо значення коефіцієнта відносного демпфування коливань підресорених мас та розрахуємо середній коефіцієнт демпфування стійки:

$$\psi_{\text{пк}} = \frac{K_K}{2 \cdot \sqrt{m_{\text{п}} \cdot C_z}} = 0,27$$

Тоді середній коефіцієнт демпфування стійки:

$$K_K = \psi_{\text{пк}} \cdot 2 \cdot \sqrt{m_{\text{п}} \cdot C_z} \quad (3.9)$$

У результаті отримуємо:

$$K_K = 0.27 \cdot 2 \cdot \sqrt{341 \cdot 40900} = 2016,7 \quad (3.10)$$

Використовуємо значення $K_K = 2017$

При ході відбою зусилля в амортизаторі досить велике, тому для збільшення середнього коефіцієнта демпфування слід збільшити зусилля під час стиснення. Розраховуємо необхідне значення зусилля амортизатора на стиск за формулою:

$$K_{KCT} = \frac{F_{сж} + 1010}{2 \cdot 0,314} = 2017 \text{ Н} \cdot \text{с/м}$$

У конструкції амортизатора зусилля під час стиснення забезпечують три диски завтовшки 0,1мм. Два є суцільними, а третій має дросельні отвори. Величина жорсткості дисків має кубічну залежність від їх товщини. Приблизний розрахунок жорсткості дисків можна зробити, використовуючи наступний вираз:

$$C_d = a^3 \cdot y, \quad (3.11)$$

де: a - товщина диска клапана стискування;

y – коефіцієнт, який залежить від матеріалу, розмірів, шорсткості поверхні диска клапана стиснення.

Розрахунок параметра y досить трудомісткий, тому при розрахунках змінною буде лише товщина диска для отримання оптимальної жорсткості

Конструкція серійного амортизатора має жорсткість, яка визначається за формулою :

$$C_{CЖ} = C_{d1} + C_{d2} + C_{d3}$$

$$C_{CЖБ} = 0.1^3 \cdot y + 0.1^3 \cdot y + 0.1^3 \cdot y = 0.003 \cdot y$$

Для збільшення жорсткості, можна збільшити товщину одного диска клапана стиснення з 0.1 мм до 0.12мм:

$$C_{CЖП} = 0.1^3 \cdot y + 0.1^3 \cdot y + 0.12^3 \cdot y = 0.00373 \cdot y$$

Визначимо y скільки раз отримана в результаті розрахунків

жорсткість перевищує її базове значення:

$$C_{сжП} / C_{сжБ} = 0,00373 \cdot y / 0,003 \cdot y = 1,243$$

У стільки ж разів збільшиться зусилля стиснення проектного амортизатора:

$$F_{сжП} = 1,243 \cdot F_{сжБ} = 190 \text{ Н}$$

Тоді середній коефіцієнт демпфування і коефіцієнт відносного демпфування коливань підресореної маси для стійки, яка проектується, мають значення:

$$K_{кст} = \frac{190 + 1010}{2 \cdot 0,314} = 1911 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м}$$

$$\psi_{пк} = \frac{1911}{2 \cdot \sqrt{341,25 \cdot 40900}} = 0,26$$

Розрахункове значення відносного демпфування коливань підресореної маси лежить у діапазоні, який забезпечує найкращу плавність ходу автомобіля. Проводимо перевірочний розрахунок даного коефіцієнта для однойменного ходу підвіски з модернізованою конструкцією стійки в клапанному режимі:

$$\psi_{пк} = \frac{1911}{2 \cdot \sqrt{341,25 \cdot 18740}} = 0,38$$

Отримане значення незначне, але все ж таки перевищує оптимальний діапазон. Тому слід очікувати деяке зниження плавності ходу при однойменному ході підвіски. Для різноіменного ходу курсова стійкість і керованість збільшаться і мета модернізації буде досягнута. Варто зазначити, що на практиці остаточне рішення щодо налаштування підвіски приймається експертами після випробувань прототипів.

3.3 Установка для дослідження характеристик передньої підвіски автомобіля

Розроблені теоретичні дослідження експериментально підтверджувались на спеціальному стенді (рисунок 3.2, 3.3), яке складається із:

Рульове колесо та рульова колонка: Кермо з'єднане з рульовою

колонкою, що дозволяє користувачеві повертати колеса, обертаючи її. Це демонструє, як вхідні дані від водія передаються на колеса. Рейковий рульовий механізм: Цей механізм, розташований у центрі, перетворює обертальний рух керма на лінійний рух, необхідний для повороту коліс. Передня підвіска: Видно дві гвинтові пружини та амортизатори, які є частиною системи передньої підвіски. Ці компоненти поглинають удари та зберігають контакт колеса з дорогою. Колеса та шини: Передні колеса встановлені на системі підвіски, демонструючи механізми рульового керування та розвалу коліс. Гальмівна система: Стенд містить гальмівну педаль, з'єднану з компонентами гальмівної системи, такими як супорти або магістралі, що дозволяє демонструвати функціональність гальмування. Рама: Міцний металевий каркас підтримує компоненти, забезпечуючи стабільність під час експериментів. Манометри та резервуари: Манометри (вимірювачі тиску) і резервуари для рідини встановлені на стенді, можливо, для вимірювання гідравлічного тиску або демонстрації поведінки гальмівної та рульової рідини.



Рисунок 3.3 - Стенд для випробування підвіски і гальм

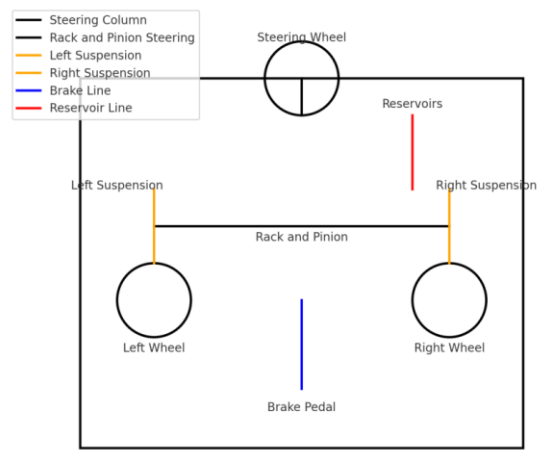


Рисунок 3.4 – Кінематична схема стенду для випробування підвіски і гальм

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Методи визначення економічності палива двигунів автомобіля

Двигуни внутрішнього згоряння належать до найважливіших споживачів енергії. У всіх промислово розвинених країнах значні зусилля направлені щодо проблеми збільшення економічності двигунів. Безперервне підвищення цін на сировину, особливо на нафту, вимагає використання всіх можливостей економії пального, у тому числі й таких, які ґрунтуються на використанні трибологічних рекомендацій. Зменшення споживання пального автомобілем можна досягти різними шляхами.

Витрата пального залежить від його теплотворної здатності та загального коефіцієнта корисної дії. Тому для цього виду пального зменшення його витрати можливе лише за рахунок збільшення загального коефіцієнта корисної дії (ККД). Загальний ККД двигуна являє собою добуток внутрішнього ККД двигуна та механічної передачі:

Внутрішній коефіцієнт корисної дії визначається термодинамічними характеристиками двигуна та його типом. Відомо, що найбільший ККД серед двигунів внутрішнього згоряння мають дизельні двигуни.

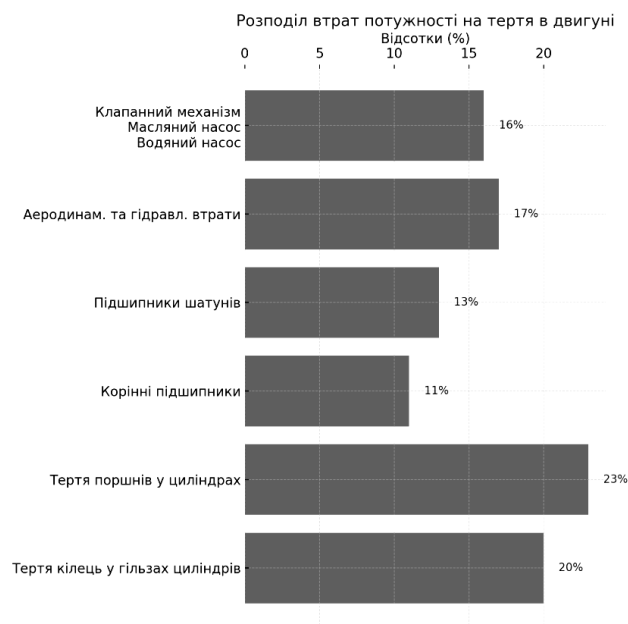


Рисунок 4.1 Розподіл механічних втрат у двигуні внутрішнього згоряння по групах вузлів та механізмів при $n = 4000$ об/хв.

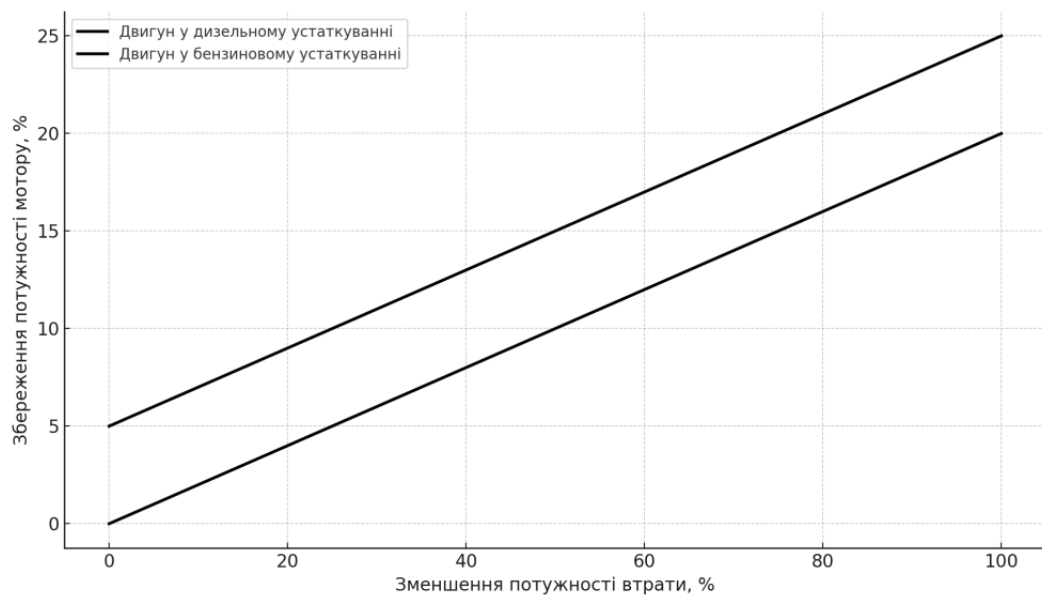


Рисунок 4.2. Зменшення витрати пального в двигуні при пониженні втрат на тертя

При проектуванні та виготовленні високооборотних дизельних двигунів для легкових автомобілів дуже важливо добиватися високих значень механічного ККД. Цей коефіцієнт дорівнює відношенню корисної потужності до внутрішньої потужності двигуна і є мірою всіх механічних втрат, на які можна вплинути за допомогою трибологічних заходів.

Механічний ККД двигуна внутрішнього згоряння зазвичай дорівнює 78...92%, причому для більшості великих дизельних двигунів $\eta = 82...92\%$ та для автомобільних дизельних двигунів 78...86%. Слід зазначити, що для подолання механічних втрат витрачається до 25...30 % потужності двигуна.

Відповідно до результатів проведених досліджень для автомобілів у несприятливому режимі втрати на тертя можуть досягати 50% внутрішньої потужності.

На рис. 4.1 показано розподіл механічних втрат у чотиритактному двигуні внутрішнього згоряння з робочим об'ємом циліндрів $1,5 \text{ дм}^3$. За оцінками багатьох досліджень втрати на тертя можуть бути зменшені за допомогою трибологічних заходів лише на 30 %. Теоретично це дозволило б заощадити до

11% пального; у всякому разі 5...8 % економії можна розглядати як реальні.

На рис. 4.2 показано зниження витрати пального в залежності від зменшення втрат на тертя.

$$\text{При цьому } b_e = 1/(N_u \eta_{\text{заг}}) \quad N_u = 4,178 \times 10^4 \text{ Дж/Г}$$

4.2 Трибологічні засоби для зменшення витрат палива на тертя та зношування

Зниження втрат на тертя та зношування в двигунах внутрішнього згоряння може бути досягнуто за рахунок наступних трибологічних заходів: застосуванням спеціальних мастильних матеріалів; покриттям поверхонь тертя; підбором пар тертя; удосконаленням конструкцій деталей двигуна; зменшенням потужності допоміжних агрегатів; фільтрацією повітря, мастильного матеріалу та пального.

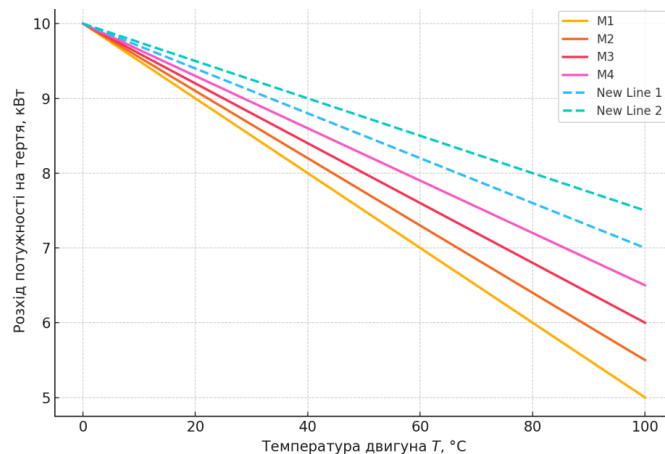


Рисунок 4.3. Витрата потужності на тертя залежно від температури та в'язкості мастильного матеріалу. Для мастильних матеріалів, M_1 , M_2 , M_3 , M_4 .

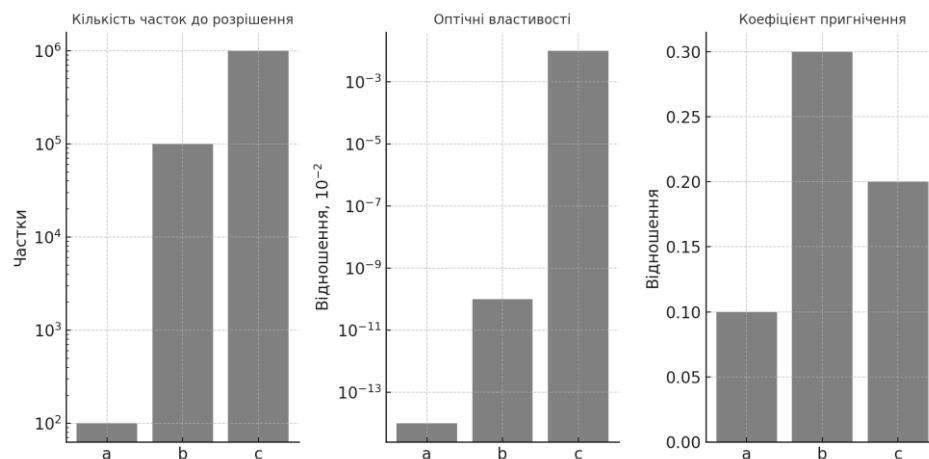


Рисунок 4.4. Довговічність, відносний знос та коефіцієнт тертя для плівок MoS_2 нанесених на поверхні тертя різними способами: *а* - плівка MoS_2 , нанесена натиранням; *б* - нанесення плівки товщиною 13 мкм у вигляді лаку; *в* - нанесення плівки товщиною 0,3 мкм напиленням за допомогою струму високої частоти.

При рідинному мастилi зниження втрат на тертя відбувається в основному за рахунок зменшення в'язкості мастильного матеріалу. Воно може бути досягнуто підвищенням температури мастильного матеріалу. Однак не слід забувати, що надмірне зменшення в'язкості веде до зниження надійності роботи підшипників ковзання і поршневих кілець, так як це тягне за собою зменшення товщини мастильного шару, поява ділянок з напіврідинним мастилом, зростання сили тертя і підвищення зносу. Тому треба мати на увазі, що з підвищенням температури мастильного матеріалу оптимальні зазори в підшипниках повинні бути зменшені.

Теоретично, економія пального за рахунок зниження в'язкості мастильного матеріалу може досягати 11%. Зниження в'язкості мастильного матеріалу коробки передач може забезпечити економію палива до 5%.

На рис. 4.3 на конкретному прикладі показано залежність потужності тертя від робочої температури та в'язкості мастила. Зростання потужності після мінімуму означає перехід від рідинного мастила до напіврідинного. Зменшення в'язкості і водночас зменшення тертя може бути досягнуто фільтрацією забрудненого мастильного матеріалу.

Зменшення втрат при змішаному терті може бути досягнуто введенням у мастильний матеріал спеціальних присадок. При їх використанні у двигуні та коробці передач можна досягти економії пального до 4,3%. На рис. 4.4 - 4.7 наведені результати випробувань, отримані при використанні як присадка дисульфиду молібдену MoS_2 .

Синтетичні мастильні матеріали містять вуглеводні високої чистоти і за своєю якістю перевершують мінеральні мастильні матеріали. Синтетичні мастильні матеріали мають наступні переваги перед мінеральними: знижують

споживання пального; забезпечують запуск холодного двигуна; зберігають свої властивості за високих температур; забезпечують більш надійний захист від зносу; мають підвищену опірність зсуву; витрата мастильного матеріалу знижується до 50%; не забруднюють двигуни.

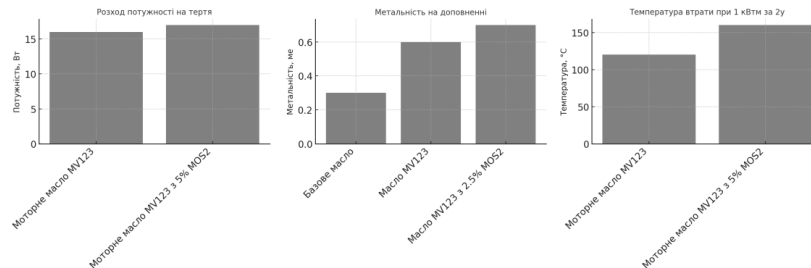


Рисунок 4.5. Результати дослідження впливу добавки MoS₂ до моторного мастила MU232,

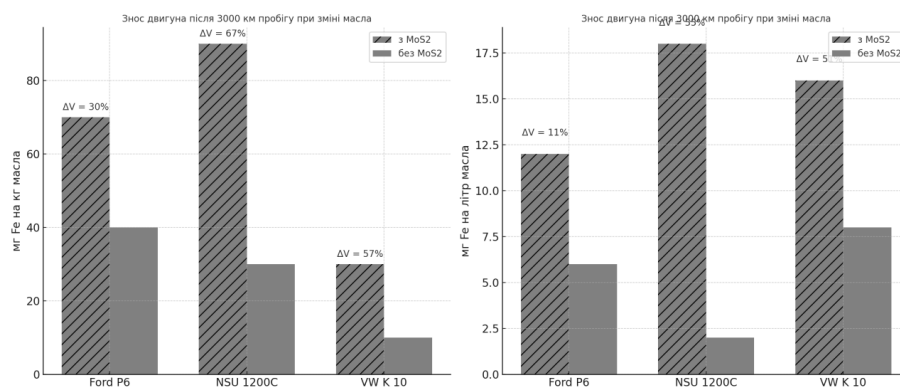


Рисунок 4.6. Вплив добавки MoS₂ (0,12 %) в моторне мастило на знос двигунів різних автомобілів в процесі їх експлуатації (знос зареєстрований в момент заміни мастила після 3000 км пробігу)

На рис. 4.7 та у табл. 4.1 та рис. 4.4 наведено результати використання синтетичних мастильних матеріалів (як моторне мастило). Їх застосування в більшості випадків призводить до зниження витрати пального та зменшення зносу.

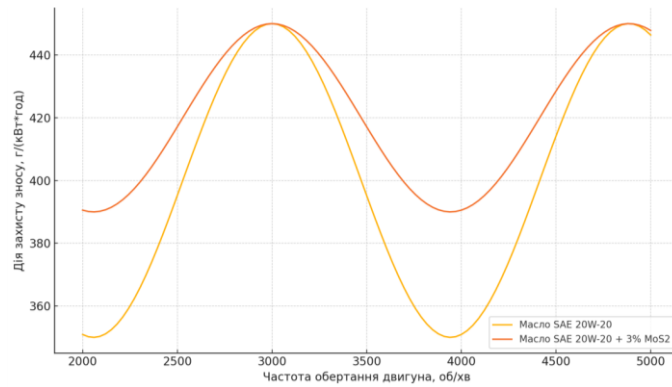


Рисунок 4.7. Питома витрата пального в двигуні внутрішнього згоряння з робочим об'ємом 2 дм³ при повному навантаженні в залежності від виду мастильного матеріалу та частоти обертання валу двигуна.

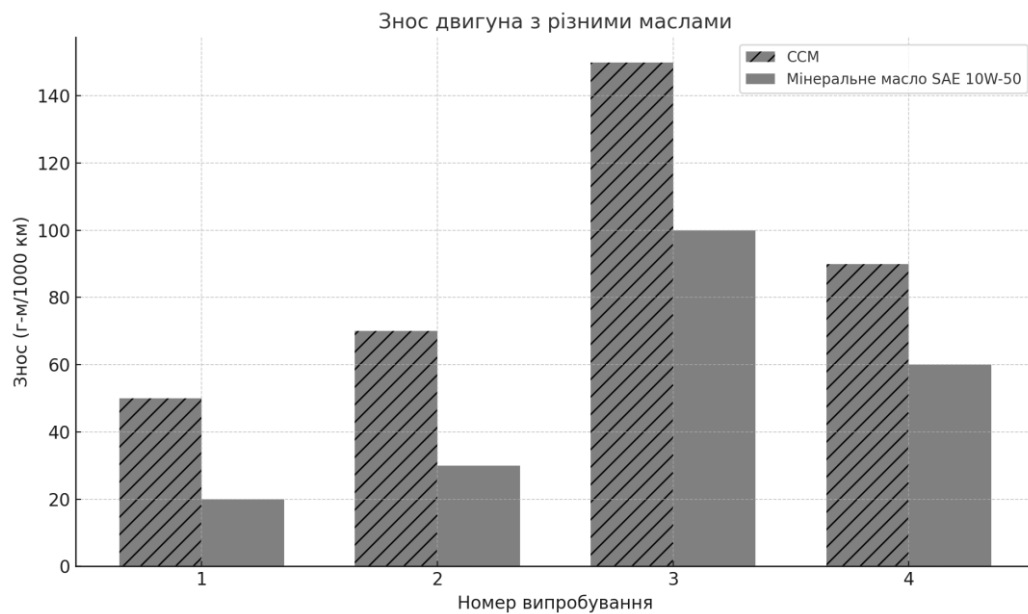


Рисунок 4.8. Зношування поршневих кілець на чотирьох (1, 2, 3, 4) автомобілях (стендові випробування, еквівалентні 30 тис. км пробігу).

Дослідження, результати яких наведено у табл. 4.1 проводилися на автомобілях з робочим об'ємом циліндрів 1...2,7 дм³ потужністю 32...115 кВт при пробігу 3...30 тис. км. Мастильні матеріали, які випробовувалися, працювали без заміни протягом одного тижня.

Таблиця 4.1. Економія палива у випадку використання синтетичних мастильних матеріалів

Умови дослідження	Економія палива, %
Холодний запуск двигуна	7,9
Експлуатація по місту	5,0
Експлуатація по ґрунтових дорогах зі швидкістю 90 км/год	6,4
Експлуатація автострадою зі швидкістю 120 км/год	2,0

4.3 Експериментальні дослідження зносостійкості антифрикційних покриттів

Антифрикційні лаки на основі MoS_2 широко на практиці використовуються на практиці при експлуатації дизельних двигунів. Даним лаком можна покривати головний вал приводу, якір генератора та поверхні поршнів. Зазвичай використовуються покриття завтовшки 3...15 мкм. При цьому значно знижується зношування та корозія посадкових місць. Лак на основі MoS_2 дуже стійкий до високих температур (180...450 °C). Наноситься лак методом розбризкування або занурення і твердне при температурі 180 °C протягом 30 хв.

Крім того, відомий досвід використання покриттів з нікелю та карбиду кремнію, які наносяться з колоїдних дисперсій, покращують зносостійкість і довговічність двигунів внутрішнього згорання. Розроблено також методи та пристосування для нанесення латунних покриттів на деталі автомобілів. Латуновані деталі мали знижений знос у процесі опрацювання, меншу тривалість опрацювання та вищу надійність у цей період. Відомо, що латуновані деталі мають і вищу довговічність.

Таблиця 4.2. Зношування двигунів легкових автомобілів при застосуванні синтетичних мастильних матеріалів

Тип автомобіля (деталі)	Зношування, мкм на 1000 км	
	Мінеральний мастильний матеріал	Синтетичний мастильний матеріал
Пежо 204 (кулачки, клапанні важелі)		12
Пежо 504 (кулачки, штовхачі)	2 152	18,8
Даймлер/Бенц OM 616:	0,23	0,24 0,08
циліндри		
кулачки	0,80	10
Вольво В 20:	50 140	
кулачки		20
штовхачі		

Перші дослід з латунування проводились на циліндрах двигунів і торцевих поверхнях шатунів. Особливо ефективно латунування для циліндрових гільз дизельних двигунів. Результати досліджень наведено на рис. 4.9 - 4.12.

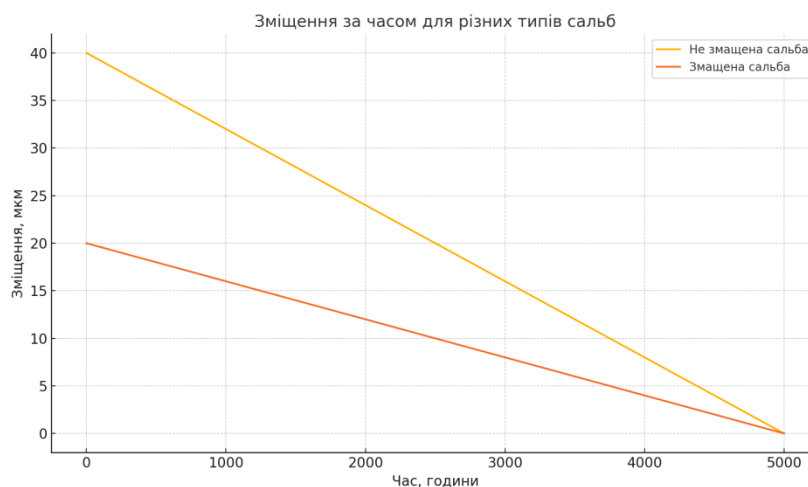


Рисунок 4.9. Вплив латунування на зношування Δh гільзи циліндра в залежності від тривалості експлуатації двигуна t .

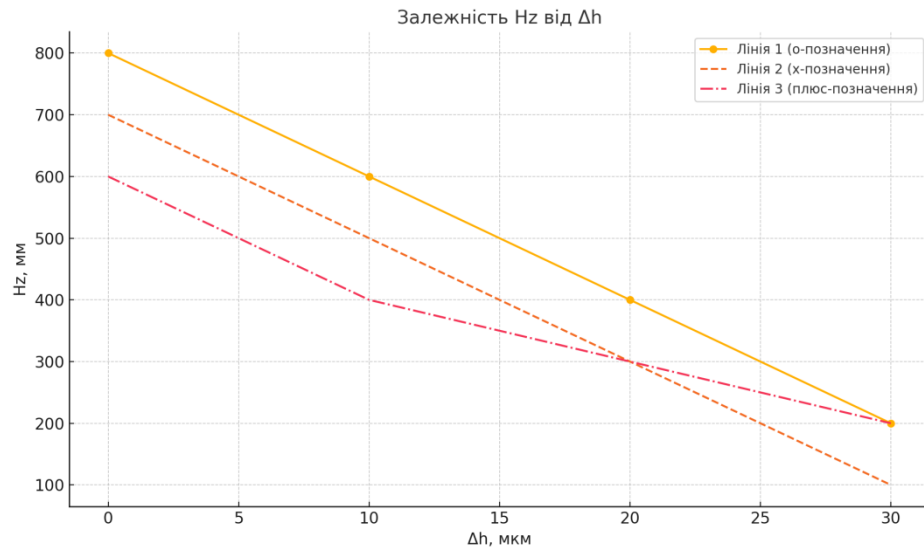


Рисунок 4.10. Розподіл зносу Δh по висоті h_z для латунованих і нелатунованих гільз циліндрів гільз, (—) - нелатунована гільза, (-----) через 3625 год експлуатації, (---) - через 5720 год експлуатації.

Понад 40% механічних втрат припадає на циліндри та поршні. Так як питома потужність сучасних двигунів безперервно зростає, то матеріали, з яких виготовлені поршні, кільця та циліндри, зазнають все більших навантажень.

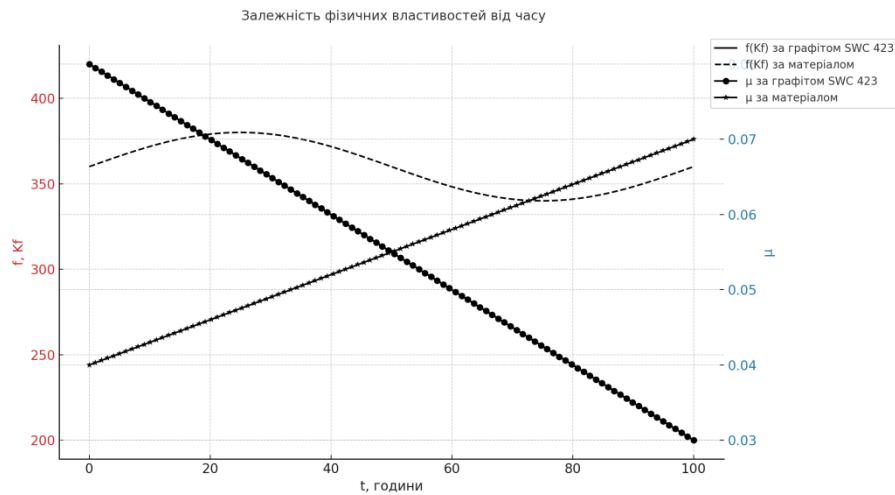


Рисунок 4.11. Залежність температури T і коефіцієнта тертя μ від тривалості процесу тертя t (--- температура, — коефіцієнт тертя, X - сталь по сталі, O - сталь по латунованій сталі)

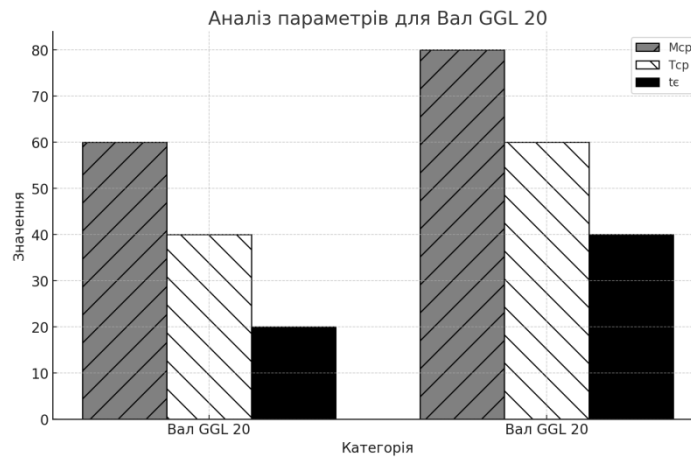


Рисунок 4.12. Середні значення коефіцієнта тертя μ та температури T після припрацювання протягом часу t при порівняльних випробуваннях підшипників ковзання з латунуванням і без латунування, (матеріал валу 66E20, матеріал вкладиша 20MnCr5).

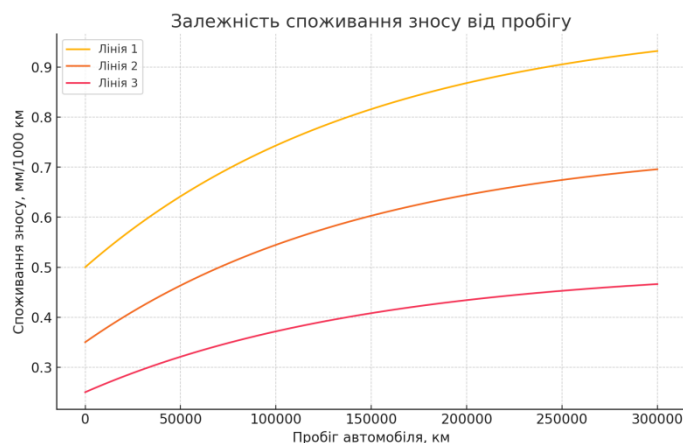


Рисунок 4.13. Залежність швидкості зносу кільцевої проточки на поршні двигуна від тривалості експлуатації:

1 - поршні відлиті без кільцевих канавок; 2 - поршні отримані пресуванням без кільцевих канавок; 3 — поршні відлиті з кільцевими канавками

У зв'язку з цим проблемі по зменшенню тертя та зносу деталей циліндро-поршневої групи двигуна автомобіля приділяється особлива увага.

На рис. 4.13 на конкретному прикладі показано залежність швидкості зносу кільцевих канавок поршнів у процесі роботи двигуна при різних технологічних процесах виготовлення поршнів.

На рис. 4.14 показано витрату енергії на подолання тертя, витрату повітря

за 1 год і відносну питому витрату пального залежно від оснащення поршня. У дослідях використовувалися кільця таких типів: КЗ,5 - кільце компресійне, з асиметрично-бочкоподібним перетином, хромоване, товщиною 3,5 мм; GG3,5 - кільце прямокутного перерізу з внутрішньою фаскою із сірого чавуну.

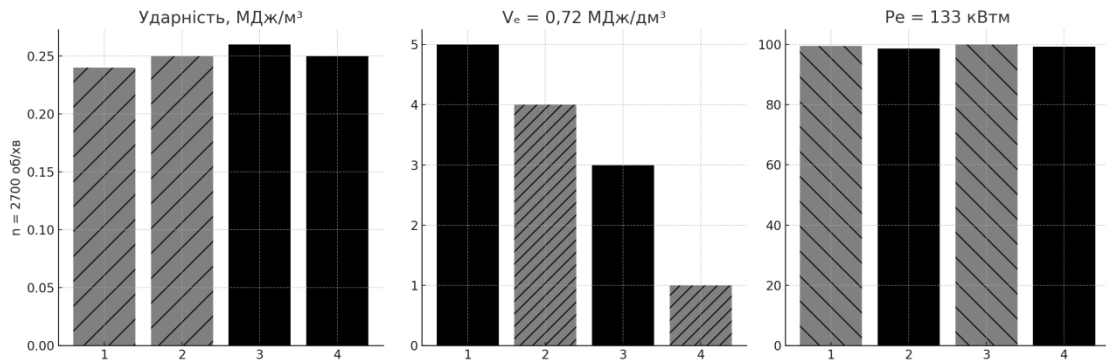


Рисунок 4.14. Питома витрата енергії на тертя, годинна витрата повітря та пального залежно від оснащення поршня кільцями (стендові випробування)

Можливість подальшого зменшення тертя та зносу і одночасно з цим зниження витрати пального полягає в точному визначенні розмірів корінного підшипника. Досліди показали, що при заданій ширині підшипника тертя може бути знижено на 50%, за рахунок зменшення діаметра цапф на 30%.

На рис. 4.15 показано зміну сил тертя в корінному підшипнику залежно від його діаметра та частоти обертання валу.

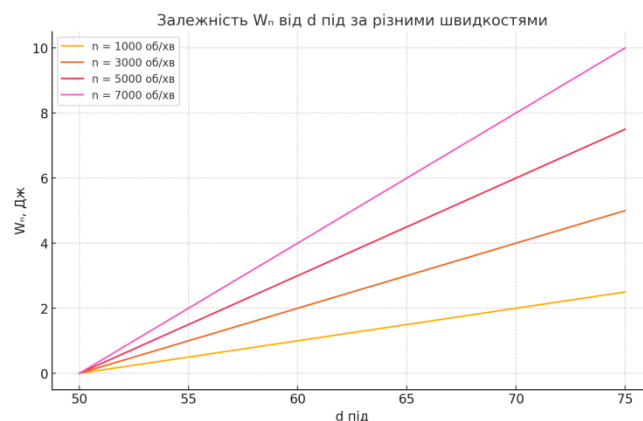


Рисунок 4.15. Робота сили тертя у корінному підшипнику залежно від його діаметра

На рис. 4.16 показано вплив числа корінних підшипників та пов'язаної з

цим продуктивність масляного насоса на питому витрату пального.

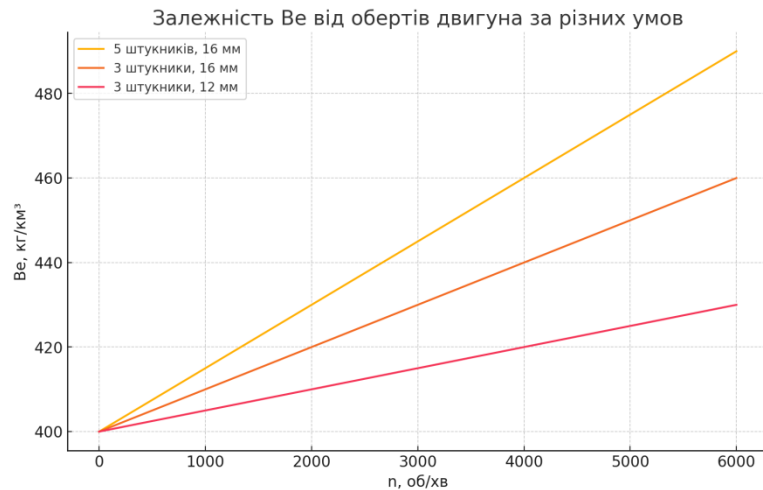


Рисунок 4.16 - Вплив числа корінних підшипників та пов'язаної з цим продуктивність масляного насоса на питому витрату пального.

Близько 16% механічних втрат у двигуні припадає на допоміжні так звані побічні агрегати. Для того щоб звести до мінімуму механічні втрати в двигуні, потрібно правильно підібрати газорозподільний механізм, насоси водяні, бензиновий, масляний, генератор і вентилятор. На рис. 4.17 показано зміну споживаної потужності насосів однакової продуктивності залежно від їх конструкції та частоти обертання валу двигуна.

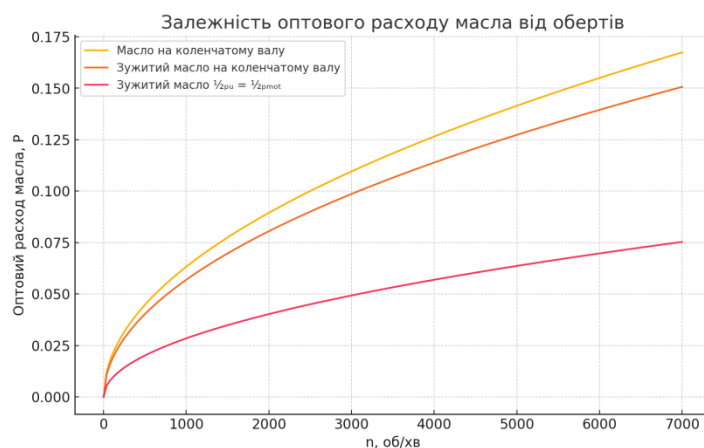


Рисунок 4.18. Залежність потужності, споживаної масляними насосами, від їх конструкції та частоти обертання валу двигуна

Як показано на рис. 4.1, до 11% втрат на тертя припадає на корінні підшипники. Оскільки корінні підшипники працюють у гідродинамічному режимі, то ці втрати є занадто великими. Причина цього полягає в надмірно великому масляному насосі. При цьому в підшипнику тиск виникає навіть у ненавантажених зонах, що і призводить до підвищеного тертя.

На рис. 4.19 показано залежність подачі та споживаної потужності масляного насоса від частоти обертання та тиску мастила в магістралі. Якщо зменшити подачу мастильного матеріалу, знизити його тиск і продуктивність насоса, то можна скоротити споживану ним потужність.

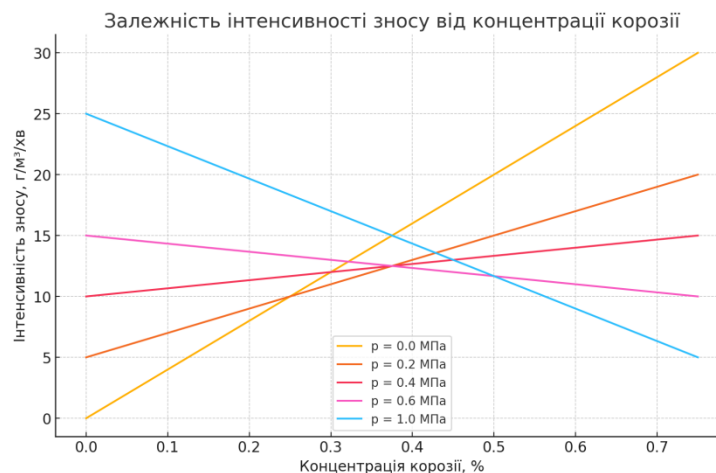


Рисунок 4.19. Залежність продуктивності та потужності, що споживається насосами від частоти обертання та тиску мастила в магістралі

Відповідно до результатів експериментів проведених раніше, за рахунок кращої фільтрації мастильного матеріалу, повітря та палива новими SF фільтрами, створеними для дизельних двигунів і досягається при цьому зменшення тертя і зносу на 60%, підвищується довговічність двигуна, подвоюється термін роботи мастильного матеріалу і скорочується витрата пального на 2...9%.

Перелічені заходи щодо зменшення витрати пального повинні проводитися в комплексі, і тільки в цьому випадку можливий максимальний результат. Зменшення механічних втрат потужності у новостворюваних

конструкціях двигунів внутрішнього згоряння буде досягнуто в тому випадку, якщо будуть враховані наступні рекомендації: забезпечити гідродинамічне змащення корінного та шатунного підшипників; застосовувати моторні мастильні матеріали низької в'язкості; зменшувати діаметри підшипників; використовувати поршневі кільця оптимальної форми; застосовувати низькошвидкісний зубчастий масляний насос низького тиску з необхідною продуктивністю; підвищувати якість фільтрації відпрацьованого мастильного матеріалу повітря, яке всмоктується, і палива.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Ідентифікація професійних ризиків

Ідентифікація професійних ризиків на машинобудівному виробництві розрізняють небезпечні і шкідливі фактори. Небезпечні виробничі чинники можуть викликати травмування працівників, а шкідливі сприяють розвитку в працівників професійних захворювань.

Шкідливі та небезпечні виробничі фактори можна розділити на такі групи:

- хімічні;
- фізичні;
- психофізіологічні;
- біологічні.

Хімічні чинники у свою чергу класифікують за характером впливу (токсичні, дратівливі, мутагенні, канцерогенні та ін.) та способом проникнення в організм людини (через органи дихання, через шлунково-кишковий тракт, через шкірні покриви та слизові оболонки).

До фізичних небезпечних та шкідливих виробничих факторів відносять електричний струм, вібрації, критичні значення температури, а також шум та ін.

Під психофізіологічними чинниками розуміють фізичні та емоційні навантаження, розумове перенапруження, монотонність виконуваної роботи та ін.

До біологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать патогенні мікроорганізми, а також продукти їхньої життєдіяльності.

На дільниці де здійснюється встановлення підвіски основні небезпечні виробничі фактори будуть фізичними, а саме транспорт, рухомі елементи конвеєрної лінії та спеціальних пристосувань. До шкідливих факторів можна віднести шум, викликаний роботою гайковертів та рухом конвеєрної лінії, а

також несприятливу зміну температурного режиму. Перелік можливих професійних ризиків при роботі на ремонтній дільниці представлено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Ідентифікація професійних ризиків при роботі на дільниці по ремонту передньої підвіски автомобіля

№п/п	Виробничо-технологічна та експлуатаційно-технологічна операція, вид виконуваних робіт	Небезпечний та шкідливий виробничий фактор	Джерело небезпечного і шкідливого виробничого фактора
1	Встановлення передньої підвіски (всі операції)	Травмування	Рухомий транспорт, рухомі елементи конвеєрної лінії та спеціальних пристосувань
2	Установка передньої підвіски (всі операції)	Підвищений рівень шуму	Гайковерти, конвеєрна лінія
3	Встановлення передньої підвіски (всі операції)	Підвищений рівень температури повітря	Система вентиляції та кондиціонування (її несправність, недостатня продуктивність)

5.2 Методи і заходи по зниженню професійних ризиків

Основним заходом, покликаним знизити травматизм у виробництві, є регулярне навчання працівників з охорони праці в терміни встановлені законодавством.

- 1) Встановлення загороджень, що розмежовують зони руху навантажувачів та робітників;
- 2) Нанесення спеціальних розміток із вказівкою на зони руху пішоходів та транспорту;
- 3) Встановлення спеціальних кожухів і бар'єрів перед рухомими

частинами механізмів та пристроїв, де це можливо.

Наука, що вивчає вплив звуків та шумів на функції організму людини, називають аудіологією. Згідно з останніми дослідженнями, короточасні впливи шумів можуть викликати підвищену стомлюваність людини, а постійні - знижують слухову чутливість. При високому рівні шуму слухова чутливість може впасти вже через 1-2 роки, а при середньому рівні набагато пізніше через 5-10 років. Крім основних наслідків таких, як збільшення стомлюваності та втрати слуху, вплив шуму також може викликати запаморочення та головний біль.

Заходи, спрямовані на зниження впливу шуму на працівників, класифікують на звукопоглинання, звукоізоляцію, а також організаційно-технічні рішення.

Звукопоглинальні можуть існувати, як у вигляді окремих стаціонарних об'єктів, так і у вигляді спеціальних покриттів для поверхонь деталей машин та механізмів. В якості звукоізоляції можуть застосовуватися різні бар'єри, екрани та кожухи. Прикладом організаційно-технічних засобів є застосування спеціальних глушників і резонаторів. Істотно знизити рівень шуму можна шляхом застосування оптимальних конструкторських рішень під час розробки устаткування. Відомо, що косозуба шестерня набагато тихіша за прямозубу, а ремінні передачі, у свою чергу тихіші за зубчасті.

Для зниження шкідливого впливу шуму на працівників також дуже ефективним є застосування індивідуальних засобів захисту, таких як спеціальні навушники або беруші.

Таблиця 5.2 – Організаційно-технічні методи та технічні засоби усунення та зниження негативного впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів

№ п/п	Небезпечний та шкідливий виробничий фактор	Організаційно - технічні методи та технічні засоби захисту, часткового зниження, повного усунення небезпечного і шкідливого виробничого чинника	Засоби індивідуального захисту працівника
1	Травмування	Спеціальні загородження, дорожня розмітка, захисні кожухи	-
2	Підвищений рівень шуму	Звукоізоляційне покриття обладнання, акустичні бар'єри	Навушники, беруші
3	Підвищений рівень температури повітря	Система вентиляції та кондиціювання	-

5.3 Оповіщення та інформування по безпеці в надзвичайних ситуаціях

Основні поняття та визначення.

Наведемо формулювання і тлумачення деяких термінів які пов'язані з питаннями оповіщення та інформування населення закріплених в нормативно-правових актах України.

Кодекс України (ст.30,31) дає такі визначення:

Оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій полягає у своєчасному доведенні такої інформації до органів управління цивільного захисту, сил цивільного захисту, суб'єктів господарювання та населення.

Інформацію з питань цивільного захисту становлять відомості про надзвичайні ситуації, що прогножуються або виникли, з визначенням їх класифікації, меж поширення і наслідків, а також про способи та методи захисту від них.

В Постанові Кабінету Міністрів України від 27 вересня 2017 р. № 733

«Про затвердження Положення про організацію оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій та зв'язку у сфері цивільного захисту» подані такі терміни:

Автоматизована система централізованого оповіщення про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій - сукупність організаційно і технічно поєднаних програмних і технічних засобів, телекомунікаційних мереж, телемереж та інших засобів оброблення та передачі (відображення) інформації, які призначені для своєчасного доведення сигналів та інформації з питань цивільного захисту до органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, органів управління і сил цивільного захисту, підприємств, установ, організацій та населення.

Експлуатаційно-технічне обслуговування апаратури і технічних засобів оповіщення та технічних засобів телекомунікацій - комплекс організаційно-технічних заходів щодо технічного обслуговування, поточного ремонту, планування експлуатації, а також здійснення контролю за забезпеченням надійного функціонування апаратури і технічних засобів оповіщення та технічних засобів телекомунікацій.

Загальнодержавна автоматизована система централізованого оповіщення - програмно-технічний комплекс, призначений для оповіщення чергових служб центральних і місцевих органів виконавчої влади, органів управління ДСНС.

Інформування населення у сфері цивільного захисту - доведення

органами управління цивільного захисту через засоби масової інформації, телерадіомережі відомостей про надзвичайні ситуації, що прогножуються або виникли, з визначенням їх класифікації, меж поширення і наслідків, про способи та методи захисту від них, а також про свою діяльність з питань цивільного захисту, в тому числі з урахуванням особливостей оповіщення осіб з фізичними, психічними, інтелектуальними та сенсорними порушеннями.

Локальна система оповіщення - програмно-технічний комплекс, що створюється і функціонує на об'єкті підвищеної небезпеки та призначений для оповіщення у разі загрози виникнення та під час виникнення надзвичайних ситуацій, в результаті яких у зону можливого негативного впливу потрапляє населення, територія інших підприємств, установ і організацій.

Місцева автоматизована система централізованого оповіщення - програмно-технічний комплекс, призначений для оповіщення осіб керівного складу місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування та населення, а також підприємств, установ і організацій незалежно від форми власності на території відповідної адміністративно-територіальної одиниці (району, міста, об'єднаної територіальної громади).

Об'єктова система оповіщення - програмно-технічний комплекс, що створюється і функціонує на об'єкті підвищеної небезпеки та об'єкті з масовим перебуванням людей, призначений для оповіщення у разі загрози виникнення та під час виникнення надзвичайних ситуацій, в результаті яких зона можливого ураження не виходить за його територію.

Спеціалізовані технічні засоби попередження та інформування населення в місцях масового перебування людей - особливим чином створені технічні засоби, які здійснюють передачу аудіоповідомлень або аудіовізуальних та інших повідомлень про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій і правил здійснення заходів безпеки.

Спеціальна система оповіщення - програмно-технічний комплекс, що створюється і функціонує на об'єкті підвищеної небезпеки, призначений для оповіщення у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій, в результаті яких у зону можливого ураження потрапляє населення і територія

інших адміністративно-територіальних одиниць.

Територіальна автоматизована система централізованого оповіщення - програмно-технічний комплекс, призначений для оповіщення осіб керівного складу і чергових служб відповідних місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, а також населення через місцеві автоматизовані системи централізованого оповіщення та інші системи оповіщення.

Крім того, В Постанові Кабінету Міністрів України від 9 січня 2014 р.

№ 11 «Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту» є наступні вимоги:

Організація оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій здійснюється відповідно до положення, що затверджується Кабінетом Міністрів України.

Оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій полягає у своєчасному доведенні відповідної інформації до органів управління цивільного захисту, сил цивільного захисту, суб'єктів господарювання, що належать до єдиної державної системи цивільного захисту, та населення і забезпечується шляхом здійснення заходів, визначених у статті 30 Кодексу цивільного захисту України.

Органи управління цивільного захисту здійснюють збір, підготовку, зберігання, оброблення, аналіз, передачу інформації з питань цивільного захисту та зобов'язані надавати населенню через засоби масової інформації оперативну та достовірну інформацію про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій з визначенням меж їх поширення і наслідків, а також про способи та методи захисту від них.

Оприлюднення інформації про наслідки надзвичайних ситуацій здійснюється відповідно до законодавства про інформацію.

Інформування з питань цивільного захисту здійснюється за формами та у строки, встановлені ДСНС.

За даними ДСНС технічний стан системи оповіщення населення потребує вдосконалення і обумовлено наступним:

технічні засоби оповіщення мають більш ніж трикратне перевищення установлених строків експлуатації;

апаратура оповіщення застаріла і знята з виробництва, ремонтні комплекти використано повністю;

морально застарілі технології оброблення і передачі інформації, неможливе використання на окремих ділянках застарілої апаратури оповіщення, яка працює за аналоговим принципом, у зв'язку із впровадженням сучасних цифрових телекомунікаційних систем;

зменшується кількість приймачів, які використовуються населенням, у зв'язку із застарілістю мереж ефірного та дротового мовлення;

неможливість узгодити технічні характеристики апаратури, яка використовується в системі, з технічними характеристиками сучасних побутових електронних пристроїв зв'язку, приймання та обробки інформації (комп'ютери, телефони, телевізори, радіоприймачі тощо), які знаходяться у користуванні більшості населення;

відсутність технічної можливості доведення сигналів та повідомлень до осіб з обмеженими фізичними можливостями.

Доведення сигналів, повідомлень про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій до населення, а також інформування здійснюється:

через ПАТ “Національна суспільна телерадіокомпанія України”, державні і публічні телерадіокомпанії, комунальні, громадські та інші телерадіоорганізації незалежно від форми власності з використанням їх телемереж та мереж ефірного радіомовлення (із супроводженням інформації жестовою мовою та/або субтитруванням, якщо вона є голосовою, і аудіокоментуванням, якщо вона є візуальною);

через операторів телекомунікацій із залученням телекомунікаційних мереж загального користування (телефонний зв'язок, текстові повідомлення);

через Інтернет-ресурси (сайти, соціальні мережі).

Для передачі сигналів та повідомлень оповіщення використовуються сигнально-гучномовні пристрої, у тому числі встановлені на транспортних засобах, що залучаються для оповіщення, електронні інформаційні табло,

електросирени та інші технічні засоби (рисунок 5.1).



Рисунок 5.1 – Засоби оповіщення населення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій

Система зв'язку - це організаційно технічне об'єднання, сил і засобів зв'язку, що використовуються для обміну інформацією в системі органів управління і сил ЦЗ, яка будується за принципом широкого використання державних і відомчих мереж зв'язку.

Державна мережа - це опорна мережа зв'язку цивільного захисту, котра базується на загальнодержавному і обласному виробничо-технічному управлінні зв'язком.

За рахунок державної мережі зв'язку проводиться більш як 90-95% службових переговорів. Вона включає: телефонні і телеграфні мережі; мережі поштового зв'язку; мережі радіо і радіорелейного зв'язку.

Відомча мережа зв'язку складає приблизно 30% від державної, і до неї можна віднести такі мережі зв'язку: Міненергопром, Мінінфраструктури (управління авіації, автотранспорту, річного і морського флоту та Укрзалізниці), Мінагропром тощо. Основу об'єктової системи зв'язку складає адміністративно-господарський зв'язок та технологічний зв'язок, які забезпечують обмін інформацією з адміністративно-господарського, технологічного управління та управління цивільного захисту як у повсякденному житті, так і в умовах надзвичайних ситуацій (виробнича АТС,

директорський, диспетчерський і технологічний зв'язок, телеграфний і радіомовний зв'язок, системи промислового телебачення для організації спостереження і контролю за технологічним процесом і безпекою у виробництві). Провідний зв'язок у системі цивільної захисту здійснюється за загальнодержавною системою зв'язку, а також за допомогою засобів зв'язку управлінь (відділів) з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення територій, сил ЦЗ та суб'єктів господарської діяльності.

Радіозасоби, які використовуються в системі цивільного захисту, поділяються на рухомі і стаціонарні.

Радіорелейні засоби поділяються на рухомі і стаціонарні. Вони дозволяють забезпечити високоякісний дуплексний багатоканальний телефонний і телеграфний зв'язок, який мало залежить від часу року, діб і атмосферних завад.

У системах оповіщення цивільного захисту використовуються стаціонарні електросирени багатоцільового призначення з радіусом озвучення 3-5 км, електросирени типів „С-40”, „С-28” та інші, а також спеціальна апаратура АДУ-ЦВ, П-160, ГТ-157, Р-413.

Електросирена „С-40” забезпечує озвучення території в радіусі 300-700 м. Радіус озвучення залежить від рівня вуличних шумів, характеру і висоти забудови, висоти встановлення електросирени над поверхнею землі. Вони встановлюються на найвищих будинках на рівні не менше як 2,5 м від верхньої точки даху в стороні від димових і вентиляційних труб, а також джерел сильних і постійних шумів. Електросирена „С-28” встановлюються в шумних цехах промислових підприємств (рисунок 5.2).



Рисунок 5.2 – Сирена С40 и сирена С28

Сирена СО-100 (рисунок 5.3) призначена для короткочасної голосної передачі звукового сигналу. Забезпечує передачу звукового сигналу на відстань, яка досягає при сприятливих умовах. Сирену СО-100 рекомендують використовувати при передачі звукового сигналу на відкритих просторах (відсутність вітру, напрямок вітру в сторону передачі та інш.) 200-300 м. і в великих закритих приміщеннях (спортзали і т.п.)



Рисунок 5.3 – Сирена мобільна ручна СО-100

ВИСНОВКИ

Метою кваліфікаційної роботи магістра являється покращення експлуатаційних характеристик та параметрів керованості і курсової стійкості передньопривідного легкового автомобіля Volkswagen Passat B6 шляхом удосконалення конструкції передньої підвіски. Для досягнення цієї мети було виконано комплекс робіт конструкторського та технологічного характеру.

Проаналізовано конструкції передніх підвісок легкових автомобілів, описано їх основні переваги та недоліки. Різноманітність конструкцій передніх підвісок зумовлена технічними характеристиками легкових автомобілів, умовами їх експлуатації та вимогами до надійності та довговічності. Сформульована мета магістерської кваліфікаційної роботи та перелік завдань на її реалізацію. Описано конструктивні особливості, умови експлуатації, технологічний процес складання передньої підвіски автомобіля Volkswagen Passat B6. Систематизовано основні недоліки даної конструкції, силові та кінематичні фактори, які впливають на ефективність та довговічність її експлуатації.

Запропоновано вдосконалені технологічні процеси виготовлення передньої підвіски даного автомобіля. Внесено зміни в конструкцію підвіски в цілому та окремих її деталей. Обґрунтовано нові вимоги щодо матеріалів для виготовлення деталей, параметрів точності та якості, послідовності виконання технологічних операцій складання передньої підвіски автомобіля Volkswagen Passat B6. Вибрано оптимальний варіант конструктивного виконання даної підвіски із врахуванням особливостей експлуатації автомобіля. Проведено комплекс розрахунків тягово-динамічних характеристик автомобіля а також розрахунок пружної характеристики передньої підвіски та характеристик демпфування коливань кузова та безпружинних мас.

Обґрунтовано вибір трибологічних засобів для забезпечення ефективного використання палива в легкових автомобілях.

Розроблено перелік заходів щодо забезпечення охорони праці безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ПЕРЕЛІК 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.