

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Автомобільний факультет
Кафедра інжинірингу систем автомобільного транспорту
ім. М.Я. Говорушенка

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
магістра

Удосконалення методики діагностування ходової частини легкових
автомобілів в умовах міської СТО

Завідувач кафедри,
д-р техн. наук, проф.



Володимир ВОЛКОВ

Нормоконтролер
канд. техн. наук, доцент



Олександр НАЗАРОВ

Керівник
канд. техн. наук, доцент



Ігор МАРМУТ

Студент групи А-62-24



Максим СТРИЖАК

Харків 2025

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Автомобільний

Кафедра Інжинірингу систем автомобільного транспорту ім. М.Я. Говоруценка

Освітній рівень Магістр

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

Освітня програма «Автомобільний транспорт»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____

проф. Волков В.П.

" ____ " _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Стрижаку Максиму Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. *Тема роботи:* “Удосконалення методики діагностування ходової частини легкових автомобілів в умовах міської СТО”

керівник роботи _____ доц. Мармут І.А.

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

затверджені наказом ректора ХНАДУ від " _08_ " жовтня_ 2025 р. № _155_

2. *Строк подання студентом роботи:* 10 грудня 2025 р.

3. *Вихідні дані до роботи:*

- літературні джерела по діагностуванню ходової частини автомобілів;
- матеріали розробок по ТМНТ;
- матеріали виробничої практики.

4. *Перелік питань, які потрібно розробити:*

ВСТУП

1 Огляд методів та засобів діагностування ходової частини автомобіля

2 Математична модель процесу коливань мас автомобіля на вібраційному стенді

3 Стенд для діагностування підвіски SDL-430

4 Технологічний розрахунок СТО

5 Планувальне рішення зони діагностування

6 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

7 Техніко-економічна оцінка проектних рішень

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

Додатки

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

1 Мета, завдання, предмет, об'єкт дослідження


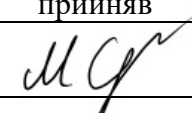
2, 3. Огляд методів діагностування ходової частини та амортизаторів.

4. Огляд стендів для діагностування ходової частини автомобіля.

5, 6, 7. Математична модель процесу коливань мас автомобіля на вібраційному стенді.

8. Стенд для діагностування підвіски SDL-430.
9. Виробничий корпус.
10. Зона діагностування.
11. Карти ескізів діагностування підвіски автомобіля Kia Ceed.
12. Висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Всі розділи	Доц. Мармут І.А.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Найменування етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Обґрунтування доцільності розробки роботи	01.09.2025 - 25.09.2025	
2. Технологічний розрахунок виробничої програми СТО та зони діагностування	26.09.2025 - 10.10.2025	
3. Планувальні рішення зони діагностування. Охорона праці	11.10.2025 - 18.10.2025	
4. Огляд методів та засобів діагностування ходової частини автомобіля. Стенд для діагностування підвіски SDL-430	19.10.2025 - 25.11.2025	
5. Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	26.11.2025 - 09.12.2025	
6. Затвердження роботи	10.12.2025	

Студент  Стрижак М.В.

Керівник роботи  Мармут І.А.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 96 с., 10 рис., 5 табл., 3 додатки, 8 джерел.

АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ, СТАНЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ, ХОДОВА ЧАСТИНА, УСТАТКУВАННЯ, ПОСТ ДІАГНОСТУВАННЯ, АВТОМОБІЛЬ, РЕМОНТ, ПІДВІСКА.

Об'єкт дослідження – ходова частина автомобіля.

Мета роботи – підвищити якість діагностування і обслуговування ходової частини в умовах міської СТО.

Методи дослідження. У роботі використані теоретичні методи математичного моделювання, рішення і аналізу рівнянь механіки.

В роботі проаналізовані методи діагностування ходової частини автомобіля; досліджена математична модель процесу коливань мас автомобіля на вібраційному стенді; наведено перелік можливих причин несправностей підвіски та методи їх усунення; підібраний перелік необхідного устаткування для зони діагностування ходової частини в умовах станції технічного обслуговування.

Був зроблений аналіз безпеки життя та діяльності людини на станції технічного обслуговування, та наведені необхідні інструкції та заходи безпеки при роботі.

ABSTRACT

Thesis: 96 pages, 10 figures, 5 tables, 3 appendices, 8 sources.

MOTOR TRANSPORT, SERVICE STATION, UNDERCARRIAGE, EQUIPMENT, DIAGNOSTIC POST, CAR, REPAIR, SUSPENSION.

The object of research is the car chassis.

The purpose of the work is to improve the quality of diagnostics and maintenance of the chassis in the conditions of a city service station.

Research methods. The work uses theoretical methods of mathematical modeling, solution and analysis of mechanical equations.

The paper analyzes methods for diagnosing the vehicle chassis; investigates a mathematical model of the process of vehicle mass oscillations on a vibration stand; a list of possible causes of suspension malfunctions and methods for their elimination is provided; a list of necessary equipment for the chassis diagnostics area in a service station is selected.

An analysis of the safety of human life and activity at the service station was conducted, and the necessary instructions and safety measures during work were provided.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛЯ.....	9
2 МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ КОЛИВАНЬ МАС АВТОМОБІЛЯ НА ВІБРАЦІЙНОМУ СТЕНДІ.....	26
3 СТЕНД ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ПІДВІСКИ SDL-430.....	32
4 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СТО.....	36
4.1 Вихідні дані.....	36
4.2 Обґрунтування потужності і типу СТО.....	37
4.3 Розрахунок річного обсягу робіт СТО.....	37
4.4 Розрахунок кількості виробничих робітників.....	39
4.5 Розрахунок кількості постів і автомобіле-місць.....	40
4.6 Розрахунок числа допоміжних постів.....	46
4.7 Кількість автомобіле-місць для збереження готових автомобілів	48
4.8 Розрахунок площ виробничих приміщень.....	49
4.9 Розрахунок площ складів.....	52
5 ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ ЗОНИ ДІАГНОСТУВАННЯ.....	54
5.1 Виробничий корпус.....	54
5.2 Допоміжні приміщення.....	55
5.3 Протипожежні вимоги.....	56
5.4 Санітарно-гігієнічні вимоги.....	56
5.5 Зона діагностування.....	57
5.6 Призначення і види виконуваних робіт зони діагностування.....	59
5.7 Будівельні вимоги.....	60
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	62
6.1 Загальні вимоги безпеки.....	62
6.2 Інструкція з охорони праці при роботі на посту.....	63
6.3 Вимоги охорони праці в аварійних ситуаціях.....	64

7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ.....	65
ВИСНОВКИ.....	69
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	70
ДОДАТОК А. Специфікація обладнання.....	71
ДОДАТОК Б. Технологічні інструкції.....	73
ДОДАТОК В. Ілюстративні матеріали.....	83

ВСТУП

Актуальність теми. В даний час автомобільний парк бурхливо зростає. Паралельно розвивається і власне виробництво автомобілів розроблених за кордоном. Розвивається в нашій країні система автосервісу, але це відбувається не завжди з урахування новітніх технологічних розробок і особливостей автомобільного парку.

Добре відомо, що раціональна система технічного обслуговування (ТО) та ремонту автомобілів будується на основі діагностичної інформації. Тим часом сучасні сервісні станції орієнтовані не на контроль технічного стану і прогнозування небажаних його змін, а на усунення вже виниклих і виявлених користувачем несправностей.

Достовірні результати контролю технічного стану автомобіля в цілому можуть бути отримані при діагностуванні на спеціальних стендах. В даний час в Україні серійно такі стенди не виробляються, закупівля їх за кордоном нерентабельна через високу вартість. Відсутність діагностичного забезпечення, що відповідає вимогам сучасних автопідприємств і СТО, унеможливорює контроль і прогнозування загального стану автомобіля. Тому розробка стендів для перевірки ходової частини, та методів перевірки на них є актуальною необхідністю.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дипломна робота магістра є продовженням досліджень, проведених проблемною науково-дослідною лабораторією кафедри ІСАТ ХНАДУ по діагностиці і прогнозуванню технічного стану, і направлена на подальше удосконалення методів і способів діагностування автомобілів. Робота виконана в рамках бюджетної теми: 05-53-01 (№ РК 0101U0052G8) «Теорія управління технічним станом транспортних машин на основі діагностичної інформації».

Мета дослідження – удосконалення методики діагностування технічного стану ходової частини автомобіля за рахунок розробки математичної моделі процесу коливань мас автомобіля на вібраційному стенді. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

– проаналізувати методи та засоби діагностування ходової частини автомобіля;

– розробити математичну модель процесу коливань мас автомобіля на вібраційному стенді;

– обрати ефективний стенд для діагностування підвіски;

– виконати технологічний розрахунок СТО та розробити зону зони діагностування ходової частини легкових автомобілів.

Об’єкт дослідження. Процес діагностування ходової частини автомобіля на стенді.

Предмет дослідження. Визначення взаємозв’язків між показниками технічного стану підвіски при проведенні випробувань на вібростенді з пластинами.

Методи дослідження. У роботі використані теоретичні методи математичного моделювання, рішення і аналізу рівнянь механіки.

Наукова новизна отриманих результатів:

- отримали подальший розвиток методи оцінки технічного стану ходової частини автомобіля на вібраційному стенді.

Практичне значення отриманих результатів. Результати експериментів послужать основою для розробки методу діагностування ходової частини та підвіски в умовах експлуатації, а також будуть використані для уточнення математичних моделей процесу коливань мас автомобіля на вібраційному стенді.

1 ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛЯ

Сучасні автомобілі оснащені високоефективними підвісками, які забезпечують і хороші зчіпні якості шин з дорогою, і комфорт під час поїздки.

Якщо комфорт кожен власник автомобіля може оцінювати за власними критеріями, то зчіпні якості коліс, обумовлені роботою підвіски і що впливають на безпеку рухи, мають бути об'єктом регулярних перевірок.

Розглянемо основні принципи функціонування підвісок з цієї точки зору.

Колеса, що котяться, підстрибують на нерівних дорожніх поверхнях, тому вони постійно "ударяються" об дорожню поверхню.

Що відбувається при їзді на автомобілі:

Без пружин - усі удари передаватимуться на автомобіль, пасажирів і вантаж.

З ідеальними пружинами - автомобіль рухається відносно рівно, оскільки підвіска коливається відносно важчого кузова. Колеса коливаються, і кожне колесо контактує з дорожньою поверхнею тільки одного разу під час дії пружини - це означає, що колеса більшість часу не контактують з дорогою.

Результат: необхідний для забезпечення безпеки руху дорожній контакт значною мірою зменшується.

З пружинною підвіскою досягається компроміс між комфортабельним рухом і керованістю транспортним засобом, у зв'язку із забезпеченням затухаючого коливання підвіски і поліпшеним зчепленням колеса з дорогою.

Існує багато різних типів підвісок, але кожна підвіска – це компроміс між комфортом, забезпеченням зчеплення з дорогою і в кінцевому результаті - вартістю. Яка б конструкція підвіски не була реалізована інженерами на автомобілі, її компоненти можна розділити по виконуваних функціональним завданням - на пружини і демпфери. При русі автомобіля колеса після взаємодії з нерівностями дороги і деформації шин, переміщуються разом з деталями

підвіски. Переміщення деталей підвіски, при якому пружина підвіски стискається, називається ходом стискування, а коли розтискає - ходом відбою. Частина енергії, зухвала така взаємодія, розсіюється в демпфері, трохи поглинається тертям і гумовими елементами, а залишок енергії зберігається пружиною при її стискуванні. Коли, на стадії ходу відбою, пружина випускає цю енергію, виникає коливання, яке також демпфується.

Пружина, таким чином, ізолює шасі автомобіля від прямої дії нерівностей дороги і пом'якшує таку дію, але повністю запобігти коливанням кузова автомобіля вдається не завжди. Залежно від своєї жорсткості, пружини викликають коливання автомобіля з різною частотою і амплітудою (рис. 1.1).

У конструкції підвіски автомобілів застосовуються різні типи пружин: спіральні пружини, листові, пневматичні, торсіони та ін. Пружини - це деталі тривалого терміну експлуатації. Проте, якщо посадка автомобіля помітно змінилася, то пружини слід замінити. М'які пружини роблять поїздку не лише незручною, але і не забезпечують належного зчеплення з дорогою і це знижує безпеку руху. В той же час, підбираючи пружини різної жорсткості, споживач може отримати характеристики поїздки що відповідають його індивідуальним запитам.

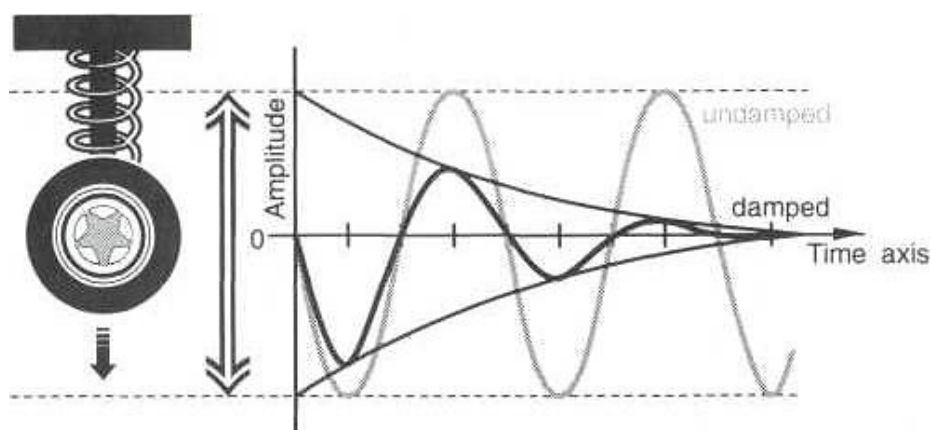


Рисунок 1.1 – Амплітуда коливань амортизатора

Амортизатор уповільнює амплітуду коливання; він уповільнює коливальні рух колеса і вгору і вниз. При виконанні цієї функції амортизатор розвиває зустрічні зусилля, які :

- досягають максимуму в мить, коли рух колеса (швидкість коливання) стає піковою ця пікова точка - та, коли колесо проходить свою первинну позицію рівноваги.

- нульові, коли колесо змінює напрям руху у цій точці немає необхідності в гальмуванні руху колеса.

- залежать від відповідної швидкості коливання; у найбільш простому випадок швидкість коливання пропорційна.

При коливаннях до збільшення швидкості призводить збільшення числа коливань (більш висока частота визначається як частіше пряме і таке, що поворотне, що коливається рух між мертвими точками) і/або збільшення амплітуди (визначається як довший коливальний рух в межах того ж самого часу).

Зазвичай амортизатори працюють, прокачувавши рідину з однієї порожнини циліндра (працюючою як поршень) через одно або більше за отвори в іншу порожнину. Діаметр отворів визначає силу абсорбції; таким чином, амортизатор буде більший чи менш жорстокий. Газонаповнені амортизатори працюють також з подібним результатом. Складна система клапанів і отворів дозволяє встановити характеристики, які відрізняються від пропорційної форми.

Таким чином, залежно від ситуації руху, досягаються різні ефекти поглинання. Тип амортизатора, встановленого в індивідуальних транспортних засобах залежить від декількох чинників; шасі, підвіска і бажана керованість транспортного засобу. Беручи до уваги ці чинники, проектувальники "налаштовують" автомобіль і амортизатор, щоб досягти ідеального поєднання – це пояснює велику різноманітність амортизаторів в різних видах і моделях автомобілів.

Сучасний демпфер (амортизатор або стойка) - це гідравлічний механізм, поміщений, так само як і пружина, між підресореною і безпружинною масою автомобіля, призначений для того, щоб розсіювати кінетичну енергію, викликану в системі підвіски нерівностями дорожньої поверхні, і запасену пружиною.

Безпружинна маса - маса колеса і компонентів, які підтримують безпосередньо колесо, і які як вважають, рухаються вмісті з колесом, але не мчать системою підвіски. Безпружинна маса включає колеса, шини, гальма, частини осі, важелі підвіски, пружини підвіски, демпфери, і інші пов'язані компоненти підвіски.

Підресорена маса - уся маса автомобіля, підтримувана системою підвіски, включаючи частини елементів підвіски. Підресорена маса включає масу рами транспортного засобу, кузова і вантажу.

Для простоти, слово " демпфер" використовується, щоб представити або амортизатор, або стойку. Поглинання енергії відбувається всякий раз, коли олія, що заповнює амортизатор, прокачується через клапани під дією поршня, що переміщається. Це нагадує ходьбу по глибокому бруду. Прокачування відбувається, всякий раз, при будь-якому ході підвіски, оскільки робочий циліндр демпфера і шток поршня закріплені на підресореній і не на підресореній масі. Клапани дозволяють різній кількості рідини проходити через себе при різних швидкостях руху. Це означає, що при переміщенні підвіски поглинається різна кількість енергії залежно від швидкості переміщення.

Повсюдне поширення отримали телескопічні амортизатори. Телескопічні амортизатори мають однотрубну і двотрубну конструкцію.

Нині робляться амортизатори з електронним контролем демпфування залежно від умов руху і бажання водія. Це дозволяє отримати високий рівень контролю над автомобілем.

Для виміру ефективності амортизаторів важливо визначити зусилля гасіння F_d по відношенню до швидкості поршня V .

$$F_d = k(v) \cdot v, \quad (1.1)$$

де $k(v)$ відображає характеристику амортизатора, за допомогою чого K постійно генерує пропорційну поведінку.

Таким чином, сила абсорбції завжди спрямована проти швидкості поршня (рис.1.2).

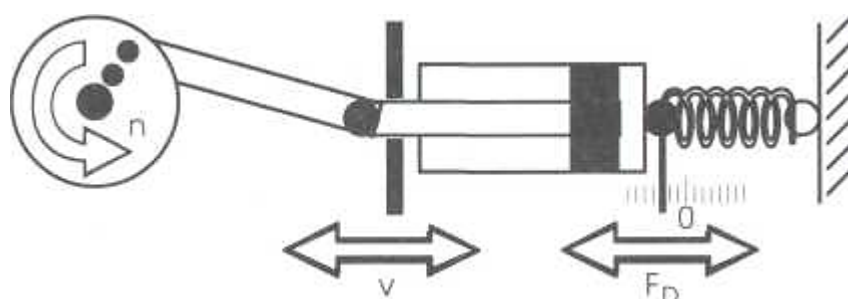


Рисунок 1.2 – Тестування амортизаторів (зі зняттям)

За допомогою цього пристрою може бути змодельоване велике число різних швидкостей руху поршня за допомогою:

- Зміни частоти обертання крутня.
- Різним положенням шатуна на крутні, що дає різні довжини ходів поршня.

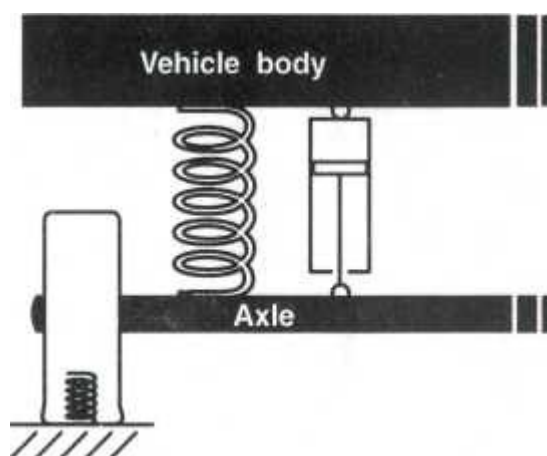


Рисунок 1.3 – Тестування амортизаторів (без зняття)

Випробування амортизаторів у встановленому стані, тоді як автомобіль знаходиться на поверхні - важче завдання.

Амортизатор - тепер частина складної системи, що коливається, яка складається з пружин транспортного засобу, пружинної дії шини, корпусу автомобіля, а так же маси осі і колеса.

Потрібно методи, які випробовують не сам амортизатор, а швидше методи, які оцінюють ефективність роботи амортизатора на транспортному засобі, обумовлену проектувальником транспортного засобу. Умови випробування повинні моделювати реальні умови руху настільки близько наскільки можливо, і результати не повинні залежати від типу шини або тиску повітря в шині.

Вимоги до тестера амортизаторів

Стенд для випробування амортизаторів повинен:

- Здійснювати швидкі серійні випробування транспортних засобів;
- Досягати швидкостей поршня (амортизатора), які є звичайними за реальних умов руху;
- Забезпечувати вимірювані величини, які можуть бути порівняні по функціональності з такими для амортизатора нового автомобіля (як стандарт), встановленого згідно з інструкціями виготівників, і дозволяти оцінку стану амортизатора що базується на стандартних умовах.
- Забезпечувати вимірювані величини, на які не впливають різні типи шини.

У 1971 році була організована Європейська Асоціація Виготівників Амортизаторів (European Shock Absorber Manufacturers Association - EuSAMA). EuSAMA проаналізувала різне устаткування, призначене для перевірки властивостей підвіски. Асоціація встановила набір керівних принципів для оцінки працездатності підвіски колісного транспортного засобу, названий "Рекомендації для випробування в робочих умовах підвіски транспортного засобу". Цей документ стандартизував вимір "дорожнього зчеплення", значення якого важливо для безпеки руху автомобіля.

"Дорожнє зчеплення", або просто зчеплення - мінімальний відсоток від залишку вертикальної сили контакту шини з дорожньою поверхнею впродовж вертикального коливання колеса. Цей відсоток розрахований по узятому відношенню мінімального залишку вертикальної сили і статичного навантаження (вертикальна сила контакту шини) на тестері підвіски. Мінімальне зчеплення - найнижче значення зчеплення в течію 10 випробування.

Нині існують різні стенди для тестування підвісок, які реалізують різні методи для випробувань стану підвіски. Існуючі методи перевірки підвіски можна розділити на декілька типів. Перший тип - низькочастотний тест, який перевіряє опір підвіски переміщенню. Другий тип - високочастотний тест, який вимірює опір підвіски надмірним коливанням колеса і так само може вимірювати опір підвіски переміщенню - демпфування. Окремо можна виділити резонансний метод.

Методи випробувань.

В процесі експлуатації деталі підвіски автомобіля зношуються. У першу чергу втрачають свої робочі характеристики демпфери. Автомобільна рада США (Car Care Council) рекомендує перевіряти їх працездатність через 40 тисяч кілометрів, і далі через кожні 10 тисяч кілометрів при нормальному режимі експлуатації. Така увага до демпферів не випадково. Їх знос відбувається непомітно для водія і проявляється зазвичай в критичних ситуаціях. Зчіпні сили зменшуються, і водій не може в належній мірі реалізувати можливості автомобіля. У поворотах автомобіль не зберігати заданий напрям руху. Крім того, подовжується гальмівний шлях.

Кельнський Інститут Безпеки Руху перевірів транспортний засіб з частково зношеними демпферами і потім перевірів той же самий транспортний засіб з новими. Зношені амортизатори збільшили гальмівний шлях на 23%% або майже на 11 метрів.

Слід звернути увагу на те що, після проходження 90%% гальмівного шляху, швидкість автомобіля складає більше 30%% від початкової швидкості.

Враховуючи, що в рівняння кінетичної енергії значення швидкості входить в квадраті, можна припустити значення кожного метра гальмівного шляху. Крім того, їздові цикли показали, що зі зношеними демпферами також і аквапланування настає значно раніше. Довгий час методи оцінки демпфуючих властивостей носили суб'єктивний характер і визначалися наступними чинниками:

- при русі світло фари надмірно "стрибає" по дорозі;
- при проходженні поворотів транспортний засіб сильно крениться;
- при зустрічному вітрі транспортний засіб відхиляється від заданого напрямку руху;
- спостерігається надмірний знос шин;
- відчувається підвищена вібрація рульового управління, підвіски, і частин кузова автомобіля.

Методи визначення дефектів демпферів полягали у візуальному огляді амортизатора. За відсутності зовнішніх ушкоджень, тільки явна течя олії або зношені втулки могли зробити демпфер кандидатом на заміну. Але значно частіше працездатність демпфера порушується без зовнішніх ознак. Спостереження ж за надмірним зносом шин - як спосіб діагностики не точний і дорогий.

Розрізняють декілька методів перевірки :

- При низькочастотному методі перевіряють реакцію підвіски з частотою до 5 герц.

При тестуванні з низькою частотою не помітні зміни демпфування, викликані різною швидкістю протікання рідини через клапана демпфера, оскільки демпфер може мати клапана, що відкриваються при різних режимах. На практиці це означає, що при низькій частоті перевіряється невелика частина робочого діапазону підвіски. Низькочастотні методи також набагато менш точні через дію інших амортизаторів.

Види низькочастотних методів:

Розгойдування автомобіля забезпечує тільки грубу оцінку, оскільки швидкості поршня (амортизатор) не досягають величин, що розвиваються за нормальних умов руху. Це був самий поширений, аж до недавнього часу, спосіб (пробний поштовх автомобіля руками вниз або органолептична перевірка - пробна поїздка). У цих випадках точно ідентифікувати зношений демпфер проблематично, оскільки усі демпфери при таких перевірках працюють спільно. Тому цей метод залишається просто суб'єктивним оцінкою.

Ручний поштовх автомобіля - традиційний метод для перевірки підвіски. До перевагам цього методу перевірки можна віднести низьку вартість процедури. До недолікам відносяться: суб'єктивний результат тесту, що базується на думці механіка, його досвіді і навичці. Це не кількісне випробування. При перевірці інші амортизатори роблять значний вплив. Умовно справними демпфери можна вважати, якщо коливання кузова після поштовху припинилися не більше ніж за півтора періоду. Тобто кузов повинен зупинитися при другому підйомі після поштовху.

Кількісний тестер перевірочних поштовхів - портативний, простий, інструмент, що самовимикається, який кріпитися до бампера або крила автомобіля і вимірює розгойдування кузова автомобіля при низькій частоті. Тестер оснащений датчиком переміщення. Переваги тестера - це портативність. Незручність полягає в тому, що перевіряючому для проведення тесту треба штовхнути автомобіль вниз зі значним зусиллям. Оскільки кожен поштовх буде відмінний один від одного, то це випробування матиме проблеми з послідовністю і відтворюваністю.

Метод підтягування (скидання).

Підйом одного колеса, - скидання його, - і виміри коливання поступового загасання корпусу транспортного засобу. коливання поступового загасання сильно залежить від пружинного і ефекту абсорбції шини і ваги автомобіля. Максимальні швидкості поршня 1,4 м/с - складають тільки 1/10 швидкостей поршня, що досягаються при екстремальних умовах руху. Крім того, падіння

призводить до коливань автомобіля, які перекривають коливання поступового загасання.

Автоматичний тестер підвіски за принципом " падіння" - пристрій, який скидає кожне колесо автомобіля приблизно з висоти 10 см Або є стенди, які скидають колеса осі з висоти близько 5 сантиметрів. Тестери підвіски по принципу падіння перевіряють вузький діапазон частоти коливання і раніше не вимірювали зчеплення.

Проте останні розробки стендів, працюючих за цим принципом, можуть вимірювати і дорожнє зчеплення, і резонансну частоту. Таким чином, якість отриманій інформації відповідає якості стендів, працюючих по інших принципам. Деякі експерти вважають метод " падіння" реалістичнішим і виразним. Тестування відразу двох коліс осі дозволяє витратити менше часу на випробування. Та і час самого теста менший, проте, ідентифікувати працездатність окремого демпфера складніше із-за впливу іншого амортизатора.

Метод збудження.

Періодичне збудження пластини колеса для досягнення більш високих швидкостей поршня; вимірюються перехідні величини відстані і сил.

Дуже великий вплив на коливання чинить пружинну дію шини (тиск повітря і особливості конструкції); із-за постійно діючих зовнішніх сил на результат впливають бічні сили і збудження транспортного засобу бічними силами.

Резонансний метод (стенди МАНА).

Цей метод виключає вплив шин і бічних сил. Перевірка по методу резонансу, або як його називають в англійських публікаціях - "oscillating type", відбувається таким чином. Колесо поміщається на горизонтально розташовану опорну плиту, яка може періодично переміщатися вгору і вниз. Пластина підпружинена, пружинний ефект в 5 - 6 разів більше м'який чим у шини (рис. 1.4).

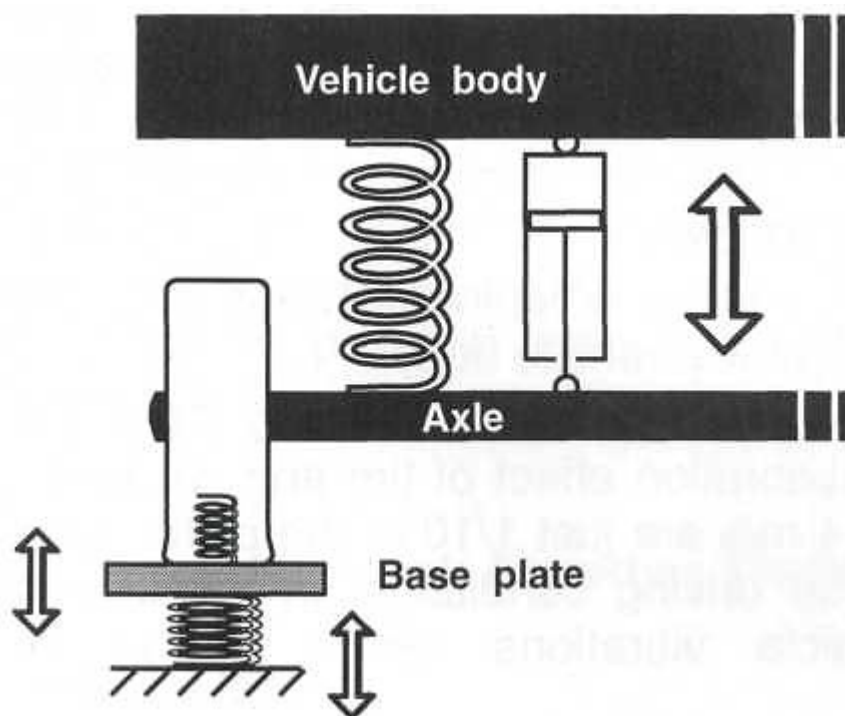


Рисунок 1.4 – Пояснююча схема

Завдяки жорсткішій пружині (шина) і м'якшій пружині настановній плити, колесо практично "замкнуте накоротко"; плита при кожному своєму русі діє проти колеса і тим самим, ніби "приклеєна" до нього. Отже, контакт між колесом і вимірювальною платформою ніколи не втрачається, як це може відбуватися в інших існуючих методах виміру.

Збудлива частота коливань, вживана в системах випробування по методу резонансу 16 Гц. Це трохи вище, ніж звичайна резонансна частота коливань єдиній конструкції колеса, деталей підвіски і маси вимірювальної пластини.

Примусові коливання, що викликаються роботою двигуна тестера підвіски, передаються на його вимірювальні пластини. Рух опорної плити вгору і вниз починає примусове коливання колеса і відповідної маси осі в протилежність значно важчій масі транспортного засобу, і можна припустити, що вона знаходиться в стані спокою. Після досягнення заданої частоти збудження двигун вимикається. Коливання відносно нерухомого корпусу

автомобіля затухає. Процес гасіння коливань майже вільний від зовнішніх дій. Також практично немає значних сил взаємодії між колесом і настановною плитою, оскільки настановна плита, що спирається на м'яку пружину, наслідує рух колеса.

Із-за нелінійних сил, частота коливання постійно зменшується і проходить через діапазон резонансної частоти маси, що доводиться на підвіску автомобіля і амортизатор. Енергія, запасена в коливальній системі під час стадії збудження, розгойдує масу все більш і більш у міру наближення до резонансної частоти. Відхилення є найбільш великим в частоті резонансу. Див. наступну діаграму (рис. 1.5).

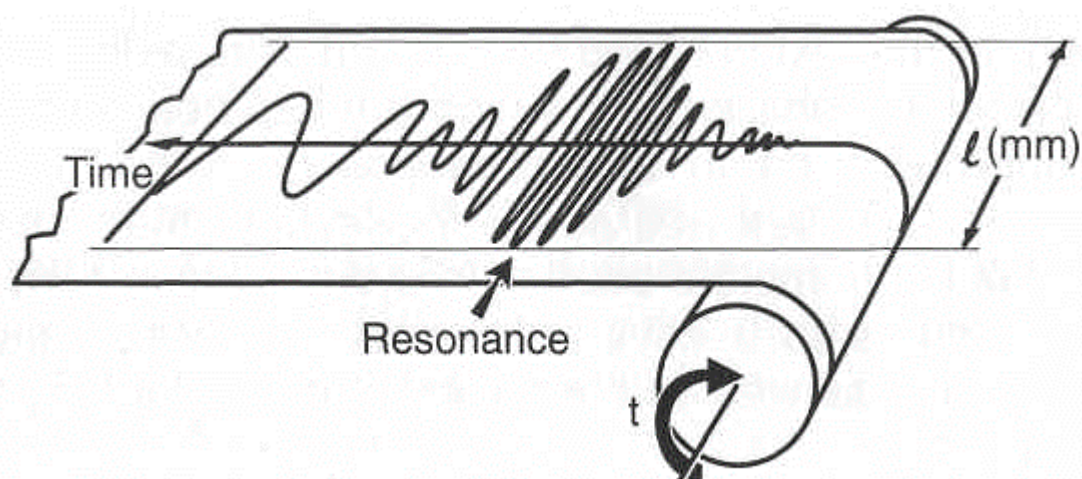


Рисунок 1.5 – Діаграма частоти резонансу

Оскільки частота зменшується, то і амплітуда (відхилення) далі буде також зменшуватися. Подальше гойдання відбувається на малих частотах, коли маса корпусу автомобіля, нарешті, входить в резонанс відносно опорної плити. (Частота резонансу обернено пропорційна до маси, що коливається). Це - вимірюючий діапазон заздалегідь згаданого "методу підтягування (скидання)" із занадто низькими швидкостями поршня.

Швидкості поршня амортизатора, досягнуті в резонансі подібні до швидкостей в нормальних умовах руху. Тому резонансний метод перевірки моделює реальні умови руху найточніше.

Амплітуди коливання будуть визначені рухом опорної плити, яка йде за рухом колеса, зареєстровані і оцінені за допомогою електроніки.

Максимальна амплітуда резонансу, довжина якої визначена головним чином амортизатором, вимірюється і потім може бути порівняна із заданою стандартною величиною (яка є величиною ідеально працюючого амортизатора того ж самого типу транспортного засобу) і оцінюється.

Комп'ютер МАНА може опціонально містити файл даних, що містить дані по пікових резонансних величинах по широкому ряду автомобілів. Ці пікові величини представляють амортизатори, наказані виготівником для конкретної марки і моделі автомобіля. Ці виміряні величини, в порівнянні із стандартними, говоритимуть, що жорсткі (чи що закусили) амортизатори матимуть менші амплітуди, м'якші (чи дефектні) амортизатори матимуть більше довгі амплітуди. Див. наступні процедури оцінки.

Високочастотні методи.

Для випробування підвіски також були розроблені стандарти в області частотних вимірів; проте, вони були обмежені величиною відповіді системи підвіски. Стандарт високочастотних перевірок Standart RT - 202, розроблений EuSAMA, отримав широке поширення із-за виміру параметрів, пов'язаних з безпекою рухи. Високочастотні тестери примушують підвіску вібрувати з частотами повного діапазону коливань, на які вона може реагувати (25-0 Герц). У течію високочастотного виміру автомобіль не рухається. Колеса тестується по черзі, тому інші три демпфери не роблять впливу.

Кожне колесо перевіряється незалежно вертикальним синусоїдальним коливанням платформи тестера підвіски з постійною амплітудою (частіше всього 6 мм.). Тестер підвіски має датчики навантаження, що вимірює вертикальну силу навантаження шини на платформі, що рухається, і датчик, для

виміри положення тестуючого майданчика. Кількісні результати такого типу випробування, залежать від усіх компонентів підвіски, і недостовірні у визначенні несправності транспортного засобу і стану амортизаторів. Результат такого випробування, що зазвичай називається "дорожнім зчепленням", є показовим для безпеки транспортного засобу; проте, він ненадійний у визначенні роботи амортизаторів. Залежно від навантаження на вісь наступні результати зчеплення можна приймати для оцінки демпфуючих якостей підвіски (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Залежність оцінки якостей підвіски залежно від навантаження на вісь

Оцінка	Коефіцієнт зчеплення		
	Від 1400 кг	До 1399 кг	Менше 899 кг
добре	70-100%	60-100%	50-100%
досить	50-69%	40-59%	30-49%
недостатньо	30-49%	20-39%	20-29%
погано	0-29%	0-19%	0-19%

Як видно з представлених характеристик оцінок, інтерпретація отриманих значень зчеплення може сильно різнитися. Оскільки амортизатор - це єдиний компонент, який може значно змінити кількість демпфування в підвіски, те були розроблені стенди, що вимірюють, разом із зчепленням, і величину демпфування. Такий стенд забезпечує вимір, разом з величиною відповіді - зчепленням, фазу відповіді колеса на нерівності дорожньої поверхні – коливання майданчики тестера. Ця інформація, включаючи кількісну величину, відома як "мінімальний кут фази", дає цінну інформацію відносно якості демпфування підвіски. Процедура випробування підвіски на тестері займає тільки декілька хвилин і забезпечує оцінку безпеки, характеристики демпфування, і комфорту їзди, забезпеченого роботою системи підвіски транспортного засобу. Тест підвіски забезпечує наступною інформацією:

зчеплення з опорною поверхнею;

величину фазового кута;

баланс зчеплення з опорною поверхнею по сторонах;

баланс фазового кута по сторонах

комфорт поїздки :

- жорсткість поїздки;

- ізоляцію різкості (вібрацій) поїздки

Хоча і це не завжди усуває потребу у візуальному огляді і перевірці стани ходової частини підвіски - вимір демпфування дозволяє відповісти на багато питань, пов'язаних з демпфуванням.

Процедури оцінки:

1. Амплітудна або мм- оцінка

Максимальна амплітуда коливання для кожного колеса вимірюється при максимальному резонансі і реєструється як величина в мм (хід - від піку до піку). Крім того, буде роздруковано процентне порівняння, що показує відмінність довжин амплітуд двох амортизаторів осі з посиленням на м'якший з двох амортизатор. Це зроблено, щоб оцінити взаємодію між цими двома амортизаторами на осі

Оцінка по величинам

Коловальні амплітуди оцінюються відповідно до критерію встановленим TUV Rheinland

Амортизатор з амплітудами менше ніж 11 мм класифікується як що заклинив і непридатний до роботи. Амортизатори з амплітудами більше ніж 85 мм класифікуються як занадто м'які. У автомобілів з вагою осі 400 кг або більше амортизатори, амплітуда яких 70 мм або більше, вважають занадто м'якими.

Амплітуди амортизаторів однієї осі не повинні відрізнятися один від одного більше чим на 15 мм. Якщо справа йде так, і обидві амплітуди довше, ніж 21 мм, м'якший 15 амортизатор вважатимуть дефектним. З іншого боку жорсткіший амортизатор вважатимуть дефектним, якщо одна з величин амплітуд

знаходиться в діапазоні 11 – 20 мм і транспортний засіб не обладнано жорсткішими спортивними амортизаторами.

Серед спортивних амортизаторів м'якший вважатимуть дефектним.

Процентна оцінка.

Процентна оцінка, розвинена МАНА - швидкий діагностичний інструмент для оцінки ефективності амортизатора автомобіля, що перевіряється з тією, що його, що відповідає осьовим навантаженням, на яке робить вплив процес коливання. Процентна оцінка базується на досвідчених даних, які були отримані рядом випробувань на транспортних засобах різних виробників і передбачається, що амортизатор досягши своєї граничної амплітуди скорочує працездатність до 40%

Тому додатково робиться вимір навантаження на вісь і зв'язується з амплітудами амортизатора, отриманими на цій осі, в ступені, залежному від навантаження, значення якої виражається у відсотках.

Характеристика амплітуди амортизатора, залежна від маси навантаження, що приймається лінійною, досягає (математично) міра в 100% при (фіктивною) амплітуді коливань, рівній нулю.

Повністю справний амортизатор на цій універсальній процентній шкалі вказує для автомобілів із спортивною підвіскою близько 90%, а для комфортної підвіски близько 70%. Це повинно бути враховано при оцінці міри придатності і є загальноприйнятим принципом.

Процентна оцінка дозволяє тепер, для цілого класу транспортних засобів, отримати швидку оцінку і стандарти критичних меж для класів транспортних засобів.

Оскільки процентна оцінка базується на емпіричні рядові випробувань транспортних засобів різних виготівників, її можна використати тільки як метод діагности; у деяких моделях транспортних засобів цілком може мати місце помилкове трактування.

У таких випадках, як правило, залежних від типу АТС, для оцінки слідує також використати вимір амплітуди коливань.

Практичні рекомендації по перевірці амортизаторів:

- перед виміром на стендах МАНА амортизатор необхідно "прогріти": це значить, що для отримання об'єктивної оцінки стану амортизатора перед виміром треба поїздити досить інтенсивно по дорозі з нерівностями. Тоді амортизатор прокачається і олія прогріється.

- тиск повітря в шинах не робить впливу на результат в межах $\pm 30\%$.

2 МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ КОЛИВАНЬ МАС АВТОМОБІЛЯ НА ВІБРАЦІЙНОМУ СТЕНДІ

Розглянемо коливальну систему, в яку входить частина автомобіля, технічний стан підвіски якого діагностується, і опорна платформа вібростенда KDXG (рис.2.1) з приводом кулачкового типу. Частина автомобіля представлена у вигляді підресореної (M) і безпружинної (m) мас, пов'язаних між собою пружним елементом і демпфером. Еластична шина колеса також моделюється за допомогою пружного елементу і демпфера, що описують радіальну жорсткість шини ($c_{ш}$) і міру її демпфування ($k_{ш}$) відповідно.

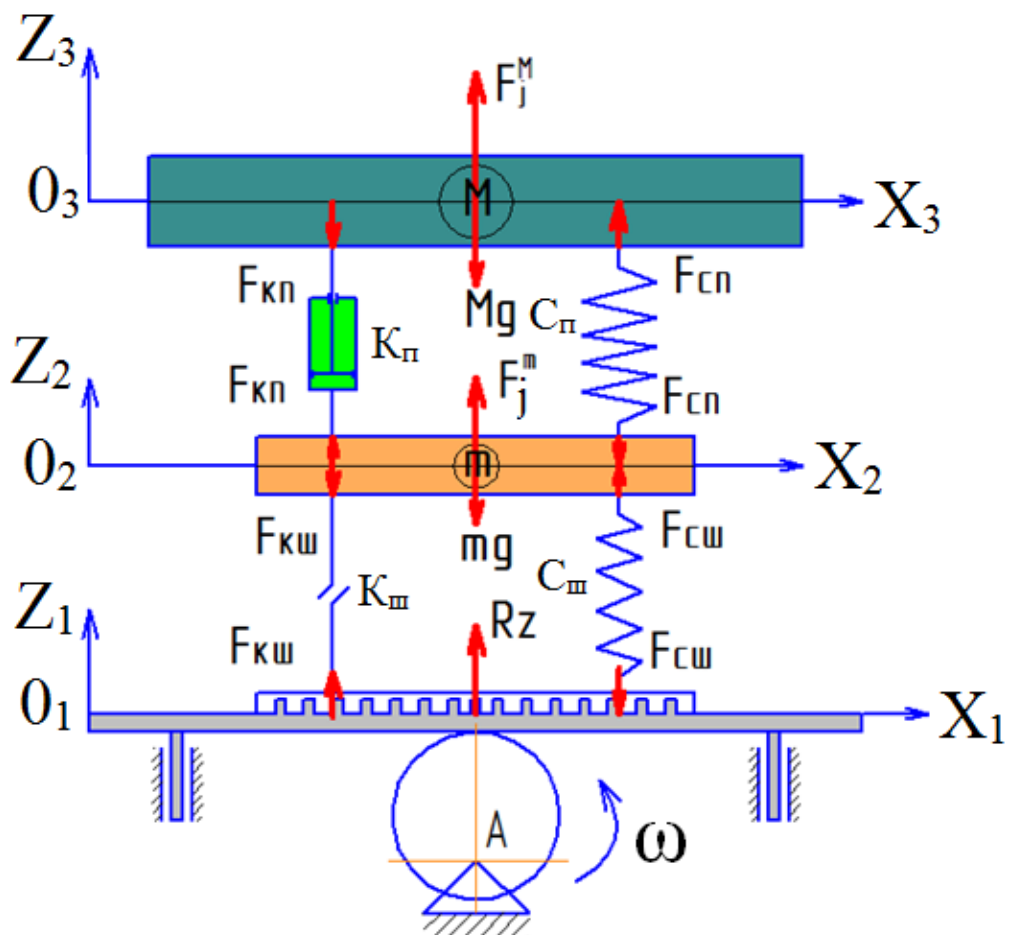


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема процесу коливання елементів підвіски автомобіля на опорній платформі вібростенда

На розрахунковій схемі (рис. 2.1) показані усі сили – зовнішні і внутрішні, такі, що діють на систему. Відлік переміщень підресореної і безпружинної мас робиться від положення статичної рівноваги. Системи координат $z_1O_1x_1$, $z_2O_2x_2$, $z_3O_3x_3$ є нерухомими і визначають статичне положення рівноваги кожної з мас описуваної системи.

Для спрощення і оптимізації в математичній моделі були прийняті наступні допущення :

1. В процесі розрахунків моделюється не увесь автомобіль, а тільки одне колесо.
2. Точки прикладення реакцій від опорної поверхні вібростенда до шини приймаються в середині плями її контакту з опорною поверхнею.
3. Підресорена маса автомобіля може переміщатися тільки уздовж осі OZ_3 .
4. Кузов автомобіля є твердим тілом, частина маси якого впливає на колесо.
5. Жорсткість підвіски C_{Π} постійна.
6. Коефіцієнт опору амортизатора K_{Π} набуває значення при стискуванні $K_{\text{псж}}$ і при відбої $K_{\text{потб}}$.
7. На автомобіль діють тільки вертикальні сили.

Спочатку необхідно визначити статичні прогини пружних елементів підвіски і шини колеса (рис. 2.2), які обчислюються відносно статичного стану рівноваги мас автомобіля по наступних формулах :

$$\Delta l_n = \frac{Mg}{Cn}; \quad (2.1)$$

$$\Delta l_k = \frac{(M+m)g}{C_{\text{ш}}}; \quad (2.2)$$

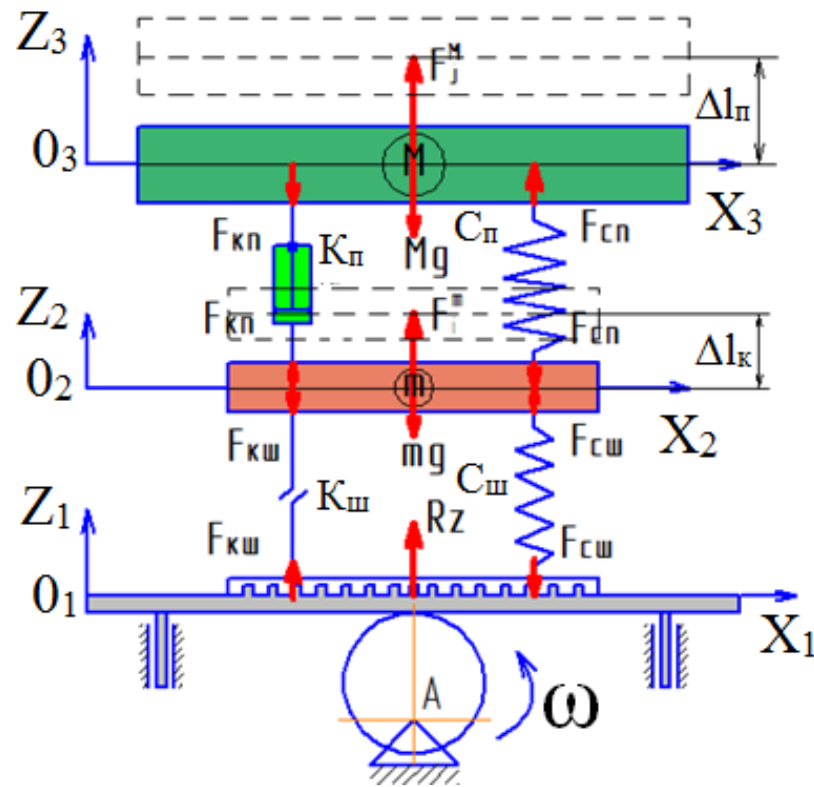


Рисунок 2.2 – Статичні прогини пружних елементів підвіски і шини колеса

Далі з розрахункової схеми (рис. 2.1) згідно з третім законом Ньютона була отримана система рівнянь рівноваги для M і m :

$$\begin{cases} F_j^M - F_{кп} + F_{сп} - G_M = 0 \\ F_j^m + F_{кп} + F_{сш} - F_{сп} - F_{кш} - G_m = 0 \end{cases} \quad (2.3)$$

де F_j^M, F_j^m - сили інерції відповідно підресореної M і безпружинної m мас (Н);

$F_{кп}, F_{сп}$ - сили амортизатора і пружини підвіски (Н);

$F_{кш}, F_{сш}$ - сила демпфування в шині і сила пружності в шині (Н);

G_M, G_m - вага відповідно до підресореної M і безпружинної m мас (Н).

Використовуючи розрахункову схему (рис 2.1) був розписаний кожен член системи рівнянь:

$$F_j^M = M\ddot{z}_3; \quad (2.4)$$

$$F_j^m = m\ddot{z}_2; \quad (2.5)$$

$$F_{cn} = C_n(\Delta l_n + z_3 - z_2); \quad (2.6)$$

$$F_{cu} = C_u(\Delta l_k + z_2 - z_1); \quad (2.7)$$

$$F_{kn} = K_n(\dot{z}_2 - \dot{z}_3); \quad (2.8)$$

$$F_{ku} = K_u(\dot{z}_1 - \dot{z}_2); \quad (2.9)$$

$$G_M = Mg; \quad (2.10)$$

$$G_m = mg. \quad (2.11)$$

З рівнянь була отримана система рівнянь, яка описує закон коливань підресореною M і непідресореною m мас автомобіля на вібростенді :

$$\begin{cases} M\ddot{z}_3 = Mg - C_n \cdot (\Delta l_n - z_2 + z_3) + k_n \cdot (\dot{z}_2 - \dot{z}_3) \\ m\ddot{z}_2 = mg + C_n \cdot (\Delta l_n - z_2 + z_3) - k_n \cdot (\dot{z}_2 - \dot{z}_3) - \\ - C_u \cdot (\Delta l_k - z_1 + z_2) + k_u \cdot (\dot{z}_1 - \dot{z}_2) \end{cases} \quad (2.12)$$

$$\begin{cases} \ddot{z}_3 = \frac{1}{M} \cdot (-K_n \cdot z_3 - C_n \cdot \dot{z}_3 + K_n \cdot \dot{z}_2 + C_n \cdot z_2) \\ \ddot{z}_2 = \frac{1}{m} \cdot \left[-(K_n + K_u) \cdot \dot{z}_2 - (C_n + C_u) \cdot z_2 + K_n \cdot \dot{z}_3 + \right. \\ \left. + C_n \cdot z_3 + K_u \cdot \dot{z}_1 + C_u \cdot z_1 \right] \end{cases} \quad (2.13)$$

Коливання опорної платформи вібростенда описуються рівнянням:

$$z_1 = f(\omega t) = \sqrt{r_0^2 + R_0^2 - 2 \cdot r_0 \cdot R_0 \cdot \cos(\omega t) - r_0^2 \cdot \sin^2(\omega t)} - R_{min},$$

яке завершує побудову загальної системи рівнянь, що описують процес коливань підресореної M і безпружинної m мас автомобіля, а також опорної платформи вібростенда :

$$\begin{cases} \ddot{z}_3 = \frac{1}{M} \cdot (-K_n \cdot z_3 - C_n \cdot \dot{z}_3 + K_n \cdot \dot{z}_2 + C_n \cdot z_2) \\ \ddot{z}_2 = \frac{1}{m} \cdot [-(K_n + K_{uu}) \cdot \dot{z}_2 - (C_n + C_{uu}) \cdot z_2 + K_n \cdot \dot{z}_3 + C_n \cdot z_3 + K_{uu} \cdot \dot{z}_1 + C_{uu} \cdot z_1] \\ \ddot{z}_3 = \sqrt{r_0^2 + R_0^2 - 2 \cdot r_0 \cdot R_0 \cdot \cos(\omega t) - r_0^2 \cdot \sin^2(\omega t)} - R_{min} \end{cases} \quad (2.14)$$

Для вирішення отриманої системи рівнянь авторами був розроблений алгоритм її розрахунку, який представлений на рис. 2.3.

На першому етапі математичної моделі здійснюють введення початкових параметрів : параметрів кулачкового механізму стенду, початкових даних по автомобілю (підресореною і непідресорною мас), жорсткості підвіски і шини, коефіцієнтів демпфування підвіски і шини.

Потім робиться розрахунок початкових умов, таких як статичні прогини підвіски і шини, статична нормальна реакція і так далі.

Після цього програма переходить до розрахунку коливань підресореної і непідресореної мас, амплітуди коливання в режимі циклу з кроком інтеграції часу $dt=0,0001$. Після завершення циклу програма виводить результати розрахунків.

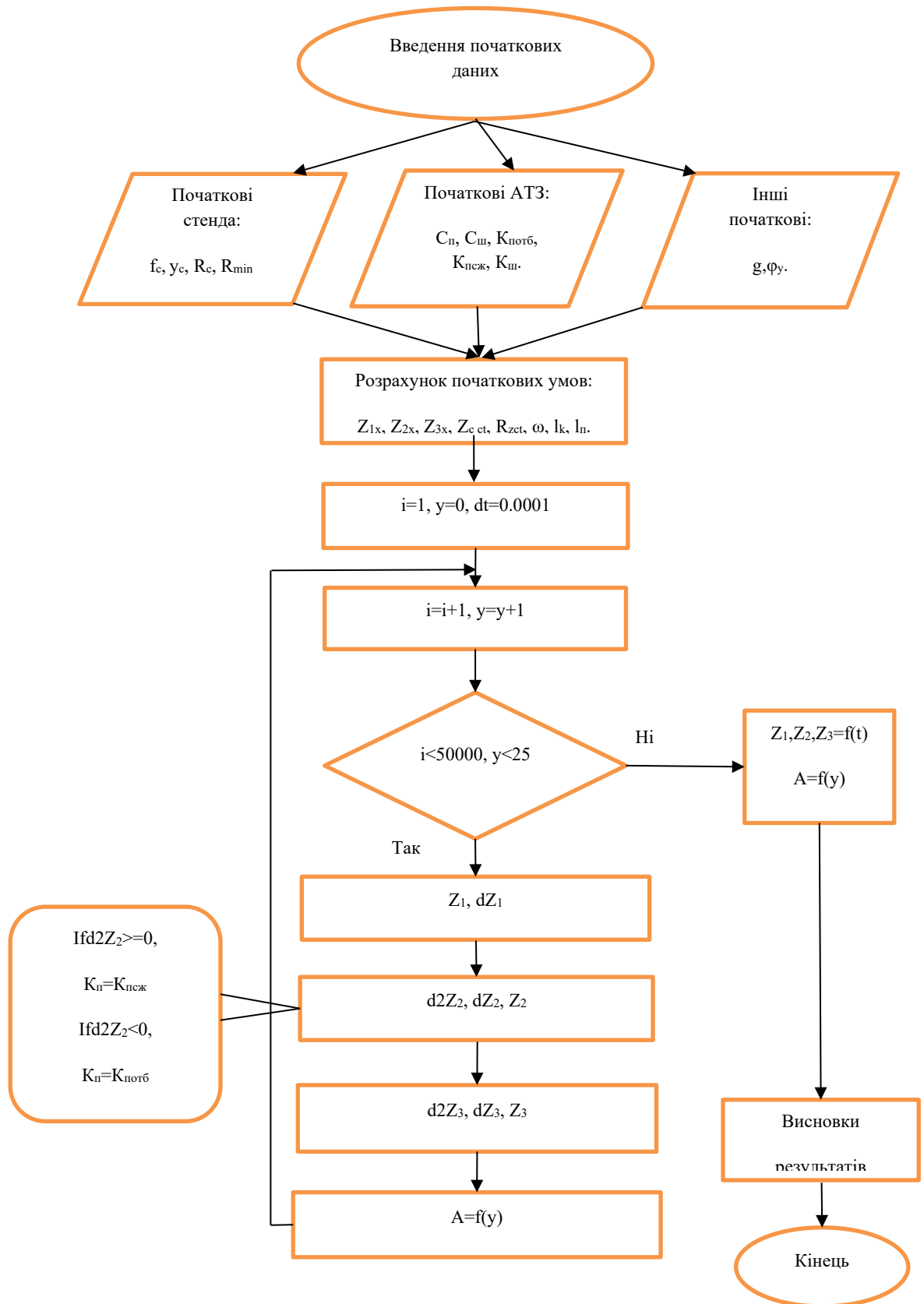


Рисунок 2.3 – Алгоритм моделювання системи діагнострування підвіски автомобіля

3 СТЕНД ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ПІДВІСКИ SDL-430

Технічні характеристики:

Напруга:

- Живлення комп'ютера і датчиків	230V / 1 фаза / 50-60 Гц
- Живлення двигунів	400V / 3 фази / 50-60 Гц
Максимальна споживана потужність (230v)	1.5 kW
Максимальна споживана потужність (400v)	6 kW
Потужність двигуна	2 x 3 kW
Максимальне навантаження на вісь	3,000 кг
Максимальне статичне навантаження для осі зважування	2,500 кг
Min/Max вага осі для перевірки підвіски	180 / 2,500 кг
Мінімальна ширина колії	800 мм
Максимальна ширина колії	2,200 мм
Амплітуда коливань	6 мм
Частота коливань	25 Гц
Точність зважування +/-	1% (повна шкала)
Рівень шуму	85 dB.

Основні частини:



Рисунок 3.1 – Центральний блок: кольоровий SVGA монітор; клавіатура; комп'ютер; кольоровий принтер; приймач радіохвиль дистанційного керування; ел. панель; електронна плата.

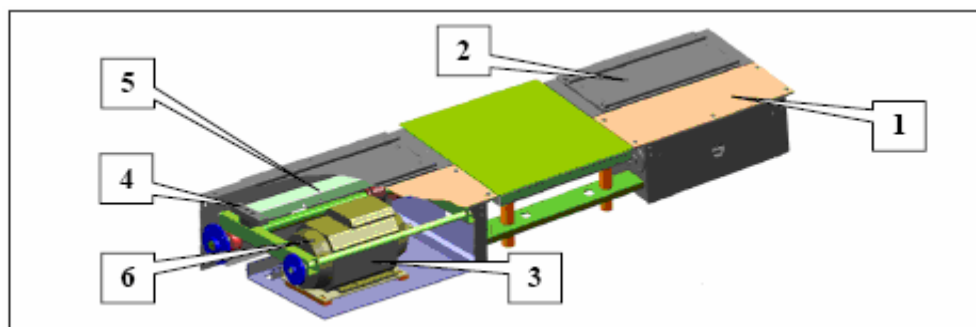


Рисунок 3.2 – Секції стенду перевірки підвіски: 1 – рама; 2 – опорний майданчик колеса; 3 – електродвигун; 4 – датчик навантаження; 5 – опорна рама; 6 – крутень.

Принцип роботи:

Цей стенд перевірки підвіски створений відповідно до моделі "Eusama". Нижче коротко описаний базовий принцип роботи цієї моделі. Принцип EUSAMA (European Shock Absorber Manufacturers Association) ґрунтований на вимірі мінімального динамічного навантаження і статичного навантаження на колесо, і потім розрахунку відношення між двома величинами. Наступна формула показує знаходження величини Eusama :

$$\text{EUSAMA} = \text{динамічна вага} / \text{статична вага}, \quad (3.1)$$

Величина Eusama розраховується індивідуально для кожного колеса і кожного амортизатора, отже, статичне і динамічне навантаження вимірюються на кожному колесі. Для виміру статичного навантаження досліджуване колесо автомобіля розташовується на тестовій пластині, включаючій динамометричній пристрій для зважування. Для виміру динамічного навантаження на колесо двигун коливає платини, породжуючи вертикальні коливання відповідної пластини з амплітудою близько 6 мм. Коливання розпочинаються з частоти 25 Гц і потім поступово знижуються, охоплюючи повний діапазон коливань. Тоді як теоретична величина мінімального динамічного навантаження на колесо ніколи не може перевищувати величину статичного навантаження, величина EUSAMA завжди знаходиться між 0 і 1 (чи між 0% і 100%). У одиничних випадках величина EUSAMA рівна 0%; це еквівалентно колесу, яке було відкладене на деякий час і не контактувало з дорожньою поверхнею. З точки зору безпеки водіння ця ситуація представляє небажаний ризик. Теоретично, зустрічається і інший нестандартний випадок, коли динамічне навантаження на колесо дорівнює статичному навантаженню (EUSAMA=100%). Це ідеальний варіант для безпеки водіння. Незважаючи на те що ця величина тільки

теоретична, виникає конфліктна ситуація між рекомендованою безпекою і комфортом, оскільки величина EUSAMA, рівна 100 %, значно знижує рівень комфорту. Величина EUSAMA в амортизаторах в чудовому стані варіюється від 60% до 80% залежно від типу автомобіля, але може і виходити з цих меж, якщо йдеться про відносно легенів автомобілях. У спортивних автомобілях підвіска жорсткіша і відповідно величина набагато вища, ніж в автомобілях, де важливіший комфорт.

Інтерпретація результатів теста:

Підвіска з процентною ефективністю нижче 20% визнається абсолютно незадовільною, виключенням можуть бути тільки задні підвіски легких автомобілів; вони можуть мати величину близько 15%, але тільки нові.

Процентна ефективність підвіски між 20% і 40% - низька або прийнятна тільки для невеликих автомобілів.

Процентна ефективність підвіски між 60% і 80% - розцінюється як хороша. Ефективність підвіски вище 80% - зустрічається тільки в автомобілях дуже високого класу або спеціальних підвісках.

Результати тесту, що показують процентну різницю в ефективності більше 30%, не відповідають умовам безпеки!

4 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СТО

4.1 Вихідні дані

Середньорічний пробіг автомобілів індивідуального користування залежить від багатьох факторів і приймаємо на підставі звітних (статистичних) даних.

Кількість заїздів на рік на міську СТО одного комплексно обслуговуємого автомобіля згідно рекомендацій для проведення ОР і УН приймається рівним 2, прибирально-мийні роботи – 5 та для виконання робіт по проти корозійному захисту кузова – 1.

Режим роботи СТО визначається кількістю днів роботи на рік підприємства $D_{роб. Г.}$ і тривалістю робочого дня. Режим роботи СТО вибирається виходячи з найбільшого задоволення потреб населення в послугах по ОР і УН. Цей режим залежить від призначення станцій, видів виконуваних послуг та місце розташування. Кількість змін на добу складає $n = 2$.

З обліком викладеного, вихідними даними для розрахунку являються:

Кількість автомобілів, обслуговуваних СТО на рік, $N = 1500$ од.;

Тип станції обслуговування – універсальна;

Середньорічний пробіг обслуговуємих автомобілів, $L = 12000$ км.;

Кількість заїздів автомобілів на станцію обслуговування на рік і на добу – 2;

Режим роботи станції обслуговування, $D_{роб.г} = 305$.

4.2 Обґрунтування потужності і типа СТО

Одним з найголовніших факторів, що визначають потужність і тип міської станції обслуговування, є число і склад автомобілів по моделях, що знаходяться в зоні обслуговування проекрованої станції. Кількість легкових автомобілів $N = 1500$ од., належних населенню даного району, з урахуванням перспективи розвитку парку визначено на підставі звітних (статистичних) даних.

З огляду на, що визначена частина власників проводить ТО і ПР власними силами, розрахункове число обслуговуємих на станціях у рік автомобілів:

$$N_{\text{СТО}} = N \cdot K, \quad (4.1)$$

де $K = 0.75 - 0.90$ – коефіцієнт, враховуючий кількість власників автомобілів, що користуються послугами СТО.

$$N_{\text{СТО}} = 1500 \cdot 0,75 = 1125 \text{ од.}$$

Для вибору типу станції обслуговування із загальної кількості обслуговуємих автомобілів N визначаємо їх кількість по моделях і приблизно розраховуємо кількість робочих постів для ОР і УН автомобілів кожної моделі.

4.3 Розрахунок річного об'єму робіт СТО

Річний об'єм робіт станції обслуговування включає ТО і ТР, прибирально-мийні роботи передпродажну підготовку автомобілів.

Річний об'єм робіт по технічному обслуговуванню поточний ремонт (в людино-годинах) :

$$T = \frac{N_{\text{СТО}} \cdot L_C \cdot t}{1000}, \quad (4.2)$$

де $N_{\text{СТО}}$ – кількість автомобілів, обслуговуваних проектною СТО на рік;

L_C – середньорічний пробіг автомобіля, км.;

t – питома трудомісткість робіт по ТО и УН, люд-год/1000.

(приймаємо по $t = 0,5$ люд-г/1000 км.)

$$T = \frac{1125 \cdot 12000 \cdot 0,5}{1000} = 6750 \text{ люд-год.}$$

Річний об'єм прибирально-мийних робіт $T_{\text{ПМ}}$ (в людино-годинах) визначається виходячи з числа заїздів d на станцію автомобілів на рік і середній трудомісткості робіт $t_{\text{ПМ}}$.

$$T_{\text{ПМ}} = N_{\text{СТО}} \cdot d \cdot t_{\text{ПМ}}, \quad (4.3)$$

Загальна кількість заїздів на прибирально-мийючі роботи приймається з розрахунку одного заїзду на 800-1000 км. Середня трудомісткість одного заїзду $t_{\text{ПМ}} = 0.15 - 0.25$ люд-г.

$$\text{Тоді: } d = \frac{L}{800} = \frac{12000}{800} = 15,$$

а трудомісткість прибирально-мийних робіт складе:

$$T_{\text{ПМ}} = 1125 \cdot 15 \cdot 0,20 = 4219 \text{ люд-год.}$$

4.4 Розрахунок кількості виробничих робітників

До виробничих робітників відносяться робочі зони і дільниці, безпосередньо виконуючі роботи по ОР і УН рухомого складу. Розрізняють технологічно необхідне (явочне) і штатне число робітників.

Технологічно необхідне число робітників :

$$P_m = \frac{T_p}{\Phi_p}, \quad (4.4)$$

де T_p – річний об'єм робіт, люд-г;

Φ_m – річний фонд технологічно необхідного робочого часу, г.

Фонд Φ_m визначається виходячи з тривалості робочого тижня і числа робочих днів на рік:

$$\Phi_m = D_K \cdot T_{3M}, \quad (4.5)$$

де D_K – кількість робочих днів на рік, $D_K = 305$ днів;

T_{3M} – тривалість зміни, $T_{3M} = 8$ годин.

$$\Phi_m = 305 \cdot 2 \cdot 8 = 4880 \text{ год.}$$

Тоді технологічно необхідна кількість робочих для виконання робіт по ОР, Д і УН буде дорівнювати:

$$P_m = \frac{6750}{4880} = 1 \text{ люд.}$$

Штатне число робітників визначаємо по формулі:

$$P_{ш} = \frac{T_P}{\Phi_{ш}}, \quad (4.6)$$

де $\Phi_{ш}$ – річний фонд часу штатного робітника, г;

$$\Phi_{ш} = \Phi_M - 8 \cdot (D_{ввд} + D_{пп}), \quad (4.7)$$

де Φ_M – технологічний фонд робочого часу;

$D_{ввд}$ – кількість днів відпустки, установленого для даної професії робітника, приймаємо $D_{ввд} = 24$ дні;

$D_{пп}$ – кількість днів невиходу на роботу по неповажним причинам, $D_{пп} = 8$ дн.

$$\Phi_{ш} = 4880 - 8 \cdot (24 + 8) = 4624 \text{ год}, \quad (4.8)$$

$$P_{ш} = \frac{6750}{4624} = 1 \text{ люд.} \quad (4.9)$$

4.5 Розрахунок кількості постів і автомобіле-місць

Пости і автомобіле-місця по своєму технологічному призначенню підрозділяються на робочі пости, допоміжні та автомобіле-місця очікування і збереження .

Робочі пости – це автомобіле-місця, оснащені відповідним технологічним устаткуванням і призначені для технічного впливу на автомобіль для підтримки та відновлення його технічно справного стану і зовнішнього вигляду (пости мийки, діагностування, ОР, УН і фарбувальні).

Для даного виду робіт ОР і УН кількість робочих посад

$$X = \frac{T_{II} \cdot \varphi}{\Phi_{II} \cdot P_c}; \quad (4.10)$$

де T_{II} – річний об'єм посадових робіт, люд-год.;

$\varphi = 1.15$ – коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів на СТО;

Φ_{II} – річний фонд робочого часу поста, год.;

P_c – середня кількість робочих, одночасно працюючих на постах, люд.

Річний фонд робочого часу розраховуємо по формулі:

$$\Phi_{II} = D_k \cdot T_{cm} \cdot L \cdot \eta, \quad (4.11)$$

де η – коефіцієнт використання робочого часу на постах (0,9)

$$\Phi_{II} = 305 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,9 = 4392 \text{ год.} \quad (4.12)$$

Середнє число робітників на одному посту ОР і УН приймаємо 2 люд., а на постах кузовних і фарбувальних робіт – 2 люд.

Таблиця 4.1 – Зразковий розподіл обсягу робіт з видів і місця їхнього виконання

Вид робіт	Розподіл обсягу робіт в залежності від кількості постів	Розподіл обсягу робіт по місцю їх виконання
1	2	3
Діагностичні	4%(270)	100%
ТО у повному об'єму	15%(1013)	100%

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
Мастильні	3%(202)	100%
Регулювання кутів установки передніх коліс і рульового керування	4%(270)	100%
Ремонт та регулювання гальм	3%(202)	100%
Електротехнічні роботи	4%(270)	80%
Ремонт приладів паливної системи	4%(270)	70%
Акумуляторні	2%(135)	10%
Шиномонтажні	2%(135)	30%
Ремонт вузлів, систем та агрегатів	8%(540)	50%
Кузовні і арматурні	25%(1689)	75%
Фарбувальні і антикорозійні	16%(1080)	100%
Обойні	3%(202)	50%
Слюсарно-механічні	7%(472)	–
Прибирально-мийні	–	

Діагностичні роботи :

$$X = \frac{270 \cdot 1,15}{4392 \cdot 2} = 1 \text{ пост.}$$

ОР-1-2 у повному об'ємі:

$$X = \frac{1013 \cdot 1,15}{4392 \cdot 2} = 1 \text{ пост.}$$

Мастильні:

$$X = \frac{202 \cdot 1,15}{4392 \cdot 2} = 1 \text{ пост.}$$

Регулювання кутів установки передніх коліс і рульового керування:

$$X = \frac{270 \cdot 1,15}{4392 \cdot 2} = 1 \text{ пост.}$$

Ремонт та регулювання гальм:

$$X = \frac{202 \cdot 1,15}{4392 \cdot 2} = 1 \text{ пост.}$$

Виходячи з розрахунків, приймаємо 1 пост для виконання ремонту і регулювання гальм та установки кутів передніх коліс.

Електротехнічні роботи:

$$X = \frac{270 \cdot 1,15}{4392 \cdot 2} = 1 \text{ відділення.}$$

Ремонт приладів паливної системи:

$$X = \frac{270 \cdot 1,15}{4392 \cdot 2} = 1 \text{ відділення.}$$

Виходячи з розрахунків, приймаємо загальне відділення для виконання електротехнічних робіт і ремонт приладів паливної системи (з відповідним постом).

Акумуляторні роботи:

$$X = \frac{113 \cdot 1,15}{4392 \cdot 2} = 1 \text{ відділення.}$$

Шиномонтажні:

$$X = \frac{135 \cdot 1,15}{4392 \cdot 2} = 1 \text{ пост.}$$

Ремонт вузлів, систем та агрегатів

$$X = \frac{540 \cdot 1,15}{4392 \cdot 2} = 1 \text{ пост.}$$

Кузовні і арматурні

$$X = \frac{1689 \cdot 1,15}{4392 \cdot 2} = 1 \text{ пост.}$$

Фарбувальні

$$X = \frac{1080 \cdot 1,15}{4392 \cdot 2} = 1 \text{ пост.}$$

Для фарбувальних робіт приймаємо ще один підготовчий пост для видалення старої фарби:

$$X = 1 + 1 = 2 \text{ поста.}$$

Обойні:

$$X = \frac{202 \cdot 1,15}{4392 \cdot 2} = 1 \text{ пост.}$$

Добове число заїздів автомобілів на міську СТО визначаємо по формулі:

$$N_c = \frac{N_{\text{СТО}} \cdot d}{D_{\text{РОБ.Р}}}; \quad (4.13)$$

де $N_{\text{СТО}}$ – число автомобілів, обслуговуваних проектованої СТО на рік;

d – число заїздів на міську СТО одного автомобіля на рік.

$$N_c = \frac{1500 \cdot 2}{305} = 10.$$

Число постів для виконання прибирально-мийних робіт визначаємо по формулі:

$$X_{\text{п.м}} = \frac{N_c \cdot \varphi_{\text{ВО}}}{T_{\text{ОБ}} \cdot N_Y \cdot \eta}, \quad (4.14)$$

де N_c – добове число заїздів автомобілів для виконання прибирально-мийних робіт;

$\varphi_{\text{ВО}}$ – коефіцієнт нерівномірності надходження автомобіля на ділянку прибирально-мийних робіт (для СТО від 11 до 30 постів – 1,2...1,3);

$T_{\text{ОБ}}$ – добова тривалість роботи прибирально - мийної дільниці (12,3 год);

N_Y – продуктивність мийної установки (приймаємо по паспортним даним), (30 авт/год);

η – коефіцієнт використання робочого часу поста ($\eta = 0.9$);

$$X_{п.м} = \frac{10 \cdot 1,2}{12,3 \cdot 10 \cdot 0,9} = 1 \text{ пост.}$$

4.6 Розрахунок числа допоміжних постів

Допоміжні пости – це автомобіле-місця, оснащені чи не оснащені обладнанням, на яких виконуються технологічні допоміжні операції (пости приймання, видачі автомобілів, контролю після проведення ОР і УН, сушіння на дільниці прибирально-мийних робіт, підготовці і сушіння на фарбувальній дільниці).

Кількість постів на дільниці приймання автомобілів визначається по формулі:

$$X_{пп} = \frac{N_{СТО} \cdot d \cdot \varphi}{(D_{роб.р} \cdot T_{тп} \cdot A_{пп})}; \quad (4.15)$$

де $N_{СТО}$ – кількість автомобілів, обслуговуваних проектною СТО на рік;

$\varphi = 1,1 \dots 1,5$ – коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів;

$T_{тп}$ – тривалість роботи дільниці приймання автомобілів, год.;

$A_{пп} = 2..3$ – пропускна здатність поста приймання, авт/год.

$$X_{пп} = \frac{1500 \cdot 2 \cdot 1,5}{305 \cdot 16 \cdot 2} = 1 \text{ пост.}$$

Для розрахунку кількості постів видачі автомобілів умовно приймаємо, що видаваних автомобілів дорівнює числу заїздів автомобілів на станцію.

$$X_B = \frac{1500 \cdot 2 \cdot 1,5}{305 \cdot 16 \cdot 2} = 1 \text{ пост.}$$

Кількість постів контролю після обов'язкових робіт усунення несправностей залежить від потужності станції і визначаємо виходячи з тривалості контролю.

$$X_{K.OP, \text{NH}} = 1 \text{ пост.}$$

Кількість постів сушіння (обдування) автомобілів на ділянці прибирально-мийних робіт визначаємо виходячи з пропускної здатності даного поста, яку приймаємо рівної продуктивності механічної мийки

$$X_C = 1 \text{ пост.}$$

Кількість постів сушки після фарбування визначаємо виробничою програмою і пропускної здатності обладнання. Пропускна здатність комбінованої фарбувально-сушильної камери згідно з технічної характеристики може бути прийнята 5...6 автомобілів у зміну. Пропускної здатності віддільної фарбувальної камери з однією сушильною камерою складає 12 автомобілів у зміну.

$$X_{M.C} = 1 \text{ пост.}$$

Загальну кількість допоміжних постів приймаємо:

$$X_{B.П} = 0,25 \cdot 13 = 3 \text{ поста.}$$

Автомобіле-місця очікування – це місця займані автомобілями, що очікують постановки їх на робочі і допоміжні пости. Загальна кількість автомобіле-місць очікування на виробничих дільницях СТО складає 0,5 на один робочий пост.

$$X_{M.O} = 0,5 \cdot 13 = 7 \text{ місць.}$$

4.7 Кількість автомобіле-місць для збереження готових автомобілів

Автомобіле-місця збереження передбачається для готових автомобілів, не отриманих клієнтами, і автомобілів, прийнятих на обов'язкові роботи для усунення несправностей.

Для збереження готових автомобілів кількість автомобіле-місць:

$$X_G = \frac{N_C \cdot T_{PP}}{T_B}, \quad (4.16)$$

де T_B – тривалість роботи дільниці видачі автомобілів за добу, г.

T_{PP} – середній час перебування автомобілів на СТО після його обслуговування до видання власнику (приблизно 4 год.)

$$X_G = \frac{13 \cdot 4}{8} = 7 \text{ місць.}$$

Загальна кількість автомобіле-місць для збереження автомобілів, очікуючи обслуговування і готових до видачі, приймаємо з розрахунку 3 автомобіле-місця на один робочий пост:

$$X_{XP} = 3 \cdot 13 = 39 \text{ місць.}$$

4.8 Розрахунок площ виробничих приміщень

Площі зон і виробничих ділянок по приведеній нижче методиці, при цьому площа приміщень повинна бути не менш 20 м^2 на одного працюючого в найбільш численну зміну.

Для приблизних розрахунків площі ділянок визначаємо по кількості працюючих на ділянці у найбільш завантажену зміну по формулі:

$$F_y = f_1 + f_2 \cdot (P_m - 1), \quad (4.17)$$

де f_1 – площа на одного працюючого, м^2 (20 м^2);

f_2 – площа на кожного наступного працюючого, м^2 ;

P_m – кількість технічно необхідних працівників в найбільш завантажену зміну, люд.

Площі зон з тупиковими постами розраховуємо виходячи з кількості тупикових постів, площі, займаємі автомобілем у плані, і коефіцієнта щільності розміщення постів по формулі;

$$F_3 = f_a \cdot X_3 \cdot k_n, \quad (4.19)$$

де f_a – площа займана автомобілем у плані (по габаритних розмірах), м^2 ;

X_3 – число постів;

k_n – коефіцієнт щільності розміщення постів;

Площа приймання:

$$F_{IP} = 6,72 \cdot 1 \cdot 5 = 33,6 \text{ м}^2;$$

Площа ділянки видачі автомобілів:

$$F_{B.A} = 6,72 \cdot 1 \cdot 5 = 33,6 \text{ м}^2;$$

Площа ділянки контролю після обов'язкових робіт і усунення несправностей:

$$F_{K.OP.UH} = 6,72 \cdot 1 \cdot 5 = 33,6 \text{ м}^2;$$

Площа зон допоміжних постів:

$$F_{з.в.п} = 6,72 \cdot 3 \cdot 5 = 102 \text{ м}^2;$$

Площа зони очікування на виробничих ділянках:

$$F_{OЖ} = 6,72 \cdot 1 \cdot 5 = 33,6 \text{ м}^2;$$

Площа зони збереження готових автомобілів:

$$F_r = 6,72 \cdot 1 \cdot 5 = 33,6 \text{ м}^2;$$

Площа зони діагностування:

$$F_d = 6,72 \cdot 1 \cdot 5 = 33,6 \text{ м}^2;$$

Площа зони для ОР у повному обсязі:

$$F_{OP} = 6,72 \cdot 1 \cdot 5 = 33,6 \text{ м}^2;$$

Площа зони мастильних робіт:

$$F_{CM} = 6,72 \cdot 1 \cdot 5 = 33,6 \text{ м}^2;$$

Площа зони по регулюванню кутів передніх коліс:

$$F_{П.К} = 6,72 \cdot 1 \cdot 5 = 33,6 \text{ м}^2;$$

Площа зони по ремонту і регулюванню гальм:

$$F_{P.T} = 6,72 \cdot 1 \cdot 5 = 33,6 \text{ м}^2;$$

Площа зони по електротехнічним роботам:

$$F_{Э} = 6,72 \cdot 1 \cdot 5 = 33,6 \text{ м}^2;$$

Площа зони по акумуляторним роботам і паливної системи:

$$F_{AK.П} = 6,72 \cdot 1 \cdot 5 = 33,6 \text{ м}^2;$$

Площа зони для шиномонтажних робіт:

$$F_{Ш.М} = 6,72 \cdot 1 \cdot 5 = 33,6 \text{ м}^2;$$

Площа зони для фарбувальних і антикорозійних робіт:

$$F_{ок.л} = 6,72 \cdot 2 \cdot 5 = 67,5 \text{ м}^2;$$

Площа зони для виконання обойних робіт:

$$F_{об} = 6,72 \cdot 1 \cdot 5 = 33,6 \text{ м}^2;$$

Площа зони прибирально-мийних робіт:

$$F_{об} = 6,72 \cdot 1 \cdot 5 = 33,6 \text{ м}^2;$$

Площа топливно-діагностичного комплексу приймаємо:

$$F_{тдк} = 6,72 \cdot 1 \cdot 5 = 33,6 \text{ м}^2.$$

4.9 Розрахунок площ складів

Для розраховуємої СТО площі складських приміщень F визначаємо по питомій площі складу $F_{пт}$ на кожні 1000 комплексно обслуговуваних автомобілів: для складу запасних частин – 32 м², агрегатів і вузлів – 12 м², експлуатаційних матеріалів – 6 м², шин – 6 м², лакофарбових матеріалів і хімікатів – 4 м², мастильних матеріалів – 6 м², кисню і вуглекислий газ – 4 м².

Площа комори для збереження авто приналежностей, знятих з автомобіля на період обслуговування, приймається із розрахунку 1,6 м² на один робочий пост. Площа для збереження дрібних запчастин і авто приналежностей, проданих власникам автомобілів, приймаємо у розмірі 10% площі складу запчастин.

Розраховуємо площі складських приміщень по формулі:

$$F = \frac{F_{пт} \cdot N_{сто}}{1000}. \quad (4.20)$$

Результати розрахунку зводимо у таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунок площі складів

Найменування складу	Питома площа, м ²	Площа, м ²
Склад запасних частин	32	128
Склад агрегатів і вузлів	12	48
Склад експлуатаційних матеріалів	6	24
Склад шин	6	24
Склад лакофарбувальних матеріалів і хімікатів	4	16
Склад мастильних матеріалів	6	24
Склад кисню і вуглекислого газу	4	16

Площа для збереження дрібних запчастин і автоприладдя, продаваних власникам автомобілів – 19,2 м².

5 ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ ЗОНИ ДІАГНОСТУВАННЯ

5.1 Виробничий корпус

Об'ємно-планувальні рішення будівель являє собою поєднання планувального рішення.

Об'ємно-планувальні рішення будівлі підпорядковані його функціональному призначенню і розробляється з урахуванням кліматичних умов, сучасних будівельних вимог, необхідності максимальному блокуванні будівель, необхідність забезпечення можливості зміни технологічних процесів і рішення виробництва без суттєвої реконструкції будівлі, вимог з охорони навколишнього середовища, протипожежних та санітарно гігієнічних вимог, а також ряду інших, пов'язаних з опаленням, енергопостачанням, вентиляцією та іншим.

Одноповерхові виробничі будівлі СТО в основному проектується каркасного типу з сіткою колон 18x12 і 24x12 м. Застосування сітки колон з кроком 12 м дозволяє краще використовувати виробничі площі та на 4 ... 5% знизити вартість будівництва в порівнянні з аналогічними будівлями з кроком колон 6м.

Висота приміщень, тобто відстань від підлоги до низу конструкцією покриття (перекриття) або підвісного обладнання приймається з урахуванням забезпечення вимог технологічного процесу, вимог уніфікації будівельних параметрів будівель і розміщення підвісного транспортує обладнання (конвеєри, та інше).

Висоту приміщень на одноповерхових стоянках слід приймати на 0,2 м більше висоти найвищого автомобіля, що зберігається в приміщенні, але у всіх випадках не менше 2 м однак фактично висоту приміщень стоянок в одноповерховій будівлі виходячи з вимог уніфікації будівельних елементів приймають 3,6 м при прольотах 12м , і 4,8 м - при прольотах 18 і 24 м.

Незважаючи на багато переваг уніфікованого будівництва, застосування для всієї будівлі якоїсь єдиної стандартної сітки колон не завжди забезпечує раціональне планувальне рішення, викликаючи в ряді випадків погіршення умов маневрування рухомого складу, недостатнє використання корисної площі, наявність технологічних незручностей і ускладнення планування.

Для приміщень постів ТО і ПР, а також місць зберігання, в яких відбувається рух автомобілів, їх маневрування і установка, необхідно мати вільний від колон простір, що можна забезпечити великорозмірною сіткою. Для виробничих ділянок і технологічних приміщень доцільна малорозмірна сітка колон.

У зонах ТО і ПР, особливо, де застосовується підвісне обладнання, необхідна висота приміщень значно більше, ніж інших виробничих приміщень і приміщень для зберігання автомобілів.

Найбільш простий і економічною конструктивною схемою будівлі є схема з однаковими прольотами і висотою. Застосування такої уніфікованої схеми дозволяє знизити витрати і скоротити терміни будівництва. Крім того, єдина висота будівлі дозволяє при необхідності проводити перепланування приміщень з меншими витратами. Однак з технологічної точки зору, ця схема і ряд недоліків: велику глибину і висоту виробничих ділянок, відсутність верхніх ліхтарів денного світла.

5.2 Допоміжні приміщення

Адміністративно-побутові, громадські та інші приміщення можуть розміщуватися в окремому будинку або в корпусі, що примикає до виробничих приміщень. В основу планування окремо розташованих і прибудованих допоміжних приміщень покладена сітка колон $(6+6)\times 6$, $(6+3+6)\times 6$ і $(6+6+6)\times 6$ м з висотою поверхів 3,0 або 3,3 м при кількості поверхів не більше чотирьох.

Окремі будівлі погіршують зв'язку між приміщеннями підприємства і викликають необхідність дублювання побутових та інших приміщень.

5.3 Протипожежні вимоги

До основних протипожежним вимогам відноситься ступінь вогнестійкості будівель і споруд, яка залежить від ступеня вибуховий і пожежної небезпеки виробництв, що розміщуються на проектованому підприємстві. Всі ділянки СТО по вибухопожежної і пожежної небезпеки поділяються на п'ять категорій виробництв в залежності від їх характеристики, і приймаються за діючими Переліків, який затверджується міністерствами автомобільного транспорту та іншими відомствами.

При розміщенні ділянок з виробничими ділянками А, Б і В у окремих приміщеннях їх слід відокремити від інших приміщень вогнетривкими з межею вогнестійкості не менше 0,75ч. У місцях прийомів - перегородок (внутрішніх стінах) приміщень з виробничими процесами категорії А і Б повинні влаштовуватися в тамбур - шлюзи з негорючих матеріалів.

5.4 Санітарно-гігієнічні вимоги

При проектуванні підприємств повинні дотримуватися обумовлені санітарними вимогами наступні мінімальні допустимі показники приміщень:

- Обсяг на одного працюючого у виробничих приміщеннях 15
- Площа на одного працюючого,
 - 1) виробничі приміщення - 4,5;
 - 2) адміністративно-контторські приміщення - 4,0;
 - 3) приміщення для навчальних занять - 1,75.

5.5 Зона діагностування

Технологічний розрахунок зони діагностування для станції технологічного контролю (СТК).

Розрахунок виробничої програми по Д - 1 і Д - 2.

Розрахунок числа постів здійснюється за формулою

$$X_{II} = \frac{\tau_{II}}{R}, \quad (5.1)$$

де τ_{II} – такт поста, шин;

R - ритм виробництва, хв.

Задаємо $X_{II} = 2$.

Знаходимо ритм виробництва, хв.

$$R = \frac{\tau_{II}}{X_{II}}. \quad (5.2)$$

Такт поста, хв.

$$\tau_{II} = t_s \cdot \frac{60}{P_n} + t_y, \quad (5.3)$$

де t_s – трудомісткість одного впливу, чол·год;

P_n – кількість робітників, що одночасно працюють на посту, чол;

t_y – час для установки автомобіля на пост і з'їзд з поста, хв.

Приймаємо для легкового автомобіля середнього класу
 $t_{D-1} = 0,2 \text{чол} \cdot \text{год}$; $t_{D-2} = 1,23 \text{чол} \cdot \text{год}$; $P_{II} = 1 \text{чол}$; $t_y = 3 \text{хв}$

$$\tau_{ID-1} = 0.2 \cdot \frac{60}{1} + 3 = 15 \text{ хв};$$

$$\tau_{ID-2} = 1.23 \cdot \frac{60}{1} + 3 = 76,8 \text{ хв};$$

Ритм виробництва, хв.

$$R = T_c \cdot \frac{60}{N_c}, \quad (5.4)$$

де T_c – добова тривалість роботи зони діагностування, ч;

N_c – добова програма по даному виду обслуговування.

$$R_{D-1} = \frac{15}{2} = 7,5 \text{ хв};$$

$$R_{D-2} = \frac{76.8}{2} = 38,4 \text{ хв}.$$

Знаходимо добова кількість впливів за формулою

$$N_c = T_c \cdot \frac{60}{R}. \quad (5.5)$$

При $T_c = 8$ год,

$$N_{CD-1} = 8 \cdot \frac{60}{7,5} = 64;$$

$$N_{CD-2} = 8 \cdot \frac{60}{38,4} = 12,5 \approx 13.$$

Переймаючись режимом роботи – $D_r = 365$ днів, знаходимо річну кількість впливів за формулою

$$N_r = N_c \cdot D_r; \quad (5.6)$$

$$N_{rD-1} = 64 \cdot 365 = 23360;$$

$$N_{rD-2} = 13 \cdot 365 = 4745.$$

5.6 Призначення і види виконуваних робіт зони діагностування

Зона діагностики служить для визначення фактичного технічного стану автомобілів при технічних оглядах і визначення необхідного обсягу робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту.

Зона діагностики включає в себе, універсальну потокову лінію, що складається з двох постів місця очікування. На першому посту проводиться обдування коліс гарячим повітрям, перевірка тиску повітря в шинах і при необхідності тиск його до норм, стану підшипників маточин, технічний стан підфарників і задніх ліхтарів, звукової та світлової сигналізації. Виконують роботи з перевірки правильності установки передніх коліс автомобіля. Перпендикулярність осей передньої і задньої підвіски відносно поздовжньої осі автомобіля, наявність люфтів в з'єднаннях рульового управління, зусилля тертя в рульовому управлінні, стан деталей підвіски, стан трубопроводів гальмівної системи.

На другому посту перевіряється справність ножного гальма, вільний хід педалі ножного гальма (гальмівний шлях, уповільнення, справність гальма

стоянки і вміст окису вуглецю у відпрацьованих газах). Для цього встановлюють автомобіль на стенд з біговими барабанами, і проводиться перевірка гальм передніх коліс, роботи спідометра, вміст окису вуглецю у відпрацьованих газах. При виконанні комплексу робіт в обсязі Д - 2 на стенді передбачається проведення перевірки потужних якостей автомобіля і його паливної економічності.

Оператор реєструє значення діагностичних параметрів за показаннями відповідних вимірювальних приладів, і заносять їх у діагностичні картки.

5.7 Будівельні вимоги

При реконструкції виробничого корпусу для розміщення в ньому зони діагностики передбачено застосування збірних залізобетонних колон прямокутного перерізу 500x500. Довжина прольоту 6 м, крок колон 6м. Матеріал стін - залізобетон 320 мм, що відповідає теплозахисних нормам для даної кліматичної зони.

У приміщенні зони підлогу має бетонне покриття. Розміри воріт 2,2x3,5 м. Приймаємо ширину зони діагностики 6 м, а довжину 24 м. Відомість технологічного обладнання зводимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Табел ь технологічного обладнання

Найменування Обладнання	Тип, модель	Кількість	Габарити, мм	Площа, м ²		Потуж- ність, кВт
				Од.	Заг.	
1	2	3	4	5	6	7
1. Підйомник ножичний	NUSSBAUM JUMBO NTL	1	2160·2060	2,1	2,1	–
2. Пожежний щит	–	1	680·670	0,6	0,6	–

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6	7
3. Візок інструментальний	ТУ-1 ЗМСБ	1	700·500	0,7	0,7	–
4.Стелаж	–	1	1400·600	1,4	1,4	–
5. Прилад для контролю рульового керування	ІСЛ 401	1	415·135	0,4	0,4	–
6.Шафа для одягу	–	1	1800·900	1,8	1,8	–
7.Стенд регулювання кутів установки коліс	HUNTER-811	1	1172·960	1,1	1,1	–
8.Пульт керування стендом	–	1	300·200	0,3	0,3	–
9.Стенд балансування коліс	ТЕСО 86	1	900·580	0,9	0,9	–
10.Цифровий мультиметр.	MMD 302 Bosch	1	200·98	0,02	0,02	–
11.Стробоскоп.	ETZ 003.09 Bosch	1	252·145	0,04	0,04	–
12.Портативний мотортестер	KTE 001.07 Bosch	1	198·70	0,014	0,014	–
Разом				9,374	9,374	–

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Загальні вимоги безпеки

До самостійної роботи з ремонту і технічного обслуговування автомобілів допускаються особи, які мають відповідну кваліфікацію, отримали вступний інструктаж і первинний інструктаж на робочому місці з охорони праці, що пройшли перевірку знань з управління обладнанням для роботи з паливною системою автомобілів. Автомеханік, що не пройшов своєчасно повторний інструктаж з охорони праці (не рідше 1 разу на 3 місяці) не приступить до роботи. Автомеханік зобов'язаний дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку, затверджені на підприємстві. Тривалість робочого часу автомеханіка не повинна перевищувати 40 год. на тиждень. Тривалість щоденної роботи (зміни) визначається правилами внутрішнього трудового розпорядку або графіками змінності, які затверджує роботодавцем.

Автомеханік повинен знати, що найбільш небезпечними і шкідливими виробничими факторами, що діють на нього під час проведення технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів, є:

- автомобіль, його вузли та деталі;
- обладнання, інструмент та пристосування;
- електричний струм;
- етилований бензин;
- освітленість робочого місця.

Гаражно-ремонтне та технологічне обладнання, інструмент, пристосування-застосування несправного обладнання, інструменту та пристроїв призводить до травмування. Автомеханіку забороняється користуватися інструментом, пристосуваннями, обладнанням, поводження з якими він не навчений і не проінструктований.

Електричний струм, при недотриманні правил і запобіжних заходів, може чинити на людей небезпечний і шкідливий вплив, що виявляється у вигляді електротравм (опіки, електрометалізація шкіри), електроудари. Бензин, особливо етилований, діє отравляюче на організм людини при вдиханні його парів, забруднення ним тіла, одягу, попаданні його в організм з їжею або питною водою.

Освітленість робочого місця і обслуговуваного (ремонтуючого) вузла, агрегату. Недостатня (надлишкова) освітленість викликає погіршення (напруження) зору, втому. Автомеханік повинен працювати в спеціальному одязі і в разі необхідності використовувати інші засоби індивідуального захисту.

6.2 Інструкція з охорони праці при роботі на посту

Прилади, що надходять на дільницю, підлягають частковому поверхневому очищенню від бруду, попередньому огляду і випробуванню на відповідних стендах. Після визначення технічного стану прилади, що підлягають ремонту, розбирають на вузли та деталі. Вузли та деталі, що не мають обмоток, промивають у ванні гасом або спеціальними розчинами із наступним обдувом стиснутим повітрям. При наявності обмоток вузли приладів протирають ганчір'ям, яке змочене в бензині, та після ретельного витирання сушать у камері при температурі 90...100°C протягом 45...90 хв. Чисті та сухі елементи приладів надходять на відповідні робочі місця для ремонту шляхом заміни непридатних деталей (втулок, підшипників, щіток, контактів тощо) новими або відновленими.

На дільниці виконуються і ремонтні роботи елементів приладів: зачищення та проточка колекторів і контактних кілець, фрезерування ізоляції між пластинами, відновлення пошкодженої ізоляції проводів та котушок, просочення обмоток, пайка наконечників тощо.

Після складання прилади електрообладнання підлягають перевірці на відповідних стендах і регулюванню параметрів при необхідності.

6.3 Вимоги охорони праці в аварійних ситуаціях

При виникненні аварійної ситуації, що загрожує здоров'ю і життю працюючих, оповістити про небезпеку оточуючих людей, припинити всі роботи, доповісти безпосередньому керівнику про подію і діяти відповідно до його вказівок.

При поломці обладнання, що загрожує аварією, припинити його експлуатацію, а також подачу до нього електроенергії. Доповісти про вжиті заходи безпосередньому керівникові (особі, відповідальній за безпечну експлуатацію обладнання) і діяти відповідно до отриманих вказівок.

При нещасному випадку на виробництві, гострому захворюванні (отруєнні) потерпілому надати першу допомогу, при необхідності доставити в лікувальний заклад охорони здоров'я, негайно повідомити про події безпосередньому керівникові.

При ураженні працівника електричним струмом, негайно звільнити потерпілого від дії струму, застосовуючи діелектричні засоби та дотримуючись заходів безпеки.

При виявленні ознак виникнення пожежі (горіння, задимлення, запаху гару, підвищення температури тощо) кожен працівник зобов'язаний: негайно повідомити по телефону (101) в пожежну охорону, при цьому необхідно назвати адресу об'єкта, місце виникнення пожежі, а також повідомити своє прізвище, прийняти по можливості заходів з евакуації людей, гасіння пожежі та збереження матеріальних цінностей. Негайно повідомити про події безпосередньому керівникові.

7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

До основних показників СТО відносять: число комплексно обслуговуваних автомобілів на рік, корисна площа будівлі і площа ділянки. Основними вихідними даними, прийнятими у проекті для розрахунку цих показників, є трудоємкість ТО і ПР на один автомобіль на рік режим роботи СТО. Відмінність цих вихідних даних відображається на основних показниках СТО. Так, чим більше прийнята трудоємкість ТО і ПР на один автомобіль при однаковому режимі роботи станції, тим менш пропускна здатність СТО і навпаки. Тому для визначення техніко-економічних показників і оцінки технічного рівня проектних рішень СТО по аналогії з АТП у відповідності з рекомендаціями використовуються неабсолютні, а питомі показники на один робочий пост: кількість виробничих працівників; площа виробничо-складських приміщень м²; площа адміністративно-побутових приміщень, м²; площа території, м²; число комплексно обслуговуваних автомобілів на рік.

Значення питомих показників для міських СТО:

Чисельність виробничих робітників $p_{пт}^{(ст)} = 5,0$

Площа виробничо- складських приміщень $S_{пт.п}^{(ст)} = 197$

Ці показники розраховані для наступних еталонних умов: кількість робочих постів – 10, середньорічний пробіг одного автомобіля – 10,0 тис. км; кліматичний район – помірковано холодний; умови водопостачання, тепlopостачання, і електропостачання від міських мереж.

Для вимог, відзначаючись від еталонних, всі показники для міських СТО в залежності від загального числа робочих постів СТО (ТО, ТР, комерційної мийки, антикорозійної обробки, передпродажної підготовки) коректуються коефіцієнтом K_p . Коефіцієнт $K_{кл}$ для легкових автомобілів особо малого класу дорівнює 1,15, для малого класу – 1,00 і для середнього дорівнює 0,85.

Для умов, що відрізняються від еталонних, усі показники для міських СТО залежно від загального числа робочих постів СТО (ТО, ПР, комерційного миття, протикорозійної обробки, передпродажної підготовки) коригуються коефіцієнтом K_p .

Коефіцієнт K_p для середньорічного пробігу одного автомобіля у 8000 км. дорівнює 1,25, для пробігу 10000 км. – 1,00, для пробігу у 12000 км – 0,84, для пробігу 14000 км. – 0,73; 16000 км. – 0,63; 18000 км. – 0,56; 20000 км. – 0,50.

Коефіцієнт K_k для різних кліматичних районів має наступні значення: помірного – 1,00; помірно теплого, помірно теплого вологого, тепло вологого – 1,11; печено сухого, дуже печеного сухого – 0,91; холодного – 0,83 і дуже холодного – 0,77.

Площа виробничо - складських приміщень з урахуванням площі сантехнічних і енергетичних приміщень приймається з коефіцієнтом – 1,18 для міських СТО.

Абсолютні значення нормативних техніко – економічних показників СТО визначаються як добутки відповідних питомих показників для еталонних умов на коефіцієнти приведення і загальне число робочих постів СТО (табл. 7.1):

$$P = p_{пт}^{(em)} \cdot K_p \cdot x^{об}, \quad (7.1)$$

де P – число виробничих робочих;

$x^{об}$ – загальна кількість постів СТО;

$$P = 5,0 \cdot 1 \cdot 15 = 75 \text{ люд.}$$

Загальна площа території:

$$S_T = s_{пт.т} \cdot K_p \cdot x^{об}, \quad (7.2)$$

$$S_T = 1050 \cdot 0,82 \cdot 15 = 12915 \text{ м}^2.$$

Загальна площа виробничо – складських приміщень:

$$S_{II} = s_{III,II} \cdot \kappa_P \cdot x^{ob}, \quad (7.3)$$

$$S_{II} = 197 \cdot 0,86 \cdot 15 = 2541,3 \text{ м}^2.$$

Таблиця 7.1 – Питомі техніко – економічні показники СТО на один робочий пост для еталонних умов

Показники	Тип СТО
	Міська
1	2
Кількість виробничих робочих ρ_{III}	5,0
Площа виробничо – складських приміщень $S_{III,II}$, м ²	197
Площа адміністративно – битових приміщень $S_{III,A}$, м ²	81
Площа території S_T , м ²	1050
Кількість комплексно обслуговуваних автомобілів на рік N	390
Кількість заїздів автомобілів на рік N_3	
Кількість заїздів автомобілів на комерційну мийку N_{3K}	43680
Кількість заїздів автомобілів на антикорозійну обробку N_{3A}	1820
Кількість заїздів автомобілів на передпродажну підготовку N_{3II}	2300

Оцінка технологічної прогресивності проектного рішення СТО у основному визначається вище приведеними показниками у зіставленні з діючими

типовими проектами СТО, а також найбільш прогресивними рішеннями індивідуальних проектів і діючих станцій обслуговування.

Аналіз питомих показників СТО показує, що зі збільшенням потужності зростає кількість автомобіле – місць, площі, будівельний об'єм споруди, чисельність працівників на один робочий пост. Це пояснюється розширенням функцій великих СТО, що зв'язане зі збільшенням загальної кількості автомобіле – місць, використанням для обслуговування і ремонту більш дорогоцінним обладнанням, засобів механізації і автоматизації. У той час період окупності у великих СТО за рахунок їх більш високої рентабельності 2 – 3 рази нижче, чим у СТО малої і середньої потужності.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання роботи, вирішені наступні задачі:

- проаналізовані методи та засоби діагностування ходової частини автомобіля;
- розроблена математична модель процесу коливань мас автомобіля на вібраційному стенді;
- обраний ефективний стенд для діагностування підвіски – модель SDL-430;
- виконаний технологічний розрахунок СТО та розроблена зона діагностування ходової частини легкових автомобілів.

Розроблені технологічні інструкції та карти ескізів з обслуговування ходової частини і підвіски автомобіля Kia Ceed.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання: ДСТУ 3649:2010. – [Введ. 01.07.2011]. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – 28 с.
2. СТВНЗ 10.1-02:2023 «Текстові документи у навчальному процесі. Вимоги і правила оформлення». Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/user_upload/111stvnz_10.1-02.pdf.
3. Волков В.П. Методичні вказівки до виконання дипломної роботи магістрів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / Волков В.П., Мармут І.А., Горб'юк Ю.В., Павленко В.М. – Харків: ХНАДУ, 2023. – 39 с. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://surl.li/katfv>.
4. Стенд перевірки підвіски. Режим доступу: <http://surl.li/dehdk>.
5. Діагностика і ремонт ходової. Режим доступу: <http://surl.li/dehdb>.
6. Наказ МНС України № 964 від 09.07.2012 «Про затвердження Правил охорони праці на автомобільному транспорті». Електронний ресурс. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1299-12#Text>.
7. Підручник з будови автомобіля [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://monolith.in.ua/structure-avto/polnoprivodnye-avtomobili/>.
8. Керівництво по експлуатації, технічному обслуговуванню і ремонту Kia Ceed, 2009, 336с.

Додаток А.
Специфікація обладнання

Позиція	Назва і технічна характеристика обладнання і матеріала, завод-виробник	Тип, марка обладнання документи і номер	Одиниця вимірювання		Код заводу-изготовителя	Код обладнання і матеріалу	Ціна одиниці обладнання. тис. грн.	Кіл-сть	Маса обладнання кг
			Наймен.	Код					
1	Підйомник ножичний	NUSSBAUM JUMBO NTL	-	-	-	-	-	1	-
2	Пожежний щит	-	-	-	-	-	-	1	-
3	Інструментальний візок	ТУ-1 ЗМСБ	-	-	-	-	-	1	-
4	Стелаж	-	-	-	-	-	-	1	-
5	Прилад для контролю рчльового керування	ІСЛ-401М	-	-	-	-	-	1	-
6	Шафа для одягу	-	-	-	-	-	-	1	-
7	Стенд регулювання кутів установки коліс	HUNTER-811	-	-	-	-	-	1	-
8	Пульт керування стендом	-	-	-	-	-	-	1	-
9	Стенд балансування коліс	ТЕСО-86	-	-	-	-	-	1	-

					А ІСАТ 62-24XXXXXX.XXX					
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Зона діагностування	Літера	Маса	Масштаб		
Розробив		Стрижак				К	Р	М	—	—
Перевірів		Мармут				Аркуш 1 Аркушів 1				
Т. контр.										
Н. контр.		Назаров			ХНАДУ					
Затверд.		Волков								

Додаток Б.
Технологічні інструкції

1 ЗНЯТТЯ І УСТАНОВКА ВАЖЕЛЯ ПЕРЕДНЬОЇ ПІДВІСКИ

1.1 Загальмувати автомобіль гальмом стоянки і встановити противідкатні упори під задні колеса.

1.2 Підняти передню частину автомобіля, встановити її на надійні опори і зніміть колесо.

1.3 Обробити наконечник кульової опори спеціальним проникаючим складом (наприклад, WD - 40) для полегшення відвертання гайки кріплення пальця опори до поворотного кулака.

1.4 Встановити на пружину стойки пристосування для стискування пружин і злегка стиснути пружину.

1.5 Відвернути гайку болта і витягнути болт переднього кріплення важеля підвіски(Рис. 1.1).



Рисунок 1.1- Болти кріплення корпусу кульової опори до поворотного кулака

1.6 Вивернути два болти кріплення корпусу кульової опори до поворотного кулака і від'єднати корпус опори від поворотного кулака.

Розробив	Стрижак			Лист
				74
				Листів
Перевірив	Мармут			

1.7 Відвернути гайку болта, витягнути болт заднього кріплення важеля підвіски.

1.8 Зняти важіль задньої підвіски з автомобіля.

1.9 Відігнути вусики шплінта гайки кріплення пальця опори (Рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Вусики шплінта гайки кріплення пальця опори

1.10 Витягнути шплінт з отвору пальця.

1.11 Відвернути гайку пальця кульової опори(Рис. 1.3).

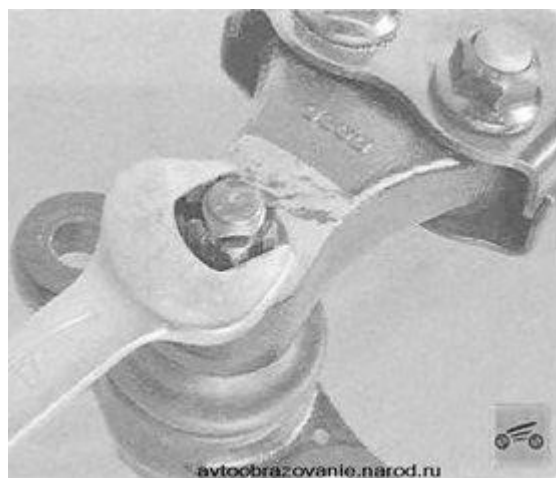


Рисунок 1.3 – Гайка пальця кульової опори

1.12 Відвернути гайки болтів кріплення проушини до важеля.

1.13 Спресувати два заставні болти, витягніть болт з шестигранною голівкою з важеля і витягніть проушину з важеля.

1.14 Встановити важіль передньої підвіски в порядку, зворотному зняттю.

2 ЗАМІНА ДЕТАЛЕЙ СТАБІЛІЗАТОРА ПОПЕРЕЧНОЇ СТІЙКОСТІ

- 2.1 Загальмувати автомобіль гальмом стоянки і встановити протівідкатні упори під задні колеса.
- 2.2 Підняти передню частину автомобіля, встановити її на надійні опори і зняти колесо.
- 2.3 Відкрутити гайку кріплення стойки до кронштейна амортизаторної стойки і витягнути палець верхнього шарніра стійки стабілізатора з кронштейна амортизаторної стойки (Рис. 2.1).



Рисунок 2.1 - Гайка кріплення стойки до кронштейна амортизаторної стійки

- 2.4 Аналогічно відвернути гайку кріплення стойки до штанги стабілізатора поперечної стійкості.
- 2.5 Витягнути палець нижнього шарніра стойки стабілізатора з кронштейна амортизаторної стійки і зняти стійку стабілізатора.
- 2.6 Для заміни штанги стабілізатора поперечної стійкості і її подушок зніміть підрамник передньої підвіски і зніміть стабілізатор з підрамника.
- 2.7 Зняти скоби (Рис. 2.2).

Розробив	Стрижак			Лист
				77
				Листів
Перевірив	Мармут			



Рисунок 2.2 – Скоби

2.8 Вивернути по два болти кріплення скоб штанги стабілізатора до підрамника.

2.9 Обережно розтиснути подушки стабілізатора.

2.10 Зняти подушки (Рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Зняття подушки

2.11 Оглянути подушки стабілізатора. Якщо вони обжаті, затверділи або надірвані, замінити їх.

2.12 Встановити деталі в порядку, зворотному зняттю.

3 ЗАМІНА ПІДШИПНИКА ПЕРЕДНЬОЇ МАТОЧИНИ

3.1 Зняти поворотний кулак.

3.2 За допомогою викрутки зняти стопорне кільце підшипника маточини.



Рисунок 3.1 – Стопорне кільце

3.3 Спеціальним знімачем ударної дії випресувати маточину. Найімовірніше, на ній залишиться зовнішня половина внутрішнього кільця підшипника, яку треба зняти знімачем.

3.4 Встановити знімач підшипників, випресувати і витягнути підшипник з отвору в поворотному кулаці.

3.5 За відсутності знімача вибити підшипник, використовуючи оправляння відповідного діаметру, оскільки випресований підшипник повторному використанню не підлягає.

3.6 Очистити деталі і змастити тонким шаром мастила Літол- 24 внутрішню поверхню гнізда кулака і зовнішню поверхню маточини.

3.7 Запресувати новий підшипник в отвір поворотного кулака до упору.

Розробив	Стрижак			Лист
				79
				Листів
Перевірив	Мармут			

3.8 Запресувати маточину до упору, спираючи внутрішнє кільце підшипника на відповідне оправляння

3.9 Встановити поворотний кулак на автомобіль в порядку, зворотному зняттю.

4 ЗНЯТТЯ І УСТАНОВКА ПІДРАМНИКА ПЕРЕДНЬОЇ ПІДВІСКИ

- 4.1 Встановити колеса автомобіля в положення прямолінійного руху.
- 4.2 Вивісити автомобіль на підйомнику або підніміть його передню частину над оглядовою канавою. Зняти передні колеса.
- 4.3 Зняти брызковик двигуна.
- 4.4 Від'єднати від підрамника кронштейни передньої і задньої опор силового агрегату.
- 4.5 Від'єднати зовнішні наконечники рульової тяги від поворотних кулаків.
- 4.6 Від'єднати корпус кульової опори від поворотного кулака.
- 4.7 Відвернути гайки кріплення шарнірів стойки стабілізатора до стабілізатора (Рис. 4.1).



Рисунок 4.1 – Гайка кріплення шарнірів стойки стабілізатора

- 4.8 Підставити опори під підрамник передньої підвіски.
- 4.9 Вивернути болти переднього і заднього кріплень підрамника передньої підвіски (Рис. 4.2).

Розробив	Стрижак			Лист
				81
				Листів
Перевірив	Мармут			

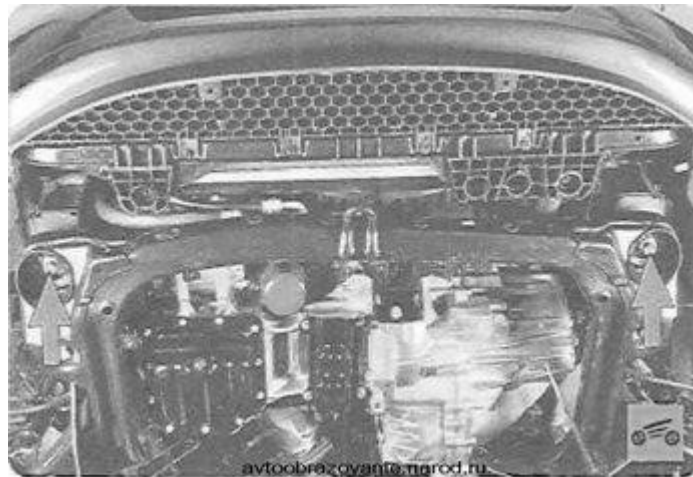


Рисунок 4.2 – Болти переднього і заднього кріплень підрамника передньої підвіски

4.10 Зняти підрамник передньої підвіски у зборі з рульовим механізмом (Рис. 4.3).



Рисунок 4.3 – Підрамник передньої підвіски у зборі з рульовим механізмом

4.11 Зняти рульовий механізм з підрамника.

4.12 Встановити рульовий механізм на підрамник, а підрамник передньої підвіски на автомобіль в порядку, зворотному зняттю.

Додаток В.
Ілюстративні матеріали

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Автомобільний факультет

Кафедра інжинірингу систем автомобільного транспорту ім. М.Я. Говоруценка

ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ

до кваліфікаційної роботи магістра

**Удосконалення методики діагностування ходової частини легкових автомобілів
в умовах міської СТО**

Завідувач кафедри, д-р техн. наук, проф.



Володимир ВОЛКОВ

Нормоконтролер, канд. техн. наук, доцент



Олександр НАЗАРОВ

Керівник, канд. техн. наук, доцент



Ігор МАРМУТ

Студент групи А-62-24



Максим СТРИЖАК

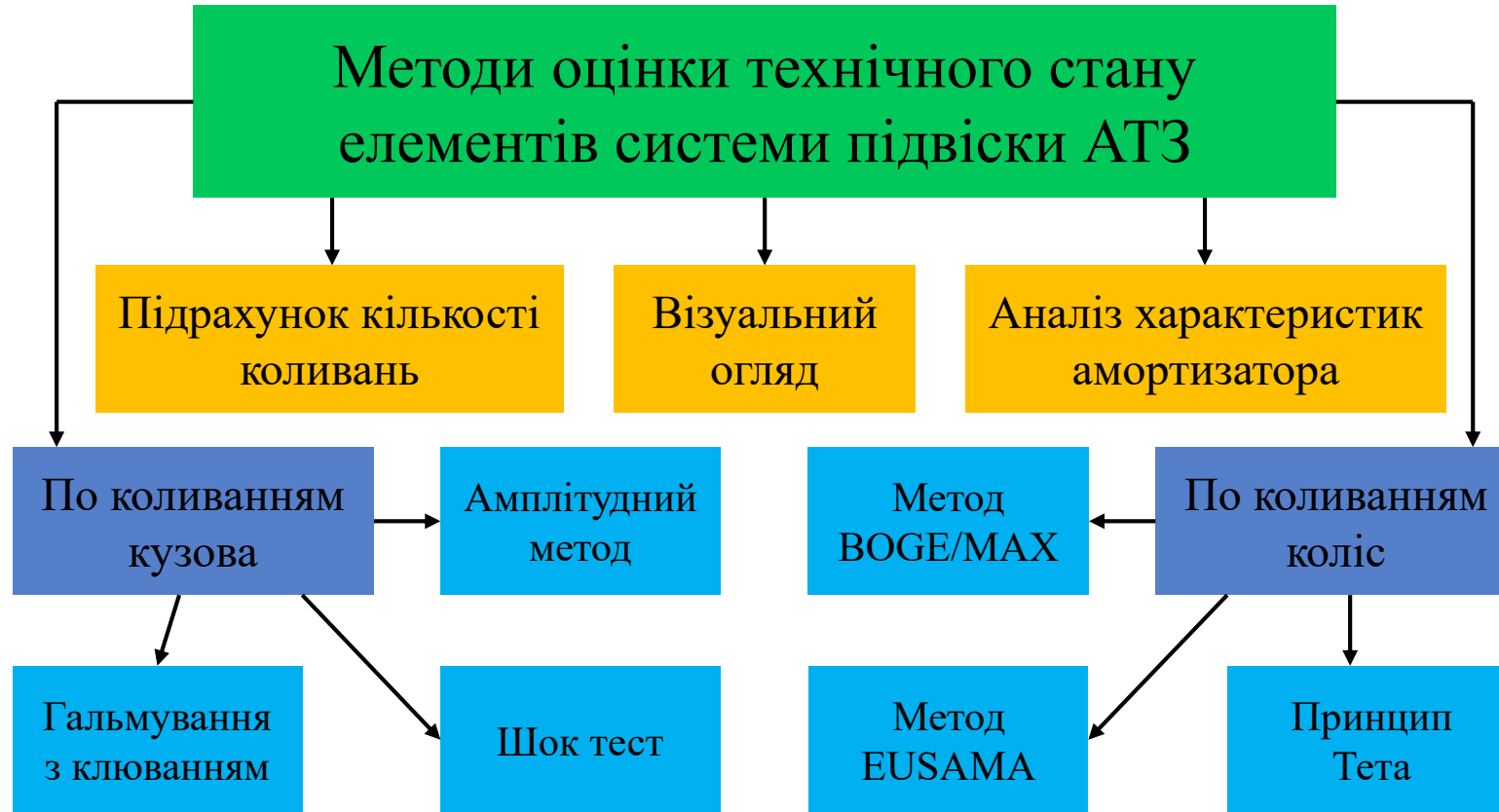
Харків 2025

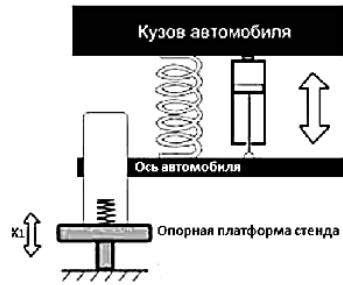
Мета дослідження – удосконалення методики діагностування технічного стану ходової частини автомобіля за рахунок розробки математичної моделі процесу коливань мас автомобіля на вібраційному стенді. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні **задачі**:

- проаналізувати методи та засоби діагностування ходової частини автомобіля;
- розробити математичну модель процесу коливань мас автомобіля на вібраційному стенді;
- обрати ефективний стенд для діагностування підвіски;
- виконати технологічний розрахунок СТО та розробити зону зони діагностування ходової частини легкових автомобілів.

Об'єкт дослідження. Процес діагностування ходової частини автомобіля на стенді.

Предмет дослідження. Визначення взаємозв'язків між показниками технічного стану підвіски при проведенні випробувань на вібростенді з пластинами.





Метод виміру зчеплення з дорогою (EUSAMA)

- Метод збудження коливань
- Жорстка база збудження коливань

Послідовність діагностики :

1. Вимірюється статична вага колеса (у стані спокою).
2. Здійснюється періодичне збудження коливань з частотою 25 Гц, де вимірювальна плата переміщається як жорстка ланка. Динамічна вага колеса (вага на платі при частоті коливань 25 Гц), що виїшла в результаті, порівнюється із статичною вагою.
3. Розраховується зчеплення з дорогою відносно ваги колеса (у %).

Недоліки методу :

- Дані вимірів залежать від тиску повітря в шині автомобіля, що діагностується.
- Додаток постійних зовнішніх сил, дічних сил (напруга) робить вплив на бічне переміщення фвтомобіля, що позначається на результатах тестування
- При діагностуванні обов'язкове розташування колеса точно посередині майданчика амортизаторного стенду.

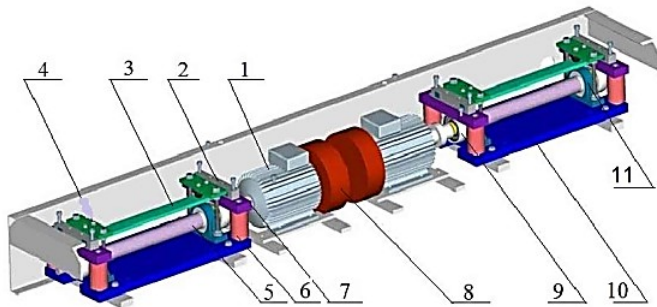
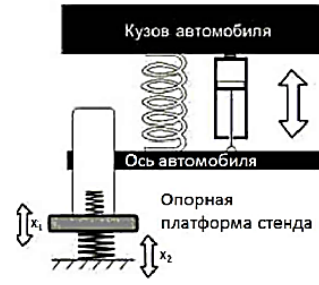


Рисунок 1 - Схема конструкції вібростенду, що використовує метод EUSAMA :

- 1 - електродвигун; 2 - датчик ваги; 3 - подовжній важіль; 4 - рама стенду; 5 - кулачковий вал; 6 - напрямна поперечних важелів опор; 7 - поперечний важіль; 8 - крутень; 9 - кулачок; 10 - нижня платформа; 11 - підшипникова опора валу



Метод виміру амплітуди BOGE/MAHA

- Резонансний метод
- Еластична база збудження коливань

Послідовність діагностики :

1. Робиться збудження коливань вимірювальної плати з частотою 16 Гц.
2. Частота коливань збільшується до досягнення резонансної частоти.
3. Після проходження точки резонансу примусове збудження коливань припиняється. При цьому частота коливань збільшується і перетне точку резонансу. У цій точці досягається максимальний хід підвіски. Зі збільшенням частоти амплітуда також збільшується.
4. Здійснюється вимір частотної амплітуди амортизатора.

Основні переваги резонансного

методу виміру амплітуди MAHA/BOGE:

- найкоректніший спосіб діагностики амортизаторів, що не має світових аналогів.
- Рекомендований до застосування провідними автовиробниками.
- Задовольняє вимогам більшості автомобільних компаній, що вважають за краще вимірювати амплітуду в мм. (наприклад "Даймлер-Крайслер", БМВ та ін.)
- Лідери європейської діагностики - німецькі фірми DEKRA і ADAC здійснюють діагностику амортизаторів тільки цим методом.

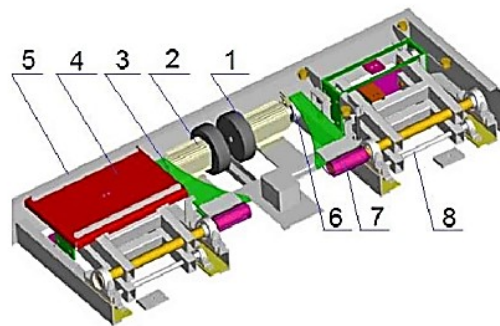


Рисунок 2 - Схема конструкції вібростенду, що використовує метод BOGE/MAHA :

- 1 - крутень; 2 - електродвигун; 3 - важіль; 4 - опорна платформа; 5 - рама стенду; 6 - кулачок; 7 - вал верхнього важеля; 8 - вал нижнього важеля

η	0,28	Δ	11	η	0,25
f	485	daN	f	932	daN
η	0,27	Δ	7	η	0,25
f	339	daN	f	630	daN
f	447	daN	f	291	daN

Метод виміру по принципу Тети

Принцип Тети полягає у визначенні коефіцієнта демпфування по Леру.

Коефіцієнт демпфування Лера - це безрозмірна величина, що характеризує властивості коливальної системи поглинати енергію. Вона є також конструктивною характеристикою підвіски автомобіля; при цьому величина $\eta=0,2$ відповідає комфортній підвісці, а $\eta \approx 0,35$ спортивної. Граничне значення коефіцієнта демпфування амортизатора, нижче якого надійна їзда не забезпечується, рівне $\eta=0,1$. Якщо виміряна величина нижче 0,1, необхідно ретельно перевірити усі демпфуючі елементи і при необхідності замінити їх. Облік специфічних даних автомобіля при цьому методі не потрібно. За результатами визначення коефіцієнтів демпфування додатково визначається різниця величин для правої і лівої сторін. Робота тестерів підвіски, представлених нині на ринку, ґрунтована на різних принципах. Отримувані при цьому результати можуть бути оцінені тільки з урахуванням конкретного принципу виміру і специфічних даних автомобіля. Головна перевага принципу Тети полягає в тому, що для однозначного визначення ефективності амортизатора не вимагається враховувати специфічні дані автомобіля. Періодичну актуалізацію допустимих значень також не потрібно.

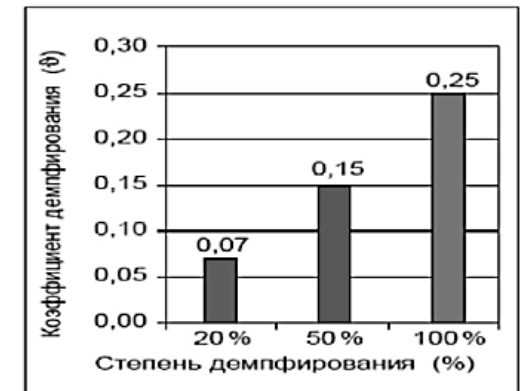


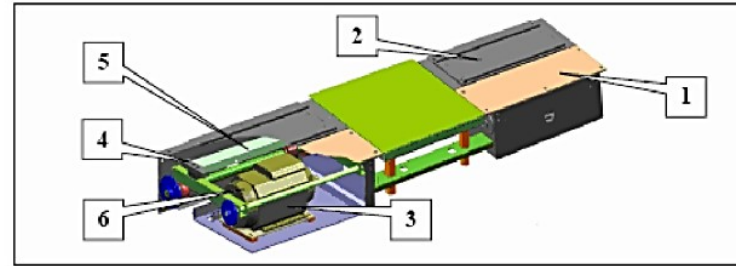
Рисунок 3 - Залежність коефіцієнта демпфування від степеня демпфування



A

A - Центральний блок

1. Кольоровий SVGA монітор
2. Клавіатура
3. Комп'ютер
4. Кольоровий принтер
5. Приймач радіохвиль дистанційного керування
6. Переривник ланцюга
7. Эл. панель
8. Електронна плата



Б

Б - Секції стенду перевірки підвіски

1. Рама
2. Опорний майданчик колеса
3. Електродвигун
4. Датчик навантаження
5. Опорна рама
6. Крутень

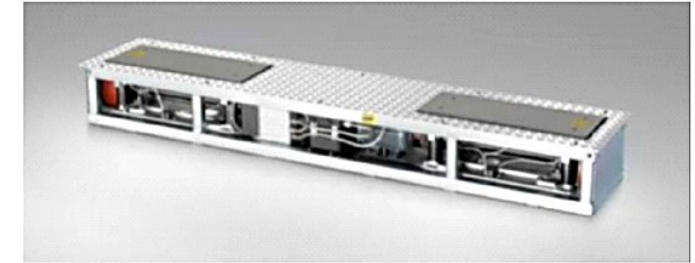
Рисунок 1 - Стенд CORGHI ST-200E



A

A - Центральний блок

1. Кольоровий монітор
2. Клавіатура
3. Комп'ютер
4. Кольоровий принтер
5. Приймач радіохвиль дистанційного керування
6. Переривник ланцюга
7. Эл. панель
8. Електронна плата



Б

Б - Секції стенду перевірки підвіски

1. Рама
2. Опорний майданчик колеса
3. Електродвигун
4. Датчик навантаження
5. Опорна рама
6. Крутень

Рисунок 2 - Тестер подвески BOSCH SDL 430

Технічні характеристики

Метод вимірів :
Потужність двигуна
Максимальне навантаження на вісь
Максимальне статичне навантаження для осі зважування
Міп/Мах вага осі для перевірки підвіски
Мінімальна ширина колії
Максимальна ширина колії
Амплітуда коливань
Частота коливань

EUSAMA,
2 x 3 kW
3,000 kg
2,500 kg
180 / 2,500 kg
800 mm
2,200 mm
6 mm
25 Гц

Метод вимірів :
Потужність
Максимальне навантаження
Допустиме випробувальне навантаження
Габарити (Ш x Д x Г) :
Маса: приблизно
Висота підйому :
Частота:

EUSAMA,
2 x 2.5 кВт,
4.0 т,
2.0 т,
2360 x 440 x 280 [мм],
260 кг
6 мм
25 Гц,

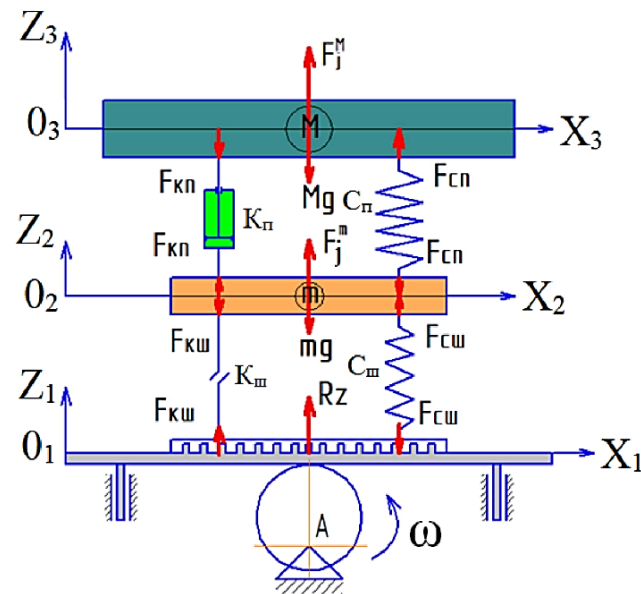


Рисунок 1 – Розрахункова схема процесу коливання елементів підвіски автомобіля на опорній платформі вібростенда KDXG

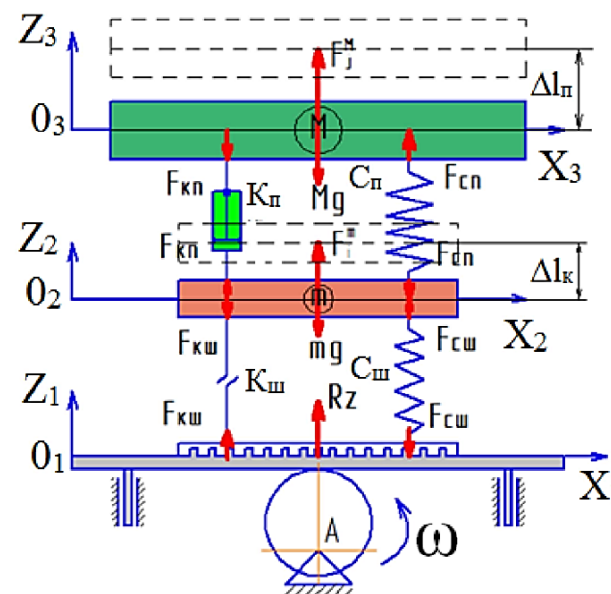


Рисунок 2 – Статичні прогини пружних елементів підвіски і шини колеса

Розглянемо коливальну систему, в яку входить частина автомобіля, технічний стан підвіски якого діагностується, і опорна платформа вібростенда KDXG (рис.1) з приводом кулачкового типу. Частина автомобіля представлена у вигляді підресореної (M) і невідресореної (m) мас, пов'язаних між собою пружним елементом і демпфером. Еластична шина колеса також моделюється за допомогою пружного елемента і демпфера, що описують радіальну жорсткість шини ($c_{ш}$) і міру її демпфування ($k_{ш}$) відповідно.

На розрахунковій схемі (рис.1) показані усі сили – зовнішні і внутрішні, такі, що діють на систему. Відлік переміщень підресореної і безпружинної мас робиться від положення статичної рівноваги. Системи координат z_{101x1} , z_{202x2} , z_{303x3} (рис.1) є нерухомими і визначають статичне положення рівноваги кожної з мас описуваної системи [1, 2, 3]. Для спрощення і оптимізації в математичній моделі були прийняті наступні допущення [4, 5]: 1. В процесі розрахунків моделюється не увесь автомобіль, а тільки одне колесо. 2. Точки прикладення реакцій від опорної поверхні вібростенда до шини приймаються в середині плями є є контакту з опорною поверхнею. 3. Підресорена маса автомобіля може переміщатися тільки уздовж осі OZ_3 . 4. Кузов автомобіля є твердим тілом, частина маси якого впливає на колесо. 5. Жорсткість підвіски $C_{п}$ постійна. 6. Коефіцієнт опору амортизатора $K_{п}$ набуває значення при стискуванні $K_{псж}$ і при відбої $K_{потд}$. 7. На автомобіль діють тільки вертикальні сили.

Для вирішення отриманої системи рівнянь авторами був розроблений алгоритм її розрахунку, який представлений на рис.3. На першому етапі математичної моделі здійснюють введення початкових параметрів: параметрів кулачкового механізму стенду, початкових даних по автомобілю (підресореною і безпружинною мас), жорсткості підвіски і шини, коефіцієнтів демпфування підвіски і шини. Потім робиться розрахунок початкових умов, таких як статичні прогини підвіски і шини, статична нормальна реакція і т.д. Після цього програма переходить до розрахунку коливань підресореною і безпружинною мас, амплітуди коливання в режимі циклу з кроком інтеграції часу $dt=0,0001$. Після завершення циклу програма виводить результати розрахунків

Система рівнянь, яка описує закон коливань підресореною M і непідресореною m мас автомобіля на вібростенді

$$\begin{cases} M\ddot{z}_3 = Mg - C_n \cdot (\Delta l_n - z_2 + z_3) + k_n \cdot (\dot{z}_2 - \dot{z}_3) \\ m\ddot{z}_2 = mg + C_n \cdot (\Delta l_n - z_2 + z_3) - k_n \cdot (\dot{z}_2 - \dot{z}_3) - \\ - C_{uu} \cdot (\Delta l_k - z_1 + z_2) + k_{uu} \cdot (\dot{z}_1 - \dot{z}_2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \ddot{z}_3 = \frac{1}{M} \cdot (-K_n \cdot z_3 - C_n \cdot \dot{z}_3 + K_n \cdot \dot{z}_2 + C_n \cdot z_2) \\ \ddot{z}_2 = \frac{1}{m} \cdot \left[-(K_n + K_{uu}) \cdot \dot{z}_2 - (C_n + C_{uu}) \cdot z_2 + K_n \cdot \dot{z}_3 + \right. \\ \left. + C_n \cdot z_3 + K_{uu} \cdot \dot{z}_1 + C_{uu} \cdot z_1 \right] \end{cases}$$

Коливання опорної платформи вібростенда описуються рівнянням

$$z_1 = f(\omega t) = \sqrt{r_0^2 + R_0^2 - 2 \cdot r_0 \cdot R_0 \cdot \cos(\omega t) - r_0^2 \cdot \sin^2(\omega t) - R_{min}}$$

Загальна система рівнянь, що описують процес коливань підресореної M і безпружинної m мас автомобіля, а також опорної платформи вібростенда

$$\begin{cases} \ddot{z}_3 = \frac{1}{M} \cdot (-K_n \cdot z_3 - C_n \cdot \dot{z}_3 + K_n \cdot \dot{z}_2 + C_n \cdot z_2) \\ \ddot{z}_2 = \frac{1}{m} \cdot [-(K_n + K_{uu}) \cdot \dot{z}_2 - (C_n + C_{uu}) \cdot z_2 + K_n \cdot \dot{z}_3 + C_n \cdot z_3 + K_{uu} \cdot \dot{z}_1 + C_{uu} \cdot z_1] \\ \ddot{z}_3 = \sqrt{r_0^2 + R_0^2 - 2 \cdot r_0 \cdot R_0 \cdot \cos(\omega t) - r_0^2 \cdot \sin^2(\omega t) - R_{min}} \end{cases}$$

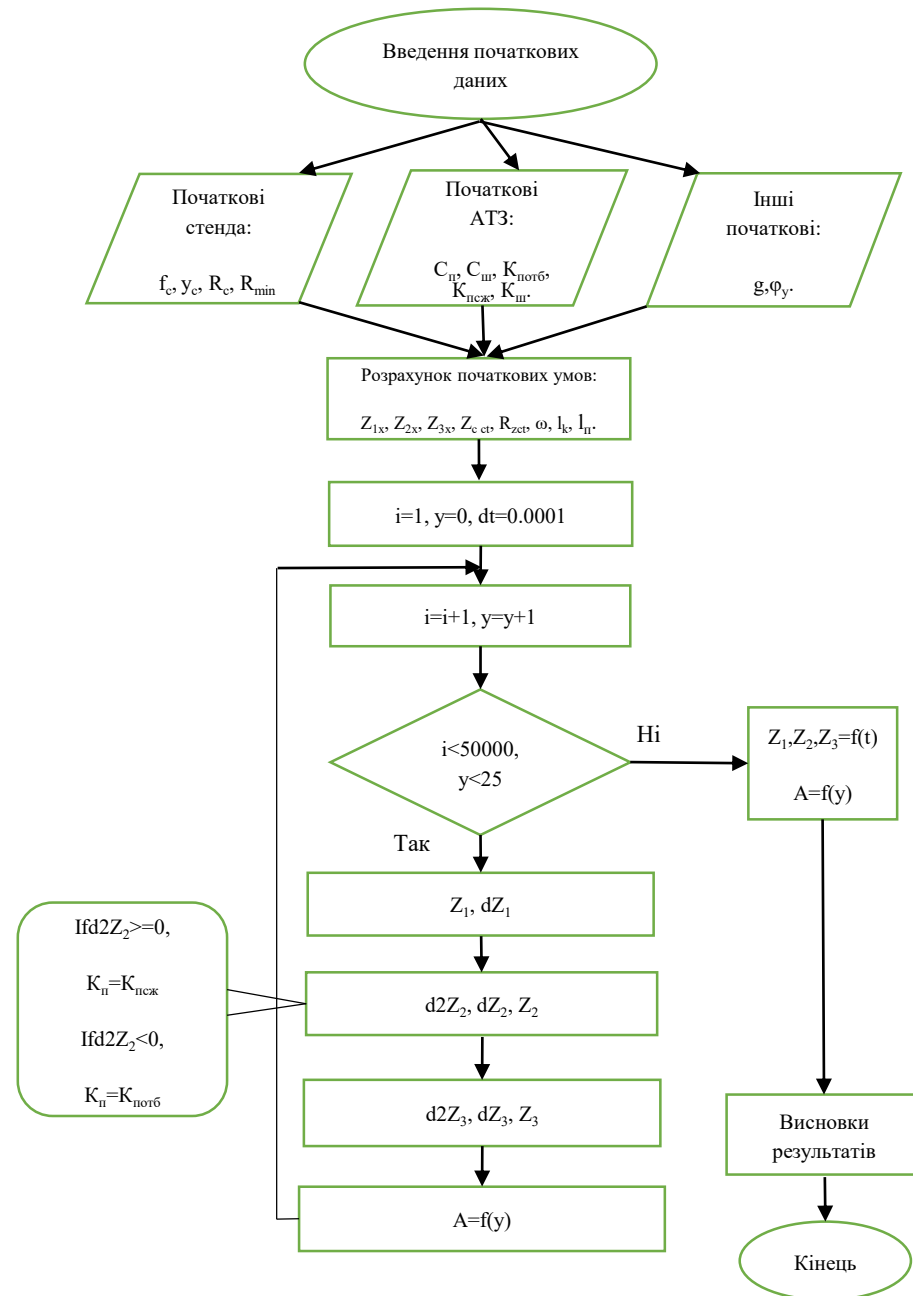


Рисунок 3 – Алгоритм моделювання системи діагностування підвіски автомобіля

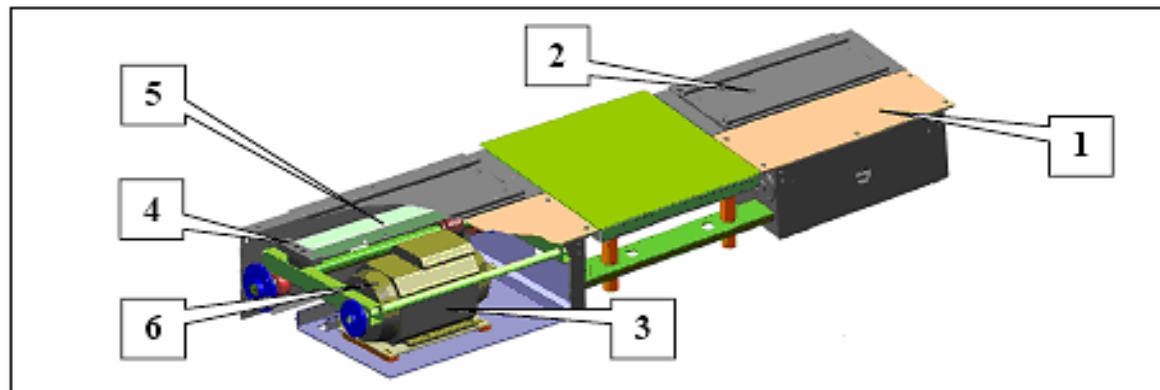


Рисунок 1 – Секції стенду перевірки підвіски

1. Рама
2. Опорний майданчик колеса
3. Електродвигун
4. Датчик навантаження
5. Опорна рама
6. Крутень

Основні частини:
Центральний блок

Секції стенду перевірки підвіски

Монітор – для відображення даних стенд оснащений SVGA монітором.

Клавіатура – використовується для введення даних (102 клавіші), деякі клавіші можуть використовуватися замість кнопок пульта дистанційного керування.

Принтер – кольоровий принтер (Формат А4).

Технічні характеристики

Напруга:

- Живлення комп'ютера і датчиків
- Живлення двигунів

230V / 1 фаза / 50-60 Гц

400V / 3 фази / 50-60 Гц

1.5 kW

6 kW

Максимальна споживана потужність (230V)

Максимальна споживана потужність (400V)

Потужність двигуна

2 x 3 kW

Максимальне навантаження на вісь

3,000 кг

Максимальне статичне навантаження для осі зважування

2,500 кг

Min/Max вага осі для перевірки підвіски

180/2,500 кг

Мінімальна ширина колії

800 мм

Максимальна ширина колії

2,200 мм

Амплітуда коливань

6 мм

Частота коливань

25 Гц

Точність зважування +/-

1% (повна шкала)

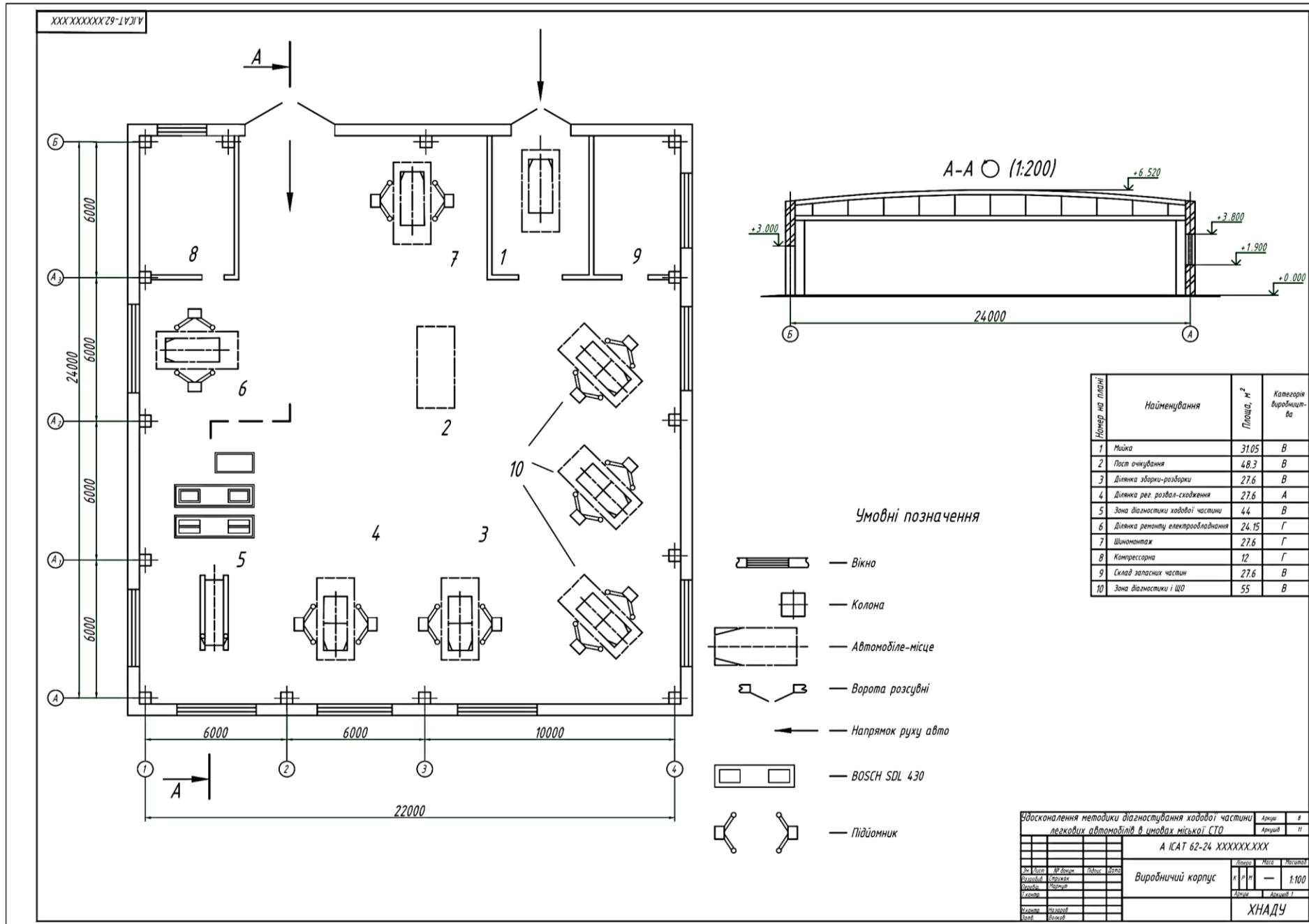
Рівень шуму

85 dB

Рисунок 1 – Центральний блок

1. Кольоровий SVGA монітор
2. Клавіатура
3. Комп'ютер
4. Кольоровий принтер
5. Приймач радіохвиль дистанційного керування
6. Переривник ланцюга
7. Ел. панель
8. Електронна плата

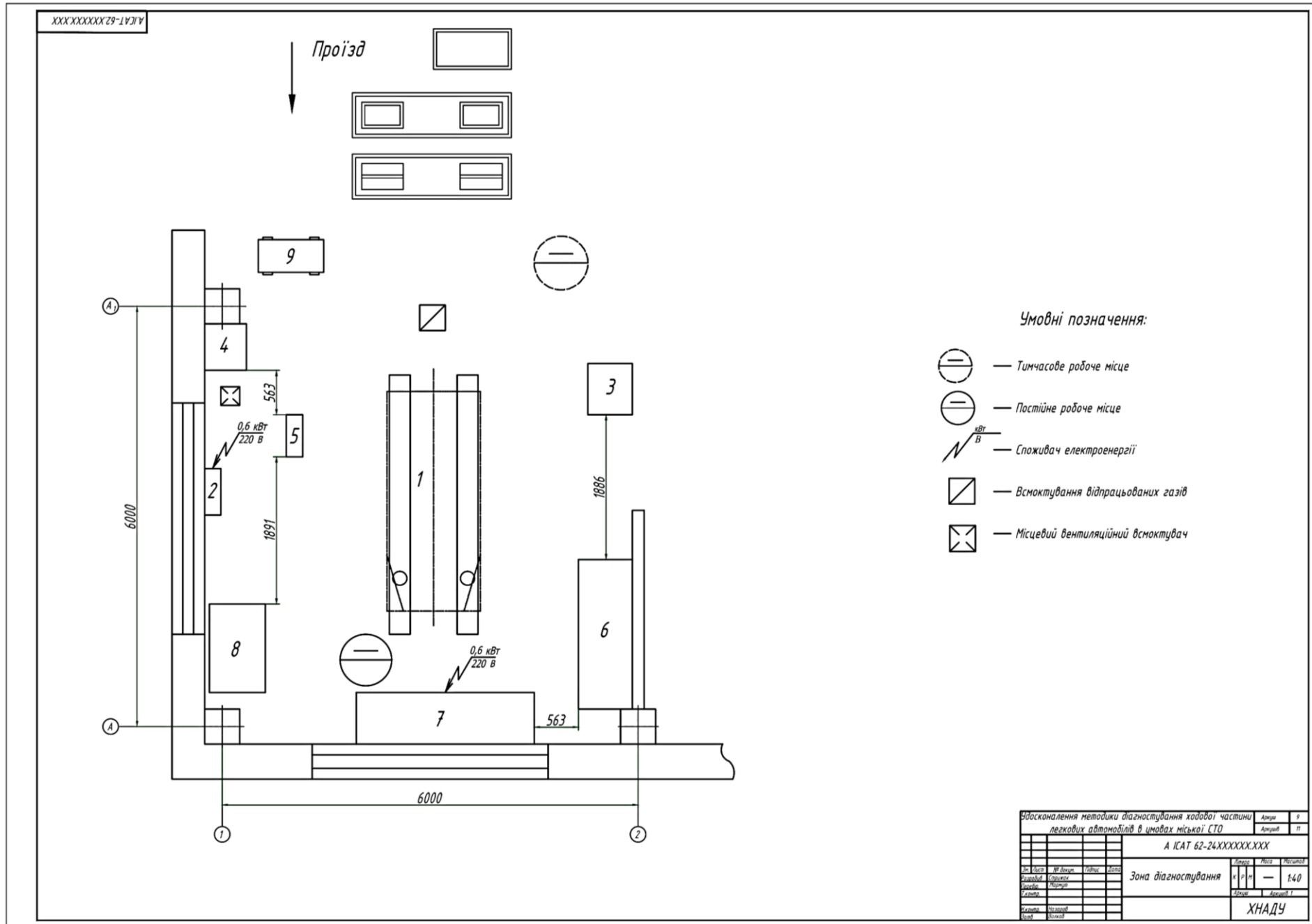
Виробничий корпус




Номер на плані	Найменування	Площа, м ²	Категорія виробництва
1	Мірка	31,05	В
2	Пост очікування	48,3	В
3	Ділянка зборки-розборки	27,6	В
4	Ділянка рег. розвал-сходження	27,6	А
5	Зона діагностики ходової частини	44	В
6	Ділянка ремонту електрообладнання	24,15	Г
7	Шинномонтаж	27,6	Г
8	Компресорна	12	Г
9	Склад запасних частин	27,6	В
10	Зона діагностики і ЦО	55	В

- Умовні позначення**
- Вікно
 - Колона
 - Автомобіле-місце
 - Ворота розсувні
 - Напрямок руху авто
 - BOSCH SDL 430
 - Підйомник

Здосконалення методики діагностування ходової частини легкових автомобілів в умовах міської СТО				Архив	№
A ІСАТ 62-24 ХХХХХХ.ХХХ				Архив	№
№	Місяц	№	Відомості	№	Місяць
1	1	1	1	1	1
Виробничий корпус				1:100	1
ХНАДУ					



Розробив	Скоротив	ХНАДУ	KIA Ceed	ІСАТ 62-XXXXXXX.XX
Коробив	Нормував	Вузол передньої підвіски		К Р М
Лексикари	Назаров			



Інструмент :


1. Рожковий ключ на 17
2. Торцева головка на 14

Технічні вимоги :

1. Підняти передню частину автомобіля, встановити її на надійні опори і знімити колеса.
2. Обробити наконечник кульової опори спеціальним проникаючим складом (наприклад, WD - 40) для полегшення відвертання гайки кріплення пальця опори до поворотного кулака.

КР Зняття і установка важеля передньої підвіски

Розробив	Скоротив	ХНАДУ	KIA Ceed	ІСАТ 62-XXXXXXX.XX
Коробив	Нормував	Вузол передньої підвіски		К Р М
Лексикари	Назаров			



Інструмент :


1. Торцева головка на 14

Технічні вимоги :

1. Підняти передню частину автомобіля, встановити її на надійні опори і зняти колеса.
2. Відкрутити гайку кріплення стійки до кронштейна амортизаторної стійки і витягнути палець верхнього шарніра стійки стабілізатора з кронштейна амортизаторної стійки.

КР Зняття важеля стабілізатора поперечної стійки

Розробив	Скоротив	ХНАДУ	KIA Ceed	ІСАТ 62-XXXXXXX.XX
Коробив	Нормував	Вузол передньої підвіски		К Р М
Лексикари	Назаров			



Інструмент :


1. Викрутка плоска

Технічні вимоги :

1. Зняти поворотний кулак
2. За допомогою викрутки зняти стопорне кільце підшипника маточини.

КР Зняття підшипника передньої маточини

Розробив	Скоротив	ХНАДУ	KIA Ceed	ІСАТ 62-XXXXXXX.XX
Коробив	Нормував	Вузол передньої підвіски		К Р М
Лексикари	Назаров			



Інструмент :

1. Рожковий ключ на 17
2. Торцева головка на 14

Технічні вимоги :

1. Вивісити автомобіль на підйомнику або підняти його передню частину над оглядовою канавою. Зняти передні колеса.
2. Відвернути гайки кріплення шарнірів стійки стабілізатора до стабілізатора.

Удосконалення методики діагностування ходової частини легкових автомобілів в умовах міської СТО				Архив	18
				Архив	19
А ІСАТ 62-24XXXXXX.XXX					
№	Дата	№ докум.	Лінійс.	Лінійс.	
Розробив	Скоротив	Коробив	Нормував	Лексикари	Назаров
Карта ескізів				К Р М	— —
				Архив	Архив
				ХНАДУ	

КР Зняття і установка підшипника передньої підвіски

Висновки

У процесі виконання роботи, вирішені наступні задачі:

- проаналізовані методи та засоби діагностування ходової частини автомобіля;
- розроблена математична модель процесу коливань мас автомобіля на вібраційному стенді;
- обраний ефективний стенд для діагностування підвіски – модель SDL-430;
- виконаний технологічний розрахунок СТО та розроблена зона діагностування ходової частини легкових автомобілів.

Розроблені технологічні інструкції та карти ескізів з обслуговування ходової частини і підвіски автомобіля Kia Ceed.