

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет літакобудування

Кафедра автомобілів та транспортної інфраструктури

**Пояснювальна записка  
до кваліфікаційної роботи**

*магістр*

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Підвищення ефективності діагностування ходової частини легкових автомобілів»

XAI.107.163T.220.274.1801060.ПЗ

Виконав: здобувач (ка) 2 курсу групи  
№ 163T

Галузь знань 27 Транспорт  
(код та найменування)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»  
(код та найменування)

Освітня програма Автомобілі та автомобільне господарство  
(найменування)

Гончаренко Д.М.  
(прізвище та ініціали здобувача (ки))

Керівник: Болдовський В.М.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент: Аргун Щ.В.

Харків – 2024

## ЛИСТ ЗАВДАННЯ

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 80 с., 40 рис., 29 табл., 31 джерело.

Мета роботи – підвищення ефективності діагностування ходової частини легкових автомобілів.

Об'єкт дослідження – процес виконання діагностичних робіт ходової частини.

Метод дослідження – порівняльний аналіз; теоретичні розрахунки.

У кваліфікаційній роботі виконано моніторинг автомобільного ринку України, порівняльний аналіз автомобілів Renault. Виконано аналіз конструктивних особливостей ходової частини легкових автомобілів торгової марки Renault Logan.

Проведений тяговий розрахунок, визначені потужнісні характеристики.

Наведено перелік робіт з технічного обґрунтування підвіски автомобіля Renault Logan, розраховано дільницю технічного обслуговування підвіски легкового автомобіля, описаний вибір обладнання для роботи посту.

Розглянуто питання охорони навколишнього середовища, виконані розрахунки економічної доцільності проектних рішень.

**АВТОМОБІЛЬ, ПІДВІСКА, ПРУЖНИЙ ЕЛЕМЕНТ, РОЗРАХУНОК,  
ДІАГНОСТУВАННЯ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛЯ**

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Конструкторський розділ .....	7
1.2 Статистика продажів автомобілів на вторинному ринку в Україні.....	8
1.3 Історія створення автомобіля Renault Logan .....	11
1.4 Основні конструктивні особливості автомобілів Renault Logan.....	12
2 Технологічний розділ.....	22
2.1 Технічне обґрунтування підвіски автомобіля Renault Logan .....	22
2.1.1 Призначення та конструкція підвіски автомобіля.....	22
2.1.2 Підвіска автомобіля Renault Logan.....	30
2.2 Розрахунок підвіски і пружного елемента .....	35
2.2.1 Розрахунок та побудова пружної характеристики .....	35
2.2.2 Визначення жорсткості.....	36
2.2.3 Розрахунок пружного елемента підвіски.....	37
2.3 Технічні несправності підвіски автомобіля Renault Logan.....	38
2.4 Тяговий розрахунок .....	40
2.4.1 Вихідні дані.....	40
2.4.2 Вибір шин.....	40
2.4.3 Вибір двигуна .....	41
2.4.4 Визначення передавальних чисел силової передачі.....	43
2.4.5 Вибір динамічної характеристики автомобіля.....	44
2.4.6 Побудова графіка граничних прискорень .....	46
2.4.7 Визначення часу розгону.....	47
2.4.8 Визначення шляху розгону автомобіля .....	49
3 Удосконалення процесу діагностування ходової частини легкових автомобілів.....	54
3.1 Вибір обладнання для діагностики підвіски автомобіля .....	54
3.1.1 Основні види технічного діагностування на СТО .....	54
3.1.2 Обладнання для діагностики, обслуговування та ремонту підвіски .....	55
3.2 Розрахунок поста для діагностики підвіски .....	62
3.2.1 Визначення нормованої витрати електричної енергії .....	62
3.2.2 Визначення нормованої витрати теплової енергії .....	64
3.2.3 Визначення нормованої витрати води .....	65
4 Охорона праці та навколишнього середовища .....	67
4.1 Загальні питання охорони праці та навколишнього середовища .....	67

4.2	Характеристика умов праці.....	67
4.3	Засоби регулювання метеорологічних умов .....	69
4.4	Освітлення.....	70
4.5	Електробезпека.....	70
4.6	Охорона навколишнього природного середовища.....	71
4.7	Пожежна безпека.....	72
5	Техніко-економічне обґрунтування прийнятих інженерних рішень .....	73
5.1	Розрахунок собівартості НДР .....	73
5.2	Розрахунок матеріальних витрат на НДР .....	73
5.3	Визначення транспортно-заготівельних витрат.....	74
5.4	Витрати на оплату праці.....	74
5.5	Відрахування на соціальні заходи .....	75
5.6	Розрахунок амортизації основного обладнання .....	75
5.7	Розрахунок загальновиробничих витрат .....	76
5.8	Калькуляція собівартості НДР .....	77
	Висновки .....	78
	Перелік посилань.....	79

## ВСТУП

Ходова частина автомобіля є однією з найбільш мало захищених частин автомобіля, особливо в умовах нашого клімату і рівня обслуговування доріг. Після певного пробігу в автомобілі починають проступати стуки, скрипи і скреготіння – це є вірним індикатором того, що необхідно перевірити ходову частину, так як її технічна несправність ставить під загрозу транспортній безпеці. Вірним рішенням буде звернутися на станцію техобслуговування для комп'ютерної діагностики ходової частини.

Діагностика ходової частини необхідна для того, щоб упевнитися у власній безпеці. Діагностику потрібно періодично проводити як для нового автомобіля, так і для автомобіля з пробігом. На станцію технічного обслуговування необхідно звернутися, якщо виявлені наступні ознаки:

- шум і стукіт при русі – найімовірніше проблеми з підвіскою;
- нестійкість на високих швидкостях говорить про несправності рульового управління;
- в автомобілі спостерігається нахил в сторону – порушена стабілізація ходової частини;
- збільшення гальмівного шляху – несправність в гальмівних механізмах.

Діагностика ходової частини автомобіля призначена для своєчасного виявлення даних проблем, збереження здоров'я і життя водія і пасажирів, а такожі життя пішоходів. Так само вбереже від зайвих розтрат при ремонті ходової частини.

До основних елементів ходової частини відносяться: колеса, рама, підвіски (передня і задня). При вирішенні оглянути самостійно, автомобіль необхідно загнати на оглядову яму. При первинному огляді необхідно звернути увагу на наступні деталі:

- опорні пружини;
- на балони пневмопідвіски;
- сайлентблоки;
- люфти;
- гальмівну систему: колодки, диски, гуму.

Підтримувати автомобіль в технічно справному стані це є важливою умовою безпечної його експлуатації.

## 1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Статистика продажів нових автомобілів в Україні

У вересні 2023 року ринок нових автомобілів в Україні виріс на незначні 0,18%, в порівнянні з серпнем. За підсумками дев'яти місяців 2023 року дилерам вдалося вже продати 46915 нових легкових автомобілів. Тільки у вересні українці придбали 6164 нових автомобілей, а це – на 72,08 % більше, ніж за аналогічний період минулого року (таблиця 1.1).

В порівнянні з вереснем 2022 року приріст значний +72,08 %, але якщо брати серпень та вересень цього року, можна спостерігати майже стабільність – +0,18 %. Зазвичай вересень значно випереджав серпневі показники, але не цього року. Враховуючи загальну ситуацію на ринку, можна казати, що невеличкий приріст – це вже позитивний тренд [1].

Таблиця 1.1 – Статистика продажів нових автомобілів в Україні в 2023 році

Sep 23	Aug 23	Chg +	Марка	2023 09	%	2023 08	%	09 / 08 %
1	1	0	TOYOTA	1065	17,28%	1224	19,89%	-12,99%
2	2	0	VOLKSWAGEN	798	12,95%	747	12,14%	6,83%
3	4	1	BMW	513	8,32%	453	7,36%	13,25%
4	5	1	SKODA	465	7,54%	395	6,42%	17,72%
5	3	-2	RENAULT	450	7,30%	506	8,22%	-11,07%
6	6	0	HYUNDAI	278	4,51%	295	4,79%	-5,76%
7	13	6	MAZDA	240	3,89%	169	2,75%	42,01%
8	7	-1	SUZUKI	196	3,18%	208	3,38%	-5,77%
9	10	1	MERCEDES-BENZ	195	3,16%	186	3,02%	4,84%
10	14	4	MITSUBISHI	194	3,15%	160	2,60%	21,25%
11	9	-2	AUDI	182	2,95%	191	3,10%	-4,71%
12	11	-1	LEXUS	172	2,79%	172	2,80%	0,00%
13	8	-5	NISSAN	163	2,64%	195	3,17%	-16,41%
14	19	5	CHERY	128	2,08%	72	1,17%	77,78%
15	12	-3	PEUGEOT	124	2,01%	172	2,80%	-27,91%
16	17	1	HONDA	122	1,98%	108	1,76%	12,96%
17	15	-2	KIA	111	1,80%	129	2,10%	-13,95%
18	16	-2	CIATROEN	72	1,17%	109	1,77%	-33,94%
19	18	-1	LAND ROVER	72	1,17%	85	1,38%	-15,29%
20	25	5	TESLA	68	1,10%	39	0,63%	74,36%
			Others	556	9,02%	538	8,74%	3,35%
			<b>Всього</b>	<b>6164</b>	<b>100,00%</b>	<b>6153</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,18%</b>

Як і раніше, покупців цікавлять кросвери та електромобілі. Зокрема, серед лідерів вже не перший місяць є “сірий” електромобіль Volkswagen ID.4 (466 штук та 7,56 % ринку). Саме тоді Volkswagen ID.4 вперше очолив список найпопулярніших автомобілів в Україні.

Традиційно високим попитом також користується відносно доступний кроссовер Renault Duster (409 штук та 6,64 % ринку), хоча його популярність спала через наявність (-14,44 % в порівнянні з серпнем).

Toyota RAV4 (327 штук) лишається достатньо затребуваним вибором, хоча п'яте покоління моделі було презентовано світовій громадськості ще в 2019 році. Репутація бренду та цінова конкурентоспроможність тут відіграють важливу роль. Але все регулює кількість автомобілів в салонах у дилерів.

Серед конкурентів Тойоти – Mazda CX-5 (169) та Hyundai Tucson (150). Обидві моделі користуються підвищеною популярністю – +33,07 % та +13,64 % відповідно, в порівнянні з серпнем цього року, і ще мають потенціал для збільшення продажів.

Преміальні позашляховики BMW X5 (146) та Toyota Land Cruiser (146), при цьому BMW X5 додав попиту +47,47% клієнтів, то Toyota Land Cruiser втратив попит на – 7,59 %, в порівнянні з серпнем. Значно додала Skoda Octavia (141 автомобіль та +53,26 %); в плюсі Suzuki Vitara (+5,08 % та 124 машини), а ось досить популярна Toyota Camry втратила 25 % клієнтів (114 реалізованих автомобілів), і замикає Топ-10 популярних моделей вересня.

Традиційно основними споживачами нових автомобілів залишаються жителі столиці та центральних регіонів країни (зростання +32 %). Але помітний і зсув попиту в західні регіони, багато з яких поповнилися заможними переселенцями з півдня та сходу України. Так, зросли продажі в Івано-Франківській області (+25 %), Вінницькій (+27 %), Волинській (+47 %),

Закарпатській (+50 %), Львівській (+81 %), Чернівецькій (+84 %) тощо. Відповідно, не радісна картина на Сході, де йдуть бойові дії – там низьки показники купівлі автомобілів.

## **1.2 Статистика продажів автомобілів на вторинному ринку в Україні**

На даний момент абсолютними лідерами продажів автомобілів на вторинному ринку в Україні можна назвати наступні бренди:

- Volkswagen. Дана німецька марка була зареєстрована в 1937 році в Німеччині, особливістю бренду називають хорошу якість збірки і запчастин.



Найбільш популярними моделями зараз є Volkswagen Polo, Golf, Passat, Tiguan, Touareg.

- Renault. Відомий французький бренд був заснований в 1898 році, а головними якостями компанії називають європейський стиль, порівняно низьку вартість моделей. В Україні часто можна зустріти такі моделі: Logan, Sandero, Stepway, Megane і інші.

- Skoda. Також статистика проданих автомобілів свідчить про високий попит на цей чеський бренд. Найпопулярнішими моделями зараз є Octavia, Superb, Fabia, інші.

- Opel. Один з найстаріших і перевірених брендів є німецький виробник Опель, який вперше був зареєстрований в далекому 1862 році. Всі люблять Opel за хорошу якість і надійність автомобілів. Популярними нині називають Astra, Insignia, Vectra.

- Ford. Цей американський автовиробник потрапив до рейтингу статистики продажів в Україні за моделями завдяки відмінному співвідношенню якості і вартості машин. Найчастіше в Україні можна зустріти Fiesta, Focus, Mondeo, Transit.

Що стосується віку проданих машин в розрізі року виробництва за технічним паспортом, то найчастіше на даний момент в Україні купують нові моделі цього року прямо з конвеєра. Але сукупно кількість проданих машин на вторинному ринку значно вище, ніж нових автомобілів з салонів. Даний факт свідчить про негативний економічний стан громадян України, адже попит на автомобілі з пробігом в рази вище, ніж на нові моделі [2].

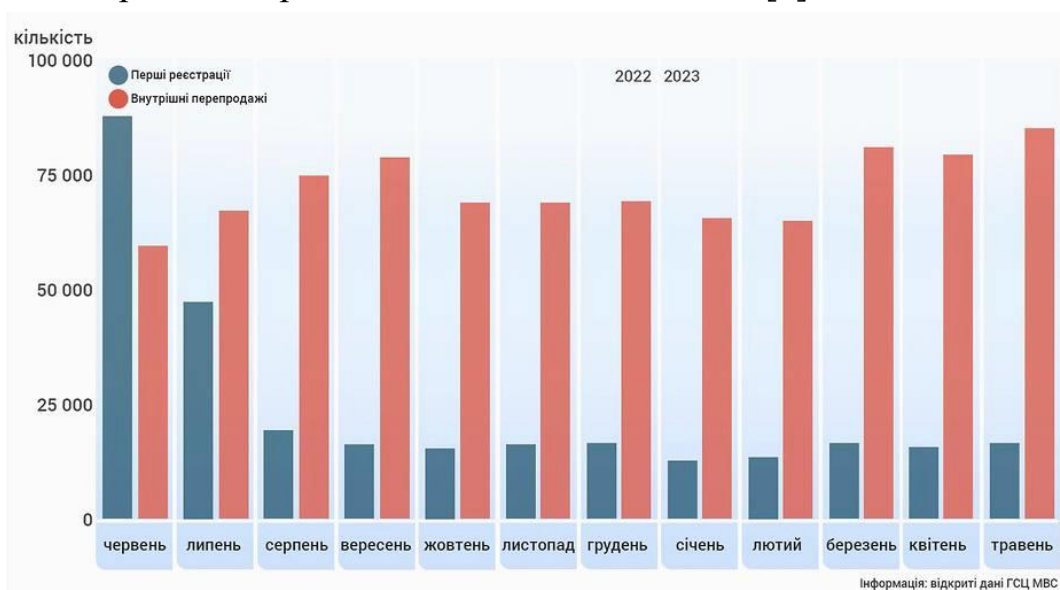


Рисунок 1.1 – Статистика продажів автомобілів на вторинному ринку України

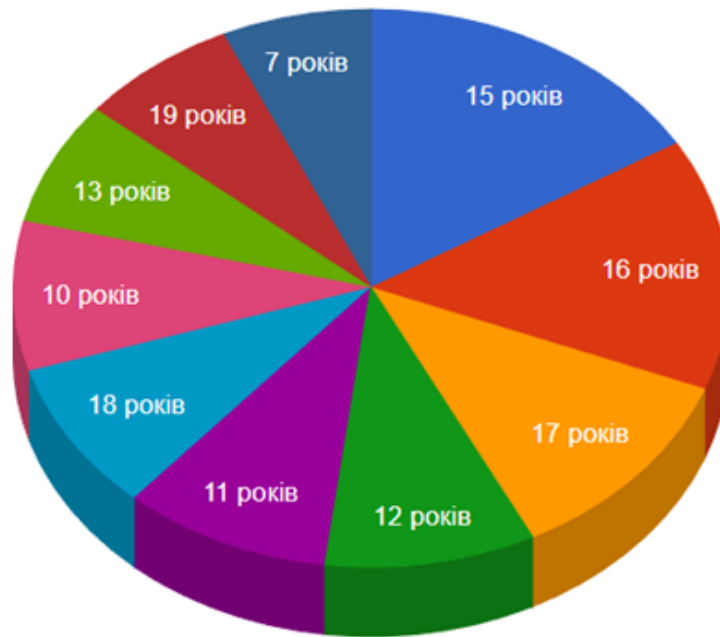


Рисунок 1.2 – Вік автомобілів, який переважає на вторинному ринку України

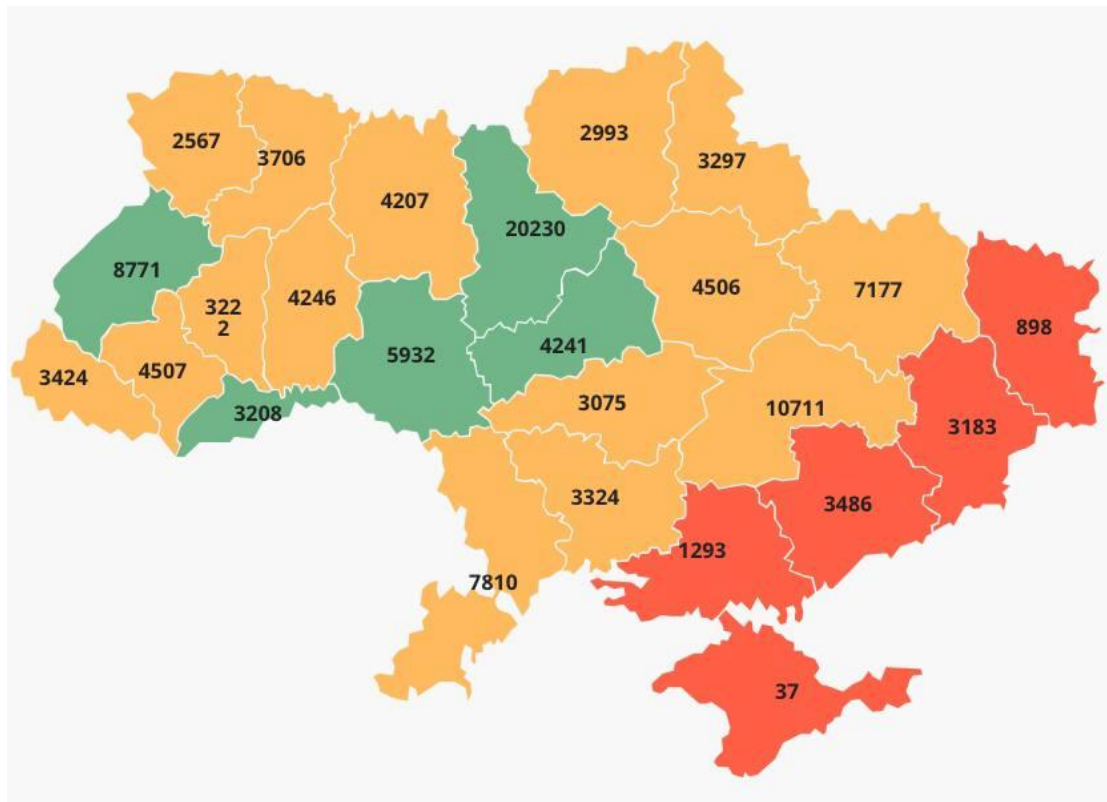


Рисунок 1.3 – Кількість проданих автомобілів з пробігом в різних областях України за жовтень 2023

Враховуючи складну фінансову ситуацію в Україні все однаково є певні покращення показників в продаж автомобілів в порівнянні з 2022 роком.

### 1.3 Історія створення автомобіля Renault Logan

Проектування моделі Logan почалося в 1998 році. Проекту присвоїли внутрішньозаводське позначення X90. Планувалося створити компактний сімейний автомобіль зі стартовою ціною 4999 євро. При проектуванні, завдяки використанню комп'ютерного моделювання, не було створено жодного передсерійного зразка [3].

Logan з кузовом «седан» (внутрішньозаводське позначення модифікації – L90) представлений публіці восени 2004 року. Тоді ж почалося його серійне виробництво в Румунії під маркою Dacia. Рівно через два роки, у квітні 2007, проєкт Logan стартував в Індії, як спільне підприємство Mahindra & Mahindra і Renault в місті Нашик [4, 16].

Вчасно оцінивши можливості ринків Східної Європи, Азії та Африки, маркетологи компанії вирішили вийти на ці території не з переробленим автомобілем з існуючого модельного ряду (як раніше було з Clio), а з новим автомобілем.

Розроблений в рекордні строки, всього за декілька років, Logan має місткий кузов, скромний дизайн без особливих вишукувань і досить сучасний салон. В основі Logan лежить платформа B, на базі якої побудовані Renault Modus, Nissan Micra і Renault Clio.

Екстер'єр розроблявся відповідно до фірмової концепції «міцність та якість». У дизайні безліч прямих ліній, які простежуються від капота й до заднього бампера, що надає автомобілю досить динамічний вигляд.

При розробці Logan активно використовувалися вузли й агрегати від інших моделей марки. Передня підвіска типу «псевдо McPherson» з нижніми трикутними важелями, розроблена на основі підвіски Clio II, задня – напівзалежна H-подібна поперечина з поздовжніми важелями, запозичена у Renault Modus. Від нового Modus дісталася і вся система опалення.

Електронний блок перейшов з Twingo, а від Espace автомобіль одержав дефлектори системи охолодження і ручку куліси КПП. Але саме Clio віддав Logan найбільше – двигуни, кермове управління, задні гальма, панель приладів, ручки дверей, кермо і підкермові перемикачі.

Різновид силових агрегатів складається з двох восьмиклапанних бензинових інжекторних двигунів: об'ємом 1,4 л. і потужністю 75 к.с. та об'ємом 1.6 л. і потужністю 87 к.с. У 2005 році лінійку розширили за рахунок

1.5 dCi дизеля потужністю 64 к.с. і 1,6-літрового шістнадцятиклапанного бензинового двигуна потужністю 102 к.с.

Всі силові агрегати комплектуються п'ятиступневими механічними коробками передач, які вже зарекомендували себе на моделях Clio і Kangoo.

Топ-версія Logan оснащена підсилювачем кермового управління, стабілізаторами поперечної стійкості, двома подушками безпеки, ABS з EBD і колесами R15. Базова комплектація включає подушку безпеки водія, 14-дюймові колеса, чорні бампери.

У виконанні Ambiance додаються центральний замок, тканинні вставки на дверях, дистанційне регулювання дзеркал, тоноване скло, регульовані по висоті ремені, пофарбовані бампери, молдинги з ковпаками на колеса і попільничка у вигляді стаканчика.

Комплектація Laureate пропонує підсилювач керма, регулювання водійського сидіння по висоті і поперековий підпір, бортовий комп'ютер, електричні передні склопідйомники і дзеркала, протитуманні фари, колеса розміром 15 дюймів і ще деякі штрихи «розкоші».

Найбагатша комплектація Laureate Plus понад перерахованого оснащується кондиціонером і 1,6-літровим двигуном. На автомобіль встановлюються дискові гальма спереду і барабанні ззаду.

Кузов має повну антикорозійну обробку, 72 % панелей – оцинковані. У базове оснащення Logan входить металевий захист піддону картера двигуна, паливних і гальмівних магістралей [17].

#### **1.4 Основні конструктивні особливості автомобілів Renault Logan**

Кузов автомобілів Logan типу чотиридверний седан, несучої конструкції, суцільнометалевий. Каркас кузова має у своєму складі основу, боковини, дах і деталі, з'єднані між собою електрозварюванням (точковим, шовним та дуговим). Кузов являє собою нерозбірну конструкцію, що володіє достатньою жорсткістю, і несе на собі всі агрегати автомобіля, навісні вузли кузова і деталі інтер'єру.

Габарити автомобіля становлять 4252/1734/1524 мм. Ширина салону по плечах спереду 1381 мм, ззаду – 1400 мм, максимальна висота – 1225 мм, дорожній просвіт 152 мм. Важить седан всього 978 кг. Об'єм багажного відділення – 515 літрів.

## Двигуни

В Україні найпоширеніші Logan з 1,4-літровими 8-клапанними бензиновими двигунами (75 к. с.), рідше зустрічаються 1,6-літрові 8V або 16V (87 та 102 к. с. відповідно). Пропонуються також і дизельні 1,5 dCi, а також автомобілі з заводським газобалонним обладнанням

В деяких країнах світу представлені і інші двигуни.(таблиця 1.2)

Таблиця 1.2 – Різновид та показники двигунів Renault Logan

Модель	Позначення двигуна	Тип і робочий об'єм	Клапанний механізм	Максимальна потужність	Макс. крут. момент	Розгін 0-100 км/год / Макс. швидкість	Витрата пального (EU)	Примітки
Бензинові								
1.2 16V	D4F	14, 1149 см <sup>3</sup>	16-кл., DOHC	75 к.с. (55 кВт) / 5500 об/хв	107 Нм / 4250 об/хв	9 с / 161 км/год	?	Не поставляється в Україну
1.4 MPi	K7J	14, 1390 см <sup>3</sup>	8-кл., SOHC	75 к.с. (55 кВт) / 5500 об/хв	112 Нм / 3000 об/хв	13,0 с / 162 км/год	9,2/5,5/6,6 л/100 км	
1.6 MPi	K7M	14, 1598 см <sup>3</sup>	8-кл., SOHC	87 к.с. (64 кВт) / 5500 об/хв	128 Нм / 3000 об/хв	11,5 с / 175 км/год	10,0/5,7/7,2 л/100 км	
1.6 16V	K4M	14, 1598 см <sup>3</sup>	16-кл., DOHC	102 к.с. (75 кВт) / 5750 об/хв	145 Нм / 3750 об/хв	10,5 с / 183 км/год	9,4/5,8/7,1 л/100 км	
Газобалонні								
1.0 16V Hi-Flex	D4D	14, 998 см <sup>3</sup>	16-кл., DOHC	77 к.с. (57 кВт) / 5850 об/хв	97 Нм / 4350 об/хв	14,3 с / 160 км/год	газ етанол	Версія для бразильського ринку
1.6 MPi Hi-Torque	K7M	14, 1598 см <sup>3</sup>	8-кл., SOHC	95 к.с. (70 кВт) / 5250 об/хв	138 Нм / 2850 об/хв	11,5 с / 175 км/год	газ етанол	Не поставляється в Україну
1.6 16V Hi-Flex	K4M	14, 1598 см <sup>3</sup>	16-кл., DOHC	111 к.с. (82 кВт) / 5750 об/хв	145 Нм / 3750 об/хв	10,5 с / 185 км/год	газ етанол	Не поставляється в Україну
Дизельні								
1.5 dCi	K9K	14, 1461 см <sup>3</sup>	8-кл., SOHC	70 к.с. (50 кВт) / 4000 об/хв	160 Нм / 1700 об/хв	15,0 с / 158 км/год	5,8/4,1/4,7 л/100 км	
1.5 dCi	K9K	14, 1461 см <sup>3</sup>	8-кл., SOHC	85 к.с. (63 кВт) / 3750 об/хв	200 Нм / 1900 об/хв	13,0 с / 167 км/год	5,3/4,2/4,6 л/100 км	Не поставляється в Україну

## Трансмісія

Трансмісію автомобілів виконано за передньопривідною схемою з приводами передніх коліс різної довжини.

Автомобілі оснащено механічною п'ятиступеневою коробкою передач або автоматичною чотирьохступеневою.

На автомобілі з механічними коробками передач з двигуном K7J (робочий об'єм 1,4 л) монтують коробку передач JH1, з двигуном K7M (робочий об'єм 1,6 л) – JH3, JR5. усі коробки передач практично однакові за конструкцією і розрізняються тільки розмірами картерів зчеплення. Передавальні числа усіх коробок передач однакові.

## Ходова частина

Передня підвіска незалежна, важільно-пружинна, типу Макферсон, з телескопічними амортизаторними стійками, витими пружинами, нижніми поперечними важелями і стабілізатором поперечної стійкості.

Задня підвіска напівнезалежна, важільно-пружинна з амортизаторами, поздовжніми важелями, шарнірно закріпленими на кузові автомобіля і пов'язаними між собою поперечною балкою U-подібного перетину. Подовжні важелі з'єднані з кузовом сайлентблоками. Пружини підвіски циліндричні. Верхні і нижні кінці пружин спираються на пружні гумові прокладки. У балці підвіски може бути встановлений стабілізатор поперечної стійкості торсійного типу.

### Рульове керування

На автомобілі Logan встановлюють рульове управління з механізмом типу шестірня-рейка. Кермовий привод складається з двох тяг, з'єднаних кульовими шарнірами з поворотними кулаками. Кермова колонка травмобезпечна. Більшість автомобілів комплектують гідропідсилювачем керма.

### Гальмівна система

Автомобілі Logan обладнані двома незалежними гальмівними системами: робочою і стоянковою. Перша, оснащена гідравлічним приводом з вакуумним підсилювачем і антиблокувальною системою (встановлюють за замовленням), забезпечує гальмування під час руху автомобіля, друга загальмовує автомобіль на стоянці. Робоча система двоконтурна з діагональним з'єднанням гальмівних механізмів передніх і задніх коліс. Один контур гідроприводу забезпечує роботу правого переднього і лівого заднього гальмівних механізмів, інший – лівого переднього і правого заднього.

При відмові одного з контурів робочої гальмівної системи використовується другий контур, який забезпечує зупинку автомобіля. У гідравлічний привід включені вакуумний підсилювач і двоконтурний регулятор тиску задніх гальм.

Стоянкова гальмівна система має тросовий привід на гальмівні механізми задніх коліс.

### Електрообладнання

На автомобілі застосовують електрообладнання постійного струму номінальною напругою 12 В. Електрообладнання автомобіля виконано по однопровідній схемі: негативний полюс джерел з'єднано із масою, яка виконує функцію другого дроту. У свою чергу, роль маси виконує кузов автомобіля.

Живлення споживачів здійснюється від акумуляторної батареї (при непрацюючому двигуні) і генератора (при працюючому двигуні).

### Безпека

За результатами краш-тесту відповідно до досліджень Euro NCAP проведених в 2005 році Dacia Logan отримав три зірки за безпеку, з них за захист пасажирів – 19 балів, за захист дітей – 31 бал і за захист пішоходів – 5 балів [17].

За результатами краш-тесту проведеного в 2005 році редакцією газети Авторевю за методикою ARCAP Renault Logan набрав 11 балів з 16 можливих за фронтальний удар і отримав 4 зірки за безпеку [18], що є непоганим результатом, особливо в порівнянні з однокласниками [19].

### Модифікації

Варіант моделі з кузовом універсал, несе внутрішньозаводське позначення R90. Абревіатура MCV розшифровується як Multi Convivial Vehicle, «автомобіль на всі випадки життя». Представлений у вересні 2006 року, на Паризькому автосалоні (рисунок 1.4).

Від базової версії відрізняється збільшеною до 2905 міліметрів колісною базою, підвищеним на 10 см рівнем даху і посиленою підвіскою. На відміну від більшості сучасних універсалів, Logan MCV мав двостулкові двері багажного відділення. Машина пропонується в п'яти-або семимісному варіанті (два додаткові крісла встановлені в багажнику, обличчям по ходу руху). У 5-місному варіанті об'єм багажного відділення досягає 700 літрів (при складених сидіннях 2 і 3 ряду – 2350 л).



Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд Renault Logan MCV



Вантажний фургон на базі універсалу Logan MCV (внутрішньозаводський індекс F90).

Уніфікований з ним по кузову, має такі ж розсувні бічні і задні двері. Боковини глухі: віконні прорізи у вантажному відсіку відсутні (рисунок 1.5).

Об'єм вантажного відсіку 2,5 м<sup>3</sup>, вантажопідймальність – 800 кг. Розміри фургона дозволяють розмістити вантаж довжиною до 1936 міліметрів.

На фургон встановлюються не всі двигуни, доступні покупцям універсалу: пропонується лише пара 8-клапанних бензинових двигунів (об'ємом 1,4 і 1,6 літра) і 70-сильний варіант 1,5-літрового турбодизеля.

Ціни на Logan Van в Румунії починаються від 6700 євро з урахуванням податків.



Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд Renault Logan Van



Вантажівка з відкритим кузовом на основі Logan (внутрішньозаводський індекс U90). Його прем'єра відбулася в жовтні 2007 року на автосалоні в Бухаресті.

У 2008 році пікап планувалося вивести на ринки Румунії, Болгарії, Туреччини та Алжиру. З 2009 року – по всій Європі.

Ціна пікапа в Румунії становила 7250 євро з урахуванням податків (нетто 6092 євро) [19].

На деяких ринках (наприклад, в Південній Африці, Мексиці) продавався як Nissan NP200



Рисунок 1.6 – Зовнішній вигляд Renault Logan Pick-Up

З липня 2008 року румунський завод Dacia почав виробництво оновленого седана Dacia Logan.

Трохи змінена зовнішність і інтер'єр; є невеликі технічні зміни (рисунок 1.7).

Зовнішні зміни: більші фари, інші бампери, решітка радіатора від Dacia Sandero з хромованою накладкою, змінені задні ліхтарі, кришка багажника іншої форми.

Інтер'єр: передня панель і дверні карти від хетчбека Dacia Sandero, нове кермо від Renault Clio, з'явився середній підголовник на задньому сидінні, центральний триточковий ремінь безпеки, введено регулювання кермової колонки по висоті (на деяких комплектаціях).

По техніці розширена на 7 мм передня і задня колії, введена АБС Bosch восьмого покоління з функцією розподілу гальмівних зусиль при екстремому гальмуванні.



Рисунок 1.7 – Зовнішній вигляд Dacia Logan

Таблиця 1.3 – Кількість продажів Logan з 2004 по 2012 роки у світі

Бренд	2004	2005	2006	2007	2008
Dacia	22,833	135,184	184,472	230,294	218,887
Renault	-	9,915	63,134	136,742	206,059
Всього	22,833	145,099	247,606	367,036	424,946
	2009	2010	2011	2012	Всього
Dacia	160,120	126,598	95,365	102,175	1,275,928
Renault	150,603	189,898	253,698	221,752	1,231,801
Всього	310,723	316,496	349,063	323,927	2,507,729

Перші офіційні фотографії Dacia Logan другого покоління представлено 17 вересня 2012 року, офіційна презентація моделі відбулася на Паризькому автосалоні 2012 року.

В продаж автомобілі надійшли в кінці 2012 року (рисунок 1.8).

У нового Logan сильно змінилися зовнішня і внутрішня частини.

Передня підвіска Logan другого покоління – McPherson з амортизаційною стійкою і пружиною, двома сайлентблоками у важелі і шаровою опорою.

Задня підвіска – балка, що скручується, з окремо встановленими пружинами і телескопічними газонаповненими амортизаторами двосторонньої дії.

Також у Logan залишився великий багажник об'ємом 510 л, відтепер можна скласти задні сидіння, щоб його збільшити.



Рисунок 1.8 – Зовнішній вигляд Renault Logan другого покоління

Базовим двигуном для сімейства Logan-Sandero став новий трициліндровий турбодвигун об'ємом 0,9 л і потужністю 90 к.с. з механічною коробкою передач.

Автомобіль Renault Logan представлений у трьох комплектаціях: Access, Ambiance та Laureate. Перша модель пропонує обмежений перелік оснащення, і, зважаючи на сучасні тенденції, може здатись занадто базовою. Вона постачається з 15-дюймовими сталевими дисками коліс, рейлінгами даху, електричним контролем стабільності та фіксаторами дитячих крісел ISOFIX. Враховуючи це, слід звернути увагу на Ambiance з кондиціонером повітря, центральним замком, хромованими акцентами інтер'єру, електричними передніми вікнами, DAB цифровим радіо та Bluetooth. Топова Laureate додасть 7-дюймовий сенсорний екран інформаційно-розважальної системи з супутниковою навігацією та круїз контролем. Крім того, до переліку оснащення цієї моделі увійшли: пофарбовані у колір кузова ручки дверей та дзеркала, покращена обшивка сидінь, бортовий комп'ютер, шкіряний важіль перемикачів передач, задні сенсори паркування, передні протитуманні фари та кондиціонер.

Третє покоління Logan було представлено у вересні 2020 року разом із моделями Sandero та Sandero Stepway (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9 – Зовнішній вигляд Renault Logan третього покоління

Новинки перейшли на платформу CMF-B – аналогічну мають Nissan Juke, Renault Clio та новий європейський Renault Arkana.

Седан став на 3,6 сантиметра довшим. Нові лінії даху, бічного скла та укорочений задній зв'яз надають йому динамічніший вигляд. Простір для ніг задніх пасажирів збільшився на 42 мм, а обсяг багажника – на 18 літрів (до 528 літрів).

Для вантажного відсіку передбачено новий органайзер, що дозволяє розділити його на чотири частини різного розміру.

З моторної лінійки зник 1,5-літровий дизель dCi, а тому новинки пропонуватимуться тільки із трициліндровими бензиновими агрегатами. Всі вони оснащені системою Start-Stop та відповідають стандарту Euro 6D.

Двигуни, що встановлювали на Logan третього покоління:

- H4D SCe 65 I3;
- H4Dt SCe 90 I3;
- H4Dt SCe 100 ECO-G I3 (CNG).

Молодшим версіям встановлять літровий 65-сильний атмосферний SCe 65 з п'ятиступеневою механікою. Далі йде 90-сильний турбомотор TCe 90, який може поєднуватися з шестиступеневою механікою або новим варіатором, які прийшли на зміну роботі Easy'R.

На вершині лінійки розташувався двопаливний TCe 100 ECO-G з шестиступеневою механікою, що працює й на бензині, й на зрідженому газі (LPG). 50-літровий балон газу і бензобак аналогічного обсягу дозволяють новому Dacia Sandero проїхати на одній заправці 1300 кілометрів.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Технічне обґрунтування підвіски автомобіля Renault Logan

#### 2.1.1 Призначення та конструкція підвіски автомобіля

Під час руху нерівності дороги як коливань передаються на кузов. Підвіска автомобіля призначена для гасіння або пом'якшення подібних коливань. У її прикладні функції входить забезпечення зв'язку та з'єднання між кузовом та колесами. Саме деталі підвіски дають колесам можливість пересуватися незалежно від кузова, забезпечуючи зміну напрямку руху автомобіля. Поряд із колесами, вона є обов'язковим елементом ходової частини автомобіля.

Підвіска автомобіля – це технічно складний агрегат, що має таку будову:

- пружні елементи – металеві (пружини, ресори, торсіони) та неметалічні (пневматичні, гідропневматичні, гумові) деталі, які, в силу своїх пружних характеристик, приймають навантаження від нерівностей дороги та розподіляють її на кузов автомобіля;
- пристрої, що гасять (амортизатори) – агрегати, що мають гідравлічну, пневматичну або гідропневматичну будову і призначені для нівелювання коливань кузова, отриманих від пружного елемента;
- напрямні елементи – різні деталі у вигляді важелів (поперечних, поздовжніх), що забезпечують з'єднання підвіски з кузовом та визначають переміщення коліс та кузова щодо один одного;
- стабілізатор поперечної стійкості – пружна металева штанга, що з'єднує підвіску з кузовом і перешкоджає збільшенню нахилу автомобіля в процесі руху;
- опори колеса – спеціальні поворотні кулаки (на передній осі), що сприймають навантаження, що виходять від коліс, та розподіляють їх на всю підвіску;
- елементи кріплення деталей, вузлів та агрегатів підвіски – це засоби з'єднання елементів підвіски з кузовом та між собою: жорсткі болтові з'єднання; композитні сайлентблоки; шарові шарніри (або шарові опори).

#### Принцип роботи підвіски

Схема роботи підвіски автомобіля ґрунтується на перетворенні енергії удару, що виникає від наїзду колеса на нерівність покриття дороги,

переміщення пружних елементів (наприклад, пружин). У свою чергу, жорсткість переміщення пружних елементів контролюється, супроводжується і пом'якшується дією пристроїв, що гасять (наприклад, амортизаторів). В результаті завдяки підвісці сила удару, яка передається на кузов автомобіля, зменшується, цим і забезпечується плавність ходу.

Автомобілі мають різні за жорсткістю підвіски. Чим жорсткіша підвіска, тим інформативніше та ефективніше керування автомобілем. Однак при цьому серйозно страждає комфорт. І, навпаки, м'яка підвіска влаштована так, що забезпечує зручність в експлуатації та жертвує керованістю (чого не можна допустити). Саме тому виробники автомобілів прагнуть знайти їх найбільш оптимальний варіант – поєднання безпеки та комфорту.

### Різноманітність варіантів підвіски

Існує кілька типологій підвіски автомобіля: їх розрізняє критерій, покладений основою градації. Залежно від пристрою напрямних елементів виділяються найпоширеніші типи підвіски: незалежна, залежна та напівнезалежна.

Залежний варіант не може існувати без однієї деталі – твердої балки, що входить до складу мосту автомобіля. При цьому колеса в поперечній площині рухаються паралельно. Простота та ефективність конструкції забезпечує її високу надійність, не допускаючи розвалу коліс. Саме тому залежна підвіска активно застосовується у вантажних автомобілях та на задній осі легкових.

Схема незалежної підвіски автомобіля передбачає автономне існування коліс один від одного. Це дозволяє підвищити амортизаційні характеристики підвіски та забезпечити більшу плавність ходу. Даний варіант активно застосовується для організації передньої, так і задньої підвіски на легкових автомобілях.

Напівнезалежний варіант складається з твердої балки, закріпленої на кузові за допомогою торсіонів. Ця схема забезпечує відносну незалежність підвіски від кузова.

Друга типологія підвісок ґрунтується на конструкції пристрою, що гасить. Фахівці виділяють гідравлічні (олійні), пневматичні (газові), гідропневматичні (газо-олійні) пристрої. Певним особняком стоїть так звана активна підвіска. Її схема включає варіативні можливості – зміна параметрів підвіски за допомогою спеціалізованої електронної системи управління залежно від умов руху автомобіля.



Найбільш поширеними змінюваними параметрами є:

- ступінь демпфування пристрою, що гасить (амортизаторного пристрою);
- ступінь жорсткості пружного елемента (наприклад, пружини);
- ступінь жорсткості стабілізатора поперечної стійкості;
- довжина напрямних елементів (важелів).

Активна підвіска є електронно-механічною системою, що істотно збільшує вартість автомобіля.

### Основні типи підвісок автомобіля

Тут відразу необхідно відзначити, що існуючі типи підвісок, що використовуються на різних транспортних засобах, можна класифікувати за декількома ознаками, але для сучасних легкових автомобілів загальноприйнятим є поділ на залежні та незалежні.

#### Залежна підвіска

Вона має жорсткий зв'язок між колесами. Історично це був перший створений тип підвіски. По суті, вона недалеко пішла від конструкції возів, коли два колеса з'єднувалися між собою віссю (рисунок 2.1). У цьому випадку видно, що положення одного колеса позначається на іншому. Так, при наїзді правого колеса на перешкоду, змінюється положення лівого, воно нахиляється вліво, при цьому колесо розташовується під кутом до поверхні, що дещо зменшує зчеплення з дорогою. Такий тип підвіски був характерний для автомобілів на зорі їхнього становлення. Зараз, якщо використовується, то зазвичай як задній міст і на машинах підвищеної прохідності.

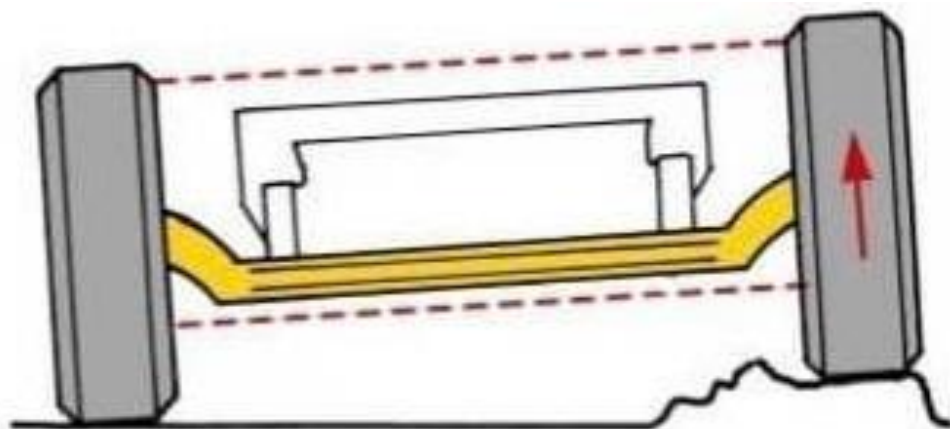


Рисунок 2.1 – Залежна підвіска



Така підвіска зазвичай буває ресорна або пружинна. У першій зі згаданих як пружний елемент використовується ресора, яка кріпиться до балки моста, а своїми кінцями до рами або корпусу автомобіля. Іншим типом залежної підвіски є пружинна, в якій пружним елементом є пружина. Як виглядають ресорна (рисунок 2.2) та пружинна (рисунок 2.3) підвіски, добре видно на наведених рисунках.



Рисунок 2.2 – Ресорна підвіска

Незважаючи на те, що залежна підвіска винайдена давно і вважається застарілою, вона застосовується досі насамперед на вантажних машинах і, як уже згадувалося, на позашляховиках. Її безперечною перевагою є простота конструкції та надійність, особливо це актуально для джипів. Що пружинна, що ресора підвіски для будь-яких автомобілів забезпечують [17]:

- постійний кліренс, а це в умовах бездоріжжя є величезним плюсом і є додатковим фактором підвищення прохідності;
- постійну ширину колії;
- велику артикуляцію. Під артикуляцією розуміється хід переднього колеса щодо заднього, у якому заднє колесо повністю втрачає контакти з дорогою (див. фото нижче). Чим пізніше це відбувається, тобто. чим ця відстань (артикуляція) більше, тим краще при русі по поганій дорозі;

- надійність, стійкість до пошкоджень;
- дешевизну експлуатації;
- можливість проведення ефективного позашляхового тюнінгу.



Рисунок 2.3 – Пружинна підвіска

З наведених переваг залежної підвіски, ресорна вона або пружинна, слідує однозначний висновок, що вона чудово працює на бездоріжжі. Однак загальна картина стає не такою доброю, коли бездоріжжя закінчується, і автомобіль починає рухатися асфальтом. В цьому випадку ті види недоліків, які були байдужі на поганій дорозі, стають очевидними:

- не найкраща керованість через значні підресорені маси при високих швидкостях руху;
- погана курсова стійкість;
- недостатній комфорт для легкових автомобілів.

#### Незалежна підвіска

Це зовсім інший варіант підвіски, який нічого спільного не має з уже розглянутою залежною. За такої конструкції між колесами немає жорсткого зв'язку. Як схематично виглядає, можна зрозуміти з наведеного рисунку 2.4.

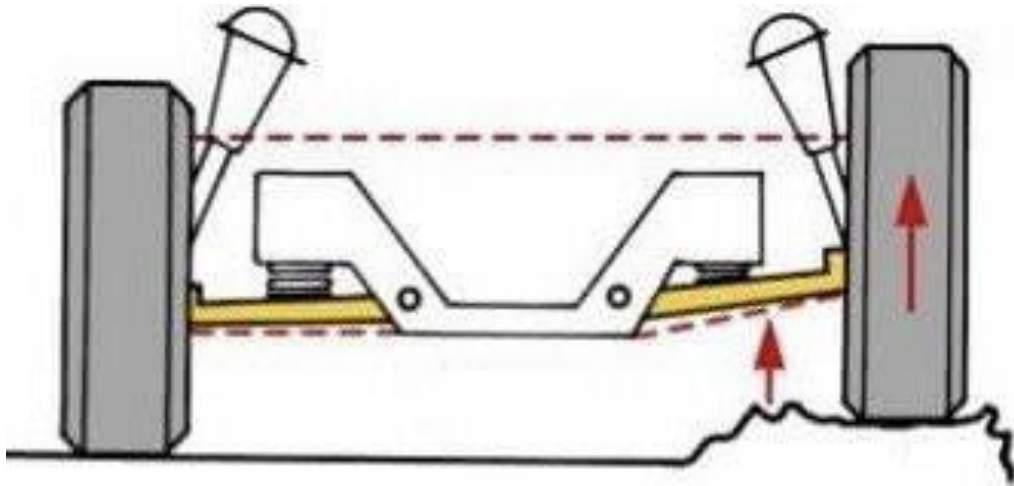


Рисунок 2.4 – Незалежна підвіска

Фактично така підвіска означає, що колесо (кожне) кріпиться до кузова автомобіля окремо і при коливанні одного колеса ці зміни не передаються на інше, завдяки чому крен кузова зменшується і підвищується стійкість. Варіантів, як таке зробити, існує безліч, але їх можна розділити на основні типи: важільні і свічкові.

До останніх відносяться підвіски МакФерсона, до перших:

- двоважільні;
- поперечноважільні;
- косоричажні;
- поздовжньоважільні.

Найбільш поширені підвіски МакФерсона та поперечноважільна. Причиною цього є ті переваги, які вони забезпечують для легкових автомобілів:

- гарна керованість;
- гарний зворотний зв'язок при рулюванні;
- високий рівень комфорту;
- малі крени;
- висока швидкість руху.

#### Комбіновані підвіски

Вона є комбінацією двох вже описаних підвісок. Спереду ставиться незалежна підвіска, ззаду міст (залежна). Є певною мірою компромісом, дозволяючи досить комфортно пересуватися асфальтом, але водночас без особливих труднощів долати незначне бездоріжжя.

Така комбінація добре підходить для кросоверів і паркетників, забезпечуючи можливість вільно рухатися містом і заїжджати в ліс на пікнік

або проїхати трохи путівцями. За своїми можливостями виходить щось середнє, але для більшості, що забезпечує прийнятні умови руху.

### Торсійна підвіска

Торсійна підвіска заснована на роботі спеціального елемента – торсіону, що є металевим валом, що працює на скручування при виникненні навантаження. Як це відбувається, має бути зрозумілим з наведеного малюнка. Один кінець валу жорстко закріплений, на інший кінець прикладається момент сили. Під впливом цього моменту вал скручується. Якщо один кінець торсіону прикріпити до колеса, а протилежний жорстко до кузова автомобіля, між ними буде утворений пружний зв'язок.

Конструктивно торсіонна підвіска може бути виконана:

- на подвійних поперечних важелях;
- на поздовжніх важелях;
- як торсіонна балка (з поздовжніми важелями).

Якщо два перших виконання можна віднести до незалежної підвіски, у якій торсіон використовується як пружний елемент, то торсіонну балку вважають напівзалежною, так як у неї переміщення одного колеса відбивається на положенні іншого.

Наведені рисунки дозволяють краще зрозуміти, як працюють описані різні види підвіски (на рисунку 2.5 – на поздовжніх важелях, рисунку 2.6 – торсіонна балка).

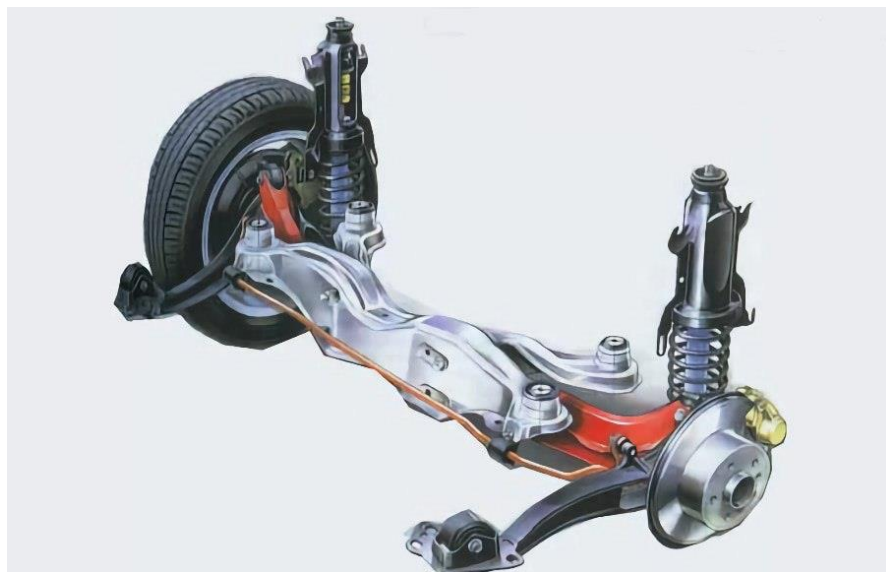


Рисунок 2.5 – Підвіска на поздовжніх важелях

Торсіонна підвіска досить широко і давно застосовується у конструкції легкових автомобілів. Найчастіше вона використовується в ролі задньої підвіски передньопривідних машин. Основна її перевага – довговічність, компактність та легкість регулювання у складі транспортного засобу.



Рисунок 2.6 – Торсіонна балка

#### Активна підвіска

Це вже можна вважати неодмінною приналежністю сучасного автомобіля. У спробах знайти можливий компроміс між стійкістю, керованістю та комфортом з'явилося таке технічне рішення. Вся проблема в тому, що, як уже зазначалося вище, жорстка підвіска при високій швидкості забезпечує мінімальні нахилу, що дає хорошу керованість та стійкість, але недостатній комфорт. М'яка дає плавний хід, але призводить до розгойдування автомобіля і, як наслідок, до погіршення керованості та стійкості. Для подолання цих протиріч і створюється активна підвіска.

В даному випадку термін «активна» передбачає можливість зміни параметрів підвіски під час її експлуатації. Кожен розробник автомашини йде своїм шляхом, але вже існують різні види підвіски, які використовують:

- амортизатори із змінним ступенем демпфування;
- пружні елементи, що регулюються.

Незалежно від конкретної реалізації ідеї, активна підвіска легкових автомобілів передбачає зміну характеристик підвіски безпосередньо під час руху.

### Пневматична підвіска

Пневматична підвіска дозволяє змінювати висоту машини відносно дороги, тобто. змінюється кліренс. Це використовується на позашляховиках, автомобілях бізнес-класу, а також на вантажівках та напівпричепках. Пристрій пневмопідвіски передбачає застосування пневмоупорів на кожному колесі. Сама собою пневматична підвіска перестає бути якимось окремим видом, а служить своєрідним доповненням звичайної. Вона може входити в комплектацію машини, а може додатково встановлюватися.

Пристрій пневмопідвіски в найпростішому вигляді складається з таких елементів, як:

- пневматична стійка;
- компресор;
- датчики та блок управління;
- повітряні магістралі.

Управління такою системою може виконуватися як у автоматичному, і у ручному режимі. В останньому випадку водій сам задає необхідний дорожній просвіт, а в автоматичному режимі за сигналами від датчиків, залежно від швидкості, блок керування змінює кліренс автомобіля.

#### 2.1.2 Підвіска автомобіля Renault Logan

В автомобілі Renault Logan застосовується незалежна підвіска (рисунку 2.7) та передні стійки типу «МакФерсон» (MacPherson), що складаються з пружин та телескопічних амортизаторів, які повинні гасити коливання коліс при їзді, не передаючи їх на кузов. До кузова, своїм верхнім кінцем амортизаційна стійка прикріплена через гумометалеву основу, а знизу до передньої маточини за допомогою привареного кронштейна і двох болтів. На зовнішній стороні маточини встановлені підшипники, супорти та гальмівні диски.

Передні маточини прикріплені до нижніх важелів через кульові опори (рисунку 2.8).

В амортизаційній стійці (рисунку 2.9) знаходиться амортизатор. У середині амортизаційної стійки прикріплена опорна чашка, в яку впирається кручена амортизаційна пружина, встановлена на стійку. Зверху пружина також упирається в опорну чашку.



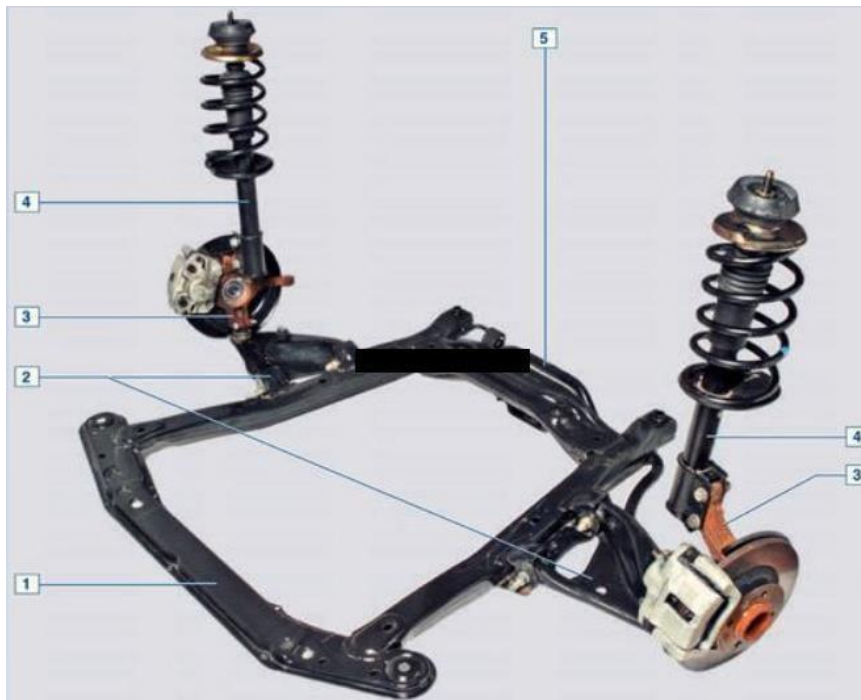


Рисунок 2.7 – Загальний вигляд пристрою передньої підвіски

1 – підрамник підвіски; 2 – важіль підвіски із сайлент-блоками та кульовою опорою; 3 – поворотний кулак зі маточиною та підшипником; 4 – амортизаторна стійка; 5 – штанга стабілізатора поперечної стійкості



Рисунок 2.8 – Конструкція передньої підвіски Renault Logan (вид на автомобілі)

1 – важіль підвіски; 2 – підрамник; 3 – болт кріплення важеля підвіски до підрамника; 4 – стабілізатор поперечної стійкості; 5 – скоба кріплення штанги стабілізатора до підрамника; 6 – амортизаторна стійка; 7 – поворотний кулак; 8 – елементи кріплення штанги стабілізатора до важеля; 9 – стяжний болт поворотного кулака та пальця кульової опори; 10 – кульова опора

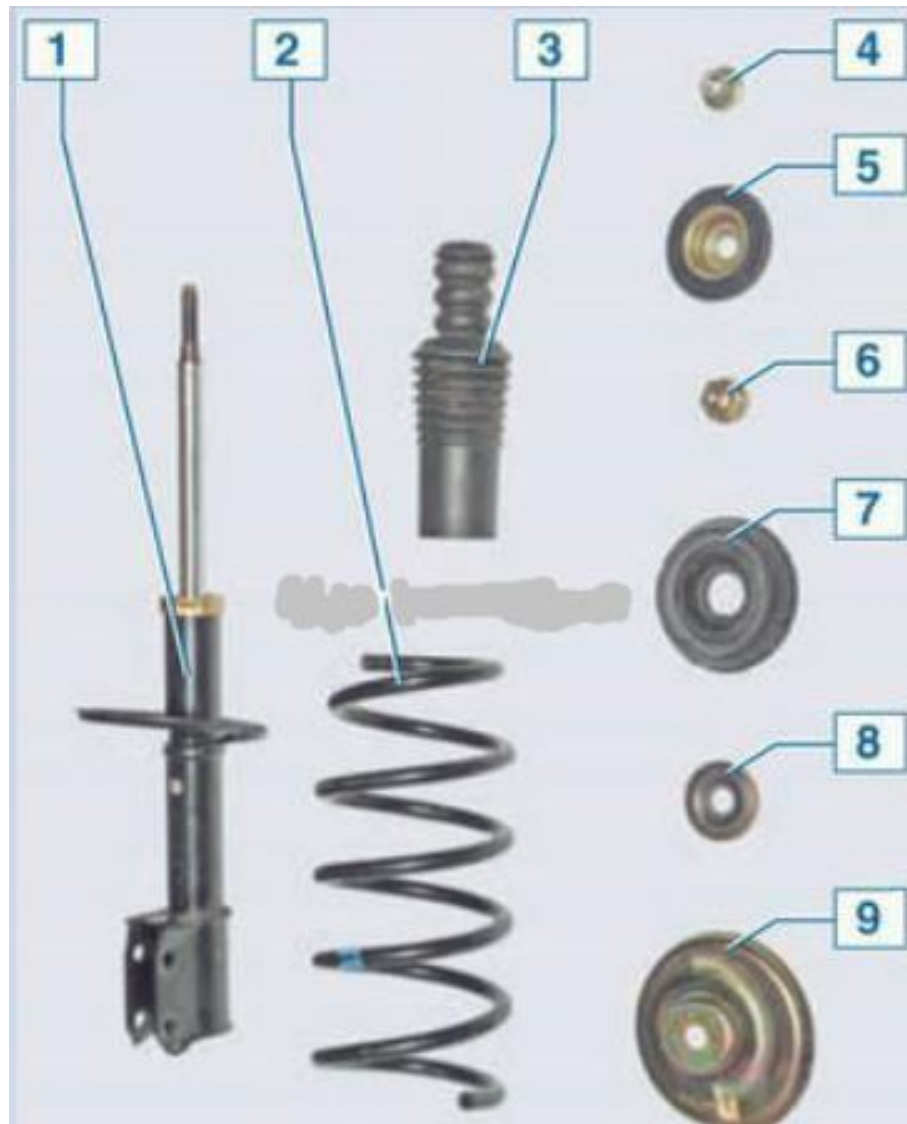


Рисунок 2.9 – Конструкція передньої амортизаторної стійки

1 – телескопічна стійка; 2 – пружина амортизатора; 3 – буфер ходу стиснення амортизатора з гумовим чохлам; 4 – гайка кріплення амортизаторної стійки до кузова; 5 – опорна шайба; 6 – гайка кріплення верхньої опори; 7 – верхня опора стійки; 8 – підшипник верхньої опори; 9 – верхня опорна чашка пружини

Підрамник (рисунок 2.10), який є каркасом підвіски, прикріплений до кузова автомобіля чотирма силовими болтами. Ззаду до підрамника прикріплені скоби (5) для кріплення штанги стабілізатора поперечної стійкості (рисунок 2.11). Важіль підвіски (рисунок 2.12) (1) прикріплений до підрамника двома болтами (3). Кульова опора запресована в отвір важеля підвіски (10) та прикріплена стяжним болтом у поворотному кулаку передньої підвіски (9)





Рисунок 2.10 – Загальний вигляд підрамника передньої підвіски:

- 1 – передні відведення для болтів кріплення підрамника до кузова;
- 2 – кронштейни для кріплення важеля підвіски; 3 – отвори для задніх болтів кріплення підрамника, а також стабілізатора поперечної стійкості;
- 4 – кронштейн для кріплення гумової подушки підвіски вихлопної системи;
- 5 – кріплення для задньої опори силового агрегату

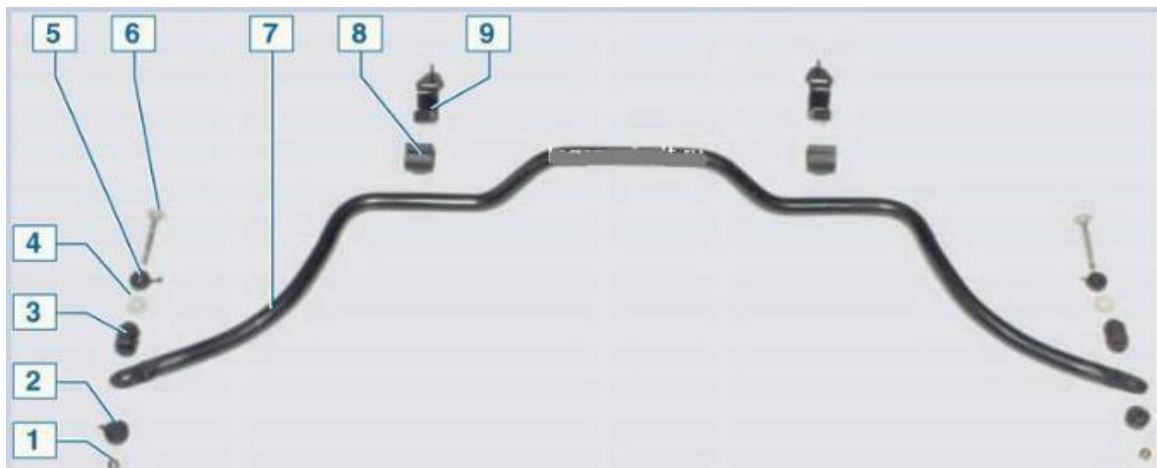


Рисунок 2.11 – Стабілізатор поперечної стійкості

- 1 – гайка; 2 – нижня гумова втулка; 3 – проміжна гумометалева втулка;
- 4 – пластмасова шайба; 5 – верхня гумова втулка; 6 – гвинт; 7 – штанга стабілізатора; 8 – подушка штанги стабілізатора; 9 – скоба кріплення до підрамника

Штанга стабілізатора (7) поперечної стійкості має гнуту форму і ізотується зі спеціальної сталі. За допомогою скоб та гумових подушок (8, 9) кріпиться до підрамника. Її кінці з'єднані з важелем підвіски.



Рисунок 2.12 – Важіль передньої підвіски

1 – важіль; 2 – пильник опори; 3 – кульова опора (впресована в важіль);  
4 – сайлент-блок



Рисунок 2.13 – Маточинний вузол переднього колеса

1 – поворотний кулак; 2 – підшипник маточини; 3 – встановлююче кільце датчика швидкості; 4 – маточина колеса

Підшипники маточини, встановлені на моделях з ABS, відрізняються від підшипників моделей без ABS, і не можуть бути взаємозамінні. Гайки підшипників однакові.

Колісні підшипники з часом зношуються, це може призвести до погіршення керуваності.

Потрібно перевіряти наявність вільного ходу у підшипниках, спробувавши перемістити колесо вперед та назад на маточині. Також перевіряти, що колесо обертається плавно, без заїдань.

При виявленні вільного ходу в маточині або якщо колесо не обертається плавно, колісні підшипники необхідно зняти і перевірити на наявність слідів зносу і пошкоджень.

## 2.2 Розрахунок підвіски і пружного елемента

### 2.2.1 Розрахунок та побудова пружної характеристики

Для задоволення вимоги плавності ходу підвіска повинна забезпечувати певний закон зміни вертикальної реакції на колесо в залежність від прогину – ця залежність називається пружною характеристикою підвіски.

Знайдемо статичний прогин підвіски:

$$f_{cm} = \frac{g}{4 \cdot \pi^2 \cdot \nu^2}, \quad (2.1)$$

де  $\nu$  – частота власних коливань безпружних мас, 1,3 Гц.

$$f_{cm} = \frac{9,81}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 1,3^2} = 0,147 \text{ мм.}$$

Зусилля на пружному елементі при статичному прогині визначимо з навантаження на одне колесо:

$$P_{cm} = \frac{G_a}{4}, \quad (2.2)$$

де  $G_a$  – вага автомобіля.

Для знаходження динамічного навантаження та динамічного прогину пружини скористаємося такими співвідношеннями:

$$f_d = f_{cm} = 147 \text{ мм}, \quad (2.3)$$

$$P_d = P_{cm} \cdot K_d, \quad (2.4)$$

де  $K_d = 2..2,5$  – для легкових автомобілів (приймаємо  $K_d = 2,3$  ).

$$P_d = 3920 \cdot 2,3 = 9016 \text{ Н}.$$

Задамо повний хід підвіски, який для легкових автомобілів дорівнює 180 – 250 мм (прийmemo  $f_n = 220$  мм).

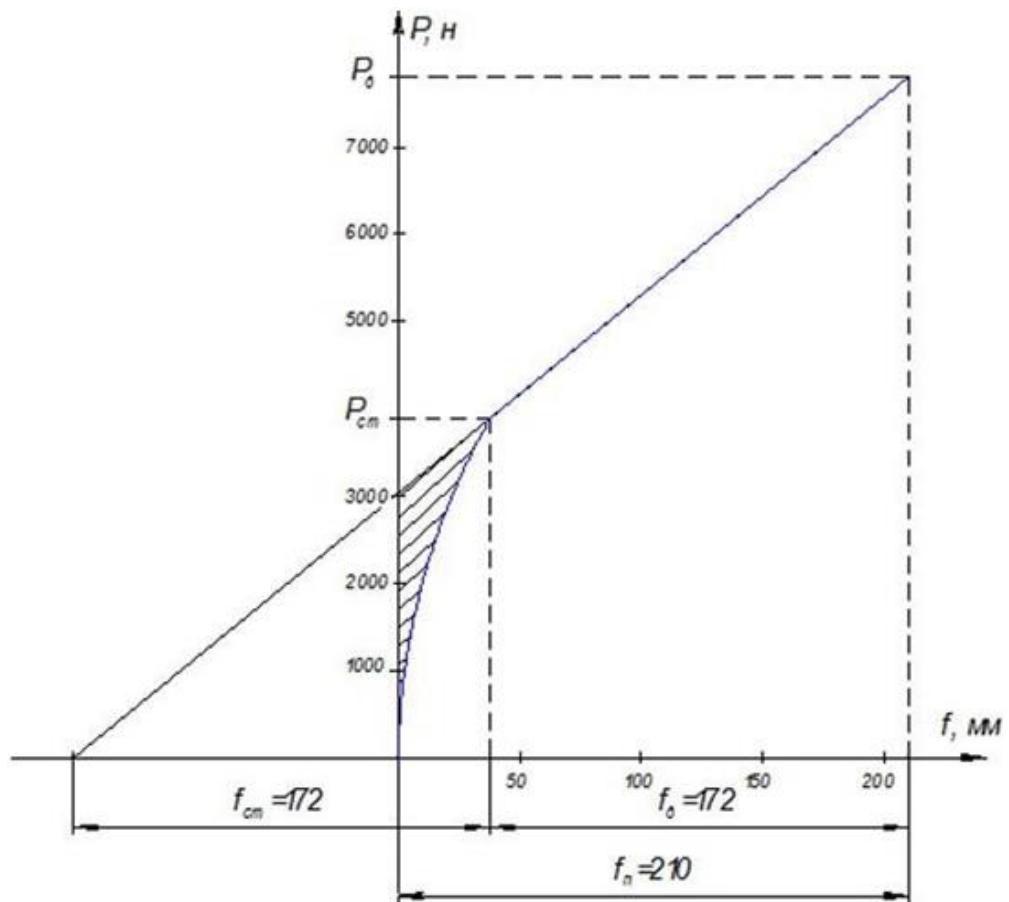


Рисунок 2.14 – Пружна характеристика підвіски

### 2.2.2 Визначення жорсткості

Жорсткість основної пружини визначається за формулою:

$$c = \frac{P_{cm}}{f_{cm}}, \quad (2.5)$$

$$c = \frac{3920}{0,147} = 26,66 \text{ kH/м.}$$

### 2.2.3 Розрахунок пружного елемента підвіски

Конструкція задньої підвіски забезпечує рівність переміщень пружини і колеса, отже жорсткість пружини дорівнює жорсткості підвіски.

Жорсткість пружини визначається за наступним рівнянням:

$$c = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot n \cdot D^3}, \quad (2.5)$$

де  $G$  – модуль зсуву, для сталі, дорівнює  $7,85 \cdot 10^4$  МПа;

$n$  – число робочих витків;

$d$  – діаметр перерізу витка пружини, 15мм;

$D$  – середній діаметр витка пружини, 150 мм. Звідси знайдемо число робочих витків:

$$n = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot c \cdot D^3}, \quad (2.7)$$

$$n = \frac{7,85 \cdot 10^{10} \cdot 0,015^4}{8 \cdot 22790 \cdot 0,15^3} = 6,45$$

Приймаємо  $n=7$ .

Число витків  $n+2=9$ .

Напруження циліндричної пружини:

$$\tau_{\text{пр}} = \frac{8 \cdot P_{\text{max}} \cdot D}{\pi \cdot d^3} \leq [\tau], \quad (2.8)$$

$$[\tau] = 800 \dots 1000,$$

$$\tau_{\text{пр}} = \frac{8 \cdot 7840 \cdot 0,15}{3,14 \cdot 0,015^3} = 687,75 \text{ МПа.}$$

У цьому розділі були розраховані статичний і динамічний прогин підвіски, побудована її пружна характеристика і визначено розміри пружного елемента, яким у цій конструкції є циліндрична пружина.

### 2.3 Технічні несправності підвіски автомобіля Renault Logan

Під час планового ТО або з появою деяких симптомів, наприклад, сторонній стукіт, скрип, зміна відчуттів від їзди (підвіска стала сильно жорсткою або м'якою), проводиться діагностика підвіски. Варто зазначити деякі моменти, на які необхідно звернути особливу увагу:

- пильовики кульових опор повинні бути візуально цілими, також необхідно перевірити наявність кульових люфтів. Щоб перевірити люфт, треба натиснути на гальмо та виконувати вертикальні рухи колесом. Якщо виявили якісь дефекти, то фахівці Рено рекомендують провести зміну всього важеля відразу.

- перевірити всі елементи на наявність суттєвих сколів та тріщин, які можуть виникнути при контактах автомобіля з дорожнім покриттям.

- перевірити важелі щодо наявності деформацій.

- вивчити цілісність шарнірів, гумових подушок, сайлентблоків та стійок.

- перевірити стан захисного чохла, а також ступінь затягування всіх кріплень.

Під час діагностики задньої підвіски перевіряють наступні параметри:

- пошкодження кузова, кріплень та всіх елементів підвіски, дефекти можуть виникнути внаслідок контакту з дорожнім покриттям;

- стан гумок та втулок;

- ступінь затягування болтів;

- цілісність стійок (стан ущільнювачів, наявність запотівань та витоків);

- стан сайлентблоків;

- люфт у маточинах (похитати колесо вертикально);

- стан пружин та прокладок.

Стук в підвісці може бути викликаний різними причинами, серед яких можна виділити наступні: можливо ослаблене кріплення скоб кріплення штанги стабілізатора поперечної стійкості, або її кріплення до важеля підвіски, можливо зносилися гумові подушки стабілізатора і їх потрібно замінити, можливий знос гумової основи верхньої. можливе зношування кульових шарнірів, можливе зношування підшипника маточини, або ослаблена гайка його кріплення, буває що ламається амортизаторна пружина, можливе биття через не відбалансовані колеса.

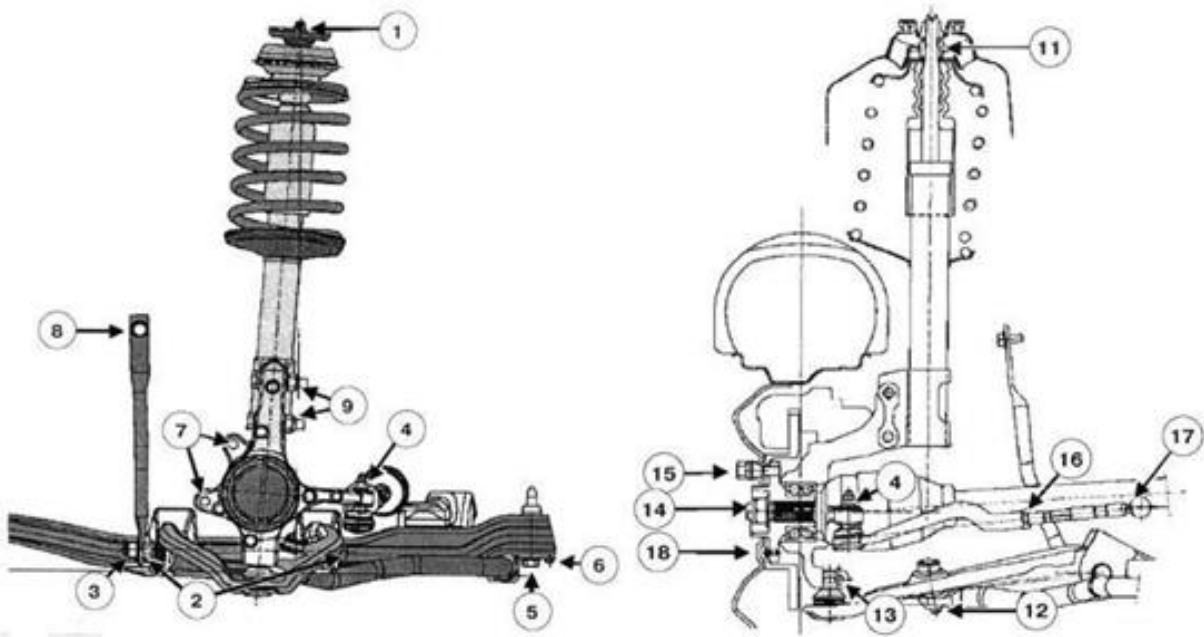


Рисунок 2.15 – Моменти затяжки різьбових з'єднань елементів передньої підвіски

1 – гайка кріплення амортизаторної стійки до кузова – 44 Нм; 2 – болти кріплення нижнього важеля – 105 Нм; 3 – болт кріплення тяги до підрамника – 62 Нм; 4 – гайка наконечника кермової тяги – 37 Нм; 5 – болт кріплення стабілізатора поперечної стійкості – 105 Нм; 6 – гайка кріплення стабілізатора поперечної стійкості – 8 Нм; 7 – болти кріплення гальмівного супорта – 105 Нм; 8 – болт кріплення тяги до кузова – 21 Нм; 9 – болти кріплення амортизаторної стійки до поворотного кулака – 105 Нм; 11 – гайка кріплення чашки пружини – 62 Нм; 12 – гайка кріплення наконечника кермової тяги – 14 Нм; 13 – болт кріплення кульової опори нижнього важеля – 62 Нм; 14 – гайка півосі – 280 Нм; 15 – болти кріплення колеса; 16 – регульовальна гайка – 50 Нм; 17 – кульова опора до кермового механізму – 34 Нм; 18 – болт кріплення гальмівного диска – 14 Нм

Якщо колеса накачані з різним тиском, або мають велику різницю у зносі, то автомобіль може відводити убік, так що якщо під час руху раптово почало відводити убік, то це може свідчити про прокол колеса.

Відведення убік може бути обумовлено порушенням кутів установки коліс і кутів розвалу, а оскільки їх регулювання конструкцією не передбачено, то виправити це можна замінивши деталі, що зносилися, і підтягнувши всі ослаблені кріплення передньої підвіски.

## 2.4 Тяговий розрахунок

### 2.4.1 Вихідні дані

Прототип “ Renault Logan”;

Повна маса  $m = 1578$  кг;

Максимальна швидкість  $V_{\max} = 44,4$  м/с;

Максимальний опір руху  $\psi_{\max} = 0,38$ ;

Коефіцієнт опору повітря  $k = 0,281$  Нс<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>;

Площа лобового опору  $F = 1,74$  м<sup>2</sup>;

Коефіцієнт оборотності двигуна  $\eta_n = 36,8$ ;

Маса, що доводиться на передній міст  $m_1 = 789$  кг;

Маса, що доводиться на задній міст  $m_2 = 789$  кг.

### 2.4.2 Вибір шин

Навантаження на одне колесо:

– передньої осі, Н:

$$K_1 = \frac{G_1}{2}, \quad (2.9)$$

$$K_1 = \frac{777 \cdot 9,81}{2} = 3811 \text{ Н.}$$

– задньої осі, Н:

$$K_2 = \frac{G_2}{2}, \quad (2.10)$$

$$K_2 = \frac{777 \cdot 9,81}{2} = 3811 \text{ Н.}$$

Шини вибираються по більшому навантаженню. При максимальному навантаженні на колесо вибираємо шини 175/70 R13 [20].

Розрахунковий радіус колеса, м:

$$r_k = \left[ \frac{d+t \cdot (1-c)}{2} \right] \cdot 0,0254, \quad (2.11)$$

де  $d$  – діаметр обода колеса, рівний 14 дюймів;



$t$  – висота профілю шини, рівна 6,15 дюймів;

$c$  – коефіцієнт деформації шини, для автомобілів складає 0,13;

$$r_k = \left[ \frac{14 + 6,15 \cdot (1 - 0,13)}{2} \right] \cdot 0,0254 = 0,313$$

### 2.4.3 Вибір двигуна

Згідно рекомендації вибираємо двигун без обмежувача числа оборотів.

Ефективна потужність двигуна, Вт:

$$N_{Vmax} = \frac{G \cdot f \cdot V_{max} + K_B \cdot F \cdot V_{max}^3}{\eta_m}, \quad (2.12)$$

де  $G$  – вага автомобіля, Н;

$f$  – коефіцієнт опору коченню, дорівнює 0,026;

$V_{max}$  – максимальна швидкість, дорівнює 44,44 м/с;

$K_B$  – коефіцієнт опору повітря, дорівнює 0,281 Н·с<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>;

$F$  – площа лобового опору, дорівнює 1,74 м<sup>2</sup>;

$\eta_m$  – ККД трансмісії, дорівнює 0,91.

$$G = m \cdot g, \quad (2.13)$$

де  $m$  – повна маса автомобіля, дорівнює 1554 кг.

$$G = 1554 \cdot 9,81 = 15244$$

$$N_{Vmax} = \frac{15244 \cdot 0,026 \cdot 44,44 + 0,281 \cdot 1,74 \cdot 44,44^3}{0,91} = 66511$$

Максимальна потужність двигуна, Вт:

$$N_{max} = \frac{N_{Vmax}}{\left( a \cdot \frac{n_{Vmax}}{n_{Nmax}} + b \cdot \frac{n_{Vmax}^2}{n_{Nmax}} - \frac{n_{Vmax}^3}{n_{Nmax}} \right)}, \quad (2.14)$$

де  $a, b$  – коефіцієнти, дорівнюють 1 для двигуна;

$\frac{n_{Vmax}}{n_{Nmax}}$  – співвідношення, дорівнює 1,15 – 1,25 [20].

$$N_{max} = \frac{106703}{(1,2 + 1,2^2 - 1,2^3)} = 116999.$$

Визначимо оберти двигуна при максимальній швидкості і максимальній потужності, об/хв:

$$n_{Vmax} = \eta_n \cdot V_{max}, \quad (2.15)$$

де  $\eta_n$  – коефіцієнт оборотності двигуна, дорівнює 36,8.

$$n_{Vmax} = 36,8 \cdot 160 = 5888$$

$$n_{Vmax} = \frac{n_{Vmax}}{1,2}, \quad (2.16)$$

$$n_{Vmax} = \frac{5888}{1,2} = 4906,6.$$

Використовуючи нижче приведені рівняння, будемо характеристику  $N=f(n)$ :

$$N = N_{max} \left[ a \frac{n}{n_{Nmax}} + b \left( \frac{n}{n_{Nmax}} \right)^2 - \left( \frac{n}{n_{Nmax}} \right)^3 \right], \quad (2.17)$$

де  $a$  і  $b$  – коефіцієнти, залежні типу двигуна і сумішоутворення, відповідно дорівнюють 1;

$n$  – поточне значення обертів двигуна.

Рівняння моментів:

$$M = \frac{30 \cdot N}{\pi \cdot n}, \quad (2.18)$$

Таблиця 2.1 – Дані для побудови характеристик  $N=f(n)$  і  $M=f(n)$ 

n, об/хв	W, рад/с	N, кВт	M, Нм
850	89,01	14,44	162,26
1500	157,00	27,05	172,27
2500	261,67	46,48	177,62
3500	366,33	62,70	171,17
4000	418,67	68,46	163,51
4906,67	513,56	72,98	142,11
5888	616,28	66,56	108,00

Побудовані характеристики представлені на рисунку 2.16.

#### 2.4.4 Визначення передавальних чисел силової передачі

Передавальне число головної передачі визначається по рівнянню з роботи [20]:

$$i_0 = 0,377 \cdot \eta_n \cdot r_k, \quad (2.19)$$

$$i_0 = 0,377 \cdot 36,8 \cdot 0,301 = 4,17.$$

Передавальне число першої передачі визначається виходячи з умови, що вся тягова сила витрачається на подолання дорожніх опорів:

$$i_1 = \frac{G \cdot \psi_{max} \cdot r_k}{M_{max} \cdot i_0 \cdot \eta_m}, \quad (2.20)$$

де  $\psi_{max}$  – максимальний опір руху, дорівнює 0,38.

$$i_1 = \frac{15244 \cdot 0,38 \cdot 0,301}{177,4 \cdot 4,17 \cdot 0,91} = 2,59.$$

Перевірка на умову буксування:

$$i_1 \leq \frac{G_2 \cdot m_{n2} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{max} \cdot i_0 \cdot \eta_m}, \quad (2.21)$$

де  $m_{n2}$  – перерозподіл ваги, дорівнює 1,1;

$\varphi$  – коефіцієнт зчеплення, дорівнює 0,7.

$$i_1 \leq \frac{777 \cdot 9,81 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot 0,301}{177,4 \cdot 4,17 \cdot 0,91} = 2,62$$

Приймаємо п'ятиступінчасту коробку передач. Передаточні числа розраховуються по формулі:

$$i_n = \sqrt[k-1]{i_1^{k-n}}, \quad (2.22)$$

де  $n$  – номер передачі;

$k$  – кількість передач.

$$i_2 = \sqrt[5-2]{2,59^{5-2-1}} = 1,89,$$

$$i_3 = \sqrt[5-2]{2,59^{5-3-1}} = 1,37,$$

$$i_4 = \sqrt[5-2]{2,59^{5-4-1}} = 1,$$

$$i_5 = \sqrt[5-2]{2,59^{5-5-1}} = 0,73.$$

Передавальне число заднього ходу:

$$i_{3x} = 1,0 \cdot i_1, \quad (2.23)$$

$$i_{3x} = 1,0 \cdot 2,59 = 2,59.$$

#### 2.4.5 Вибір динамічної характеристики автомобіля

Для побудови динамічної характеристики необхідно знайти залежність динамічного чинника від швидкості руху на різних передачах при повному

навантаженні. Також, для аналізу побудуємо динамічну характеристику при неповному навантаженні,  $m = 1100$  кг.

Значення динамічного чинника визначається по формулі:

$$D = \frac{P_k - P_w}{G}, \quad (2.24)$$

де  $P_k$  – тягова сила на ведучих колесах, Н;

$P_w$  – сила опору повітря, Н.

Таблиця 2.2 – Розрахунок динамічної характеристики для повної маси.

<i>n</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	1 передача		2 передача		3 передача		4 передача	
			<i>V/i1</i>	<i>D1</i>	<i>V/i2</i>	<i>D2</i>	<i>V/i3</i>	<i>D3</i>	<i>V/i4</i>	<i>D4</i>
850	14,45	162,46	2,48	0,35	3,40	0,25	4,68	0,18	6,42	0,13
1500	27,05	172,27	4,37	0,37	5,99	0,27	8,27	0,19	11,33	0,14

Таблиця 2.3 – Розрахунок динамічної характеристики для неповної маси.

<i>n</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	1 передача		2 передача		3 передача		4 передача	
			<i>V/i1</i>	<i>D1</i>	<i>V/i2</i>	<i>D2</i>	<i>V/i3</i>	<i>D3</i>	<i>V/i4</i>	<i>D4</i>
850	14,45	162,46	2,48	0,49	3,40	0,36	4,68	0,26	6,42	0,19
1500	27,05	172,27	4,37	0,52	5,99	0,38	8,27	0,27	11,33	0,20
2500	46,48	177,62	7,29	0,54	9,99	0,39	13,78	0,28	18,88	0,19
3500	62,70	171,17	10,20	0,51	13,98	0,37	19,29	0,26	26,43	0,17
4000	68,46	163,51	11,66	0,49	15,98	0,35	22,04	0,24	30,20	0,15
4906,67	72,98	142,11	10,32	0,59	19,60	0,47	27,04	0,38	37,05	0,10
5888	66,56	108,00	17,16	0,31	23,52	0,21	32,45	0,13	44,46	0,04

$$P_k = \frac{M \cdot i_1 \cdot i_0}{r_k} \eta_m, \quad (2.25)$$

$$P_w = K_B \cdot F \cdot V^2, \quad (2.26)$$

Швидкість руху на  $i$ -ій передачі:

$$V_i = 0,1046 \frac{n \cdot r_k}{i_i \cdot i_0}, \quad (2.27)$$

Розрахунок динамічної характеристики зручно проводити по таблицям 2.2 і 2.3.

Динамічна характеристика для повної маси автомобіля і неповної маси зображена на рисунку 2.17.

#### 2.4.6 Побудова графіка граничних прискорень

Для будь-якої швидкості на кожній передачі по кривій динамічної характеристики можна визначити прискорення, користуючись формулою:

$$\frac{dV}{dt} = (D - \psi) \cdot \frac{g}{\delta}, \quad (2.28)$$

де  $\psi$  – коефіцієнт опору коченню для даного типу дорожнього покриття (приймається асфальт в задовільному стані), дорівнює 0,0237;

$\delta$  – коефіцієнт приведених мас.

$$\delta_i = 1,03 + 0,05 i_i^2, \quad (2.29)$$

$$\delta_1 = 1,03 + 0,05 \cdot 2,59^2 = 1,37,$$

$$\delta_2 = 1,03 + 0,05 \cdot 1,89^2 = 1,21$$

$$\delta_3 = 1,03 + 0,05 \cdot 1,37^2 = 1,12$$

$$\delta_4 = 1,03 + 0,05 \cdot 1^2 = 1,08$$

$$\delta_5 = 1,03 + 0,05 \cdot 0,73^2 = 1,06.$$

Дані для побудови графіка граничних прискорень приведені в таблиці 2.4 і таблиці 2.5.

Графік граничних прискорень представлений на рисунку 2.18.

Таблиця 2.4 – Дані для побудови графіка граничних прискорень для повної маси автомобіля

n, об/хв	1 передача		2 передача		3 передача		4 передача	
	V, м/с	dV/dt, м/с <sup>1</sup>	V,	dV/dt, м/с <sup>1</sup>	V, м/с	dV/dt, м/с <sup>1</sup>	V,	dV/dt, м/с <sup>1</sup>
850	2,48	2,36	3,40	1,90	4,68	1,43	6,42	1,03
1500	4,37	2,50	5,99	2,01	8,27	1,51	11,33	1,08
2700	7,29	2,58	9,99	2,07	13,78	1,53	18,88	1,05
3500	10,20	2,47	13,98	1,96	19,29	1,41	26,43	0,90
4000	11,66	2,34	15,98	1,85	22,04	1,31	30,20	0,78
4906,66	14,30	2,00	19,60	1,54	27,04	1,03	37,05	0,42
5888	17,16	1,45	23,52	1,06	32,45	0,60	44,46	0,057

Таблиця 2.5 – Дані для побудови графіка граничних прискорень для неповної маси автомобіля

n, об/хв	1 передача		2 передача		3 передача		4 передача	
	V, м/с	dV/dt, м/с <sup>1</sup>	V,	dV/dt, м/с <sup>1</sup>	V, м/с	dV/dt, м/с <sup>1</sup>	V,	dV/dt, м/с <sup>1</sup>
850	2,48	3,39	3,40	2,75	4,68	2,09	6,42	1,53
1500	4,37	3,60	5,99	2,91	8,27	2,21	11,33	1,59
2700	7,29	3,70	9,99	2,98	13,78	2,23	18,88	1,56
3500	10,20	3,54	13,98	2,83	19,29	2,07	26,43	1,35
4000	11,66	3,37	15,98	2,67	22,04	1,92	30,20	1,18
4906,66	14,30	3,35	19,60	3,07	27,04	2,71	37,05	0,76
5888	17,16	2,11	23,52	1,57	32,45	0,92	44,46	0,15

#### 2.4.7 Визначення часу розгону

Повний час розгону в межах зміни швидкості руху від V1 визначається по формулі:

$$t = \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{j}, \quad (2.30)$$

де j – прискорення автомобіля, м/с<sup>2</sup>.

Для визначення часу розгону будується графік величин, зворотних прискоренням  $1/j = f(V)$  (рисунок 2.19), результат приведений в таблиці 2.6 і таблиці 2.7. Розрахунок ведеться до швидкості  $0,95 \cdot V_{\max}$ .

Таблиця 2.6 – Визначення величин, зворотних прискорень для повної маси автомобіля

n, об/хв	1 передача		2 передача		3 передача		4 передача	
	V, м/с	1/j	V, м/с	1/j	V, м/с	1/j	V, м/с	1/j
850	2,48	0,42	3,40	0,53	4,68	0,70	6,42	0,97
1500	4,37	0,40	5,99	0,50	8,27	0,66	11,33	0,93
2700	7,29	0,39	9,99	0,48	13,78	0,65	18,88	0,95
3500	10,20	0,41	13,98	0,51	19,29	0,71	26,43	1,11
4000	11,66	0,43	15,98	0,54	22,04	0,77	30,20	1,28
4906,66	14,30	0,50	19,60	0,65	27,04	0,97	37,05	2,06
5888	17,16	0,69	23,52	0,94	32,45	1,67	44,46	18,58

Таблиця 2.7 – Визначення величин, зворотних прискорень для неповної маси автомобіля

n, об/хв	1 передача		2 передача		3 передача		4 передача	
	V, м/с	1/j	V, м/с	1/j	V, м/с	1/j	V, м/с	1/j
850	2,48	0,30	3,40	0,36	4,68	0,48	6,42	0,66
1500	4,37	0,28	5,99	0,34	8,27	0,45	11,33	0,63
2700	7,29	0,27	9,99	0,34	13,78	0,45	18,88	0,64
3500	10,20	0,28	13,98	0,35	19,29	0,48	26,43	0,74
4000	11,66	0,30	15,98	0,37	22,04	0,52	30,20	0,85
4906,66	14,30	0,30	19,60	0,33	27,04	0,37	37,05	1,31
5888	17,16	0,47	23,52	0,64	32,45	1,09	44,46	6,62

Для побудови графіка часу розгону автомобіля вся площа, обмежена графіком, віссю абсцис і двома ординатами, розбивається на елементи  $F_n$ . Час розгону в інтервалі швидкостей від  $V_n$  до  $V_{n1}$  визначається як відношення:

$$t_n = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{m_t}, \quad (2.31)$$

де  $m_t$  – масштаб, в якому будувався графік  $1/j = f(V)$ .



Після розрахунку часу розгону будується графік залежності  $t = f(V)$  на всіх ступенях, тобто при розгоні автомобіля з місця до  $0,95 \cdot V_{\max}$ .

Маючи залежність часу розгону від швидкості руху автомобіля, можна визначити той шлях, який проходить автомобіль за час розгону до заданої швидкості.

#### 2.4.8 Визначення шляху розгону автомобіля

Шлях розгону визначається аналогічно часу розгону. Для побудови графіка шляху розгону автомобіля вся площа, обмежена графіком, віссю абсцис і двома ординатами, розбивається на елементи,  $F_n$ . Шлях розгону в інтервалі швидкостей від  $V_n$  до  $V_{n+1}$  визначається як відношення:

$$S_n = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{m_s}, \quad (2.32)$$

де  $m_s$  – масштаб, в якому будувався графік  $t = f(V)$ .

Після розрахунку часу розгону будується графік залежності  $S = f(V)$  на всіх ступенях, тобто при розгоні автомобіля з місця до  $0,95 \cdot V_{\max}$ .

Графік шляху розгону для повної маси автомобіля показано на рисунку 2.21, розрахунок в таблиці 2.10, для неповної маси в таблиці 2.11.

Таблиця 2.8 – Розрахунок часу розгону для повної маси автомобіля.

V, м/с	t, с
0	0
11	2
15	4
19	6
30	20
42	50

Таблиця 2.9 – Розрахунок часу розгону для неповної маси автомобіля.

V, м/с	t, с
0	0
15	2
18	4
22	6
35	20
45	50

Таблиця 2.10 – Розрахунок шляху розгону для повної маси автомобіля.

V, м/с	S, м
0	0
11	20
22	200
27	300
35	600
42	1000

Таблиця 2.11 – Розрахунок шляху розгону для неповної маси автомобіля.

V, м/с	S, м
0	0
15	20
26	200
31	300
39	600
45	1000

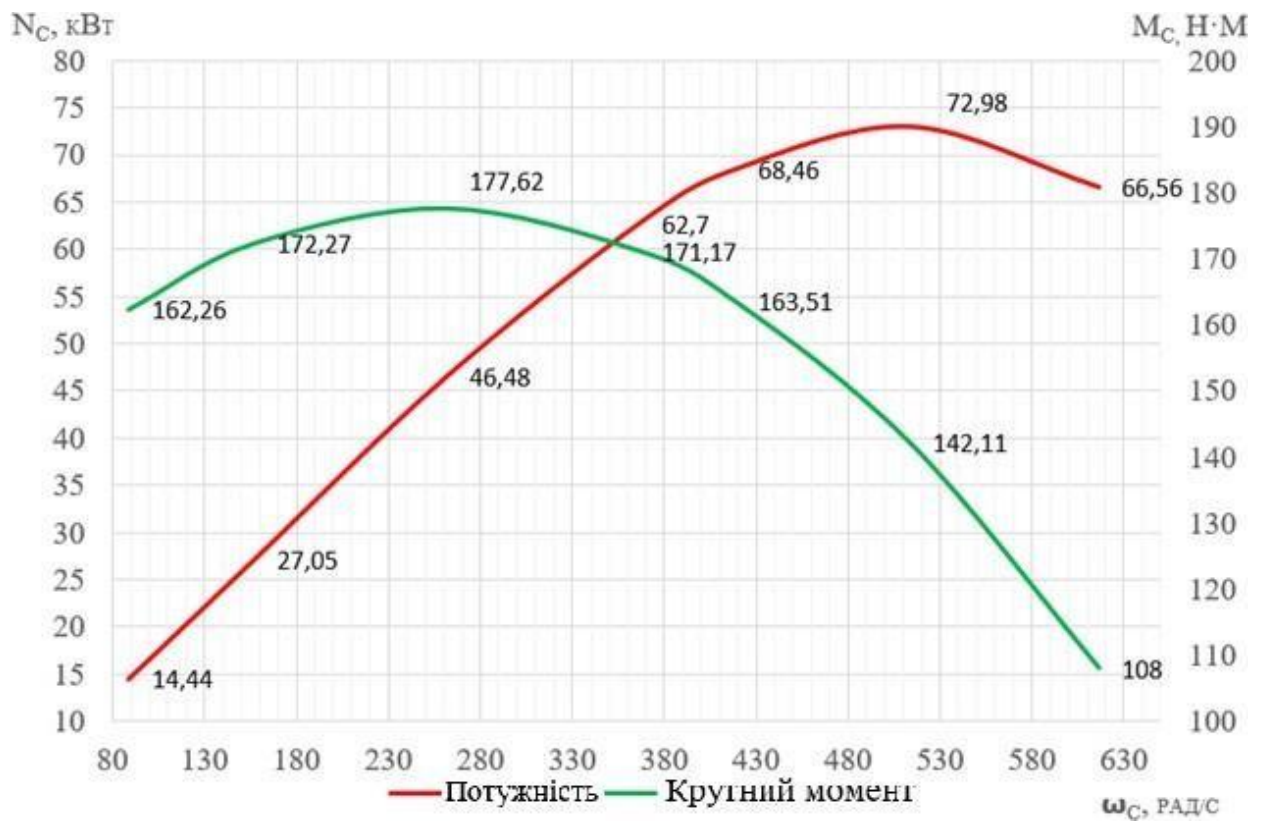


Рисунок 2.16 – Залежність моменту та потужності двигуна від обертів

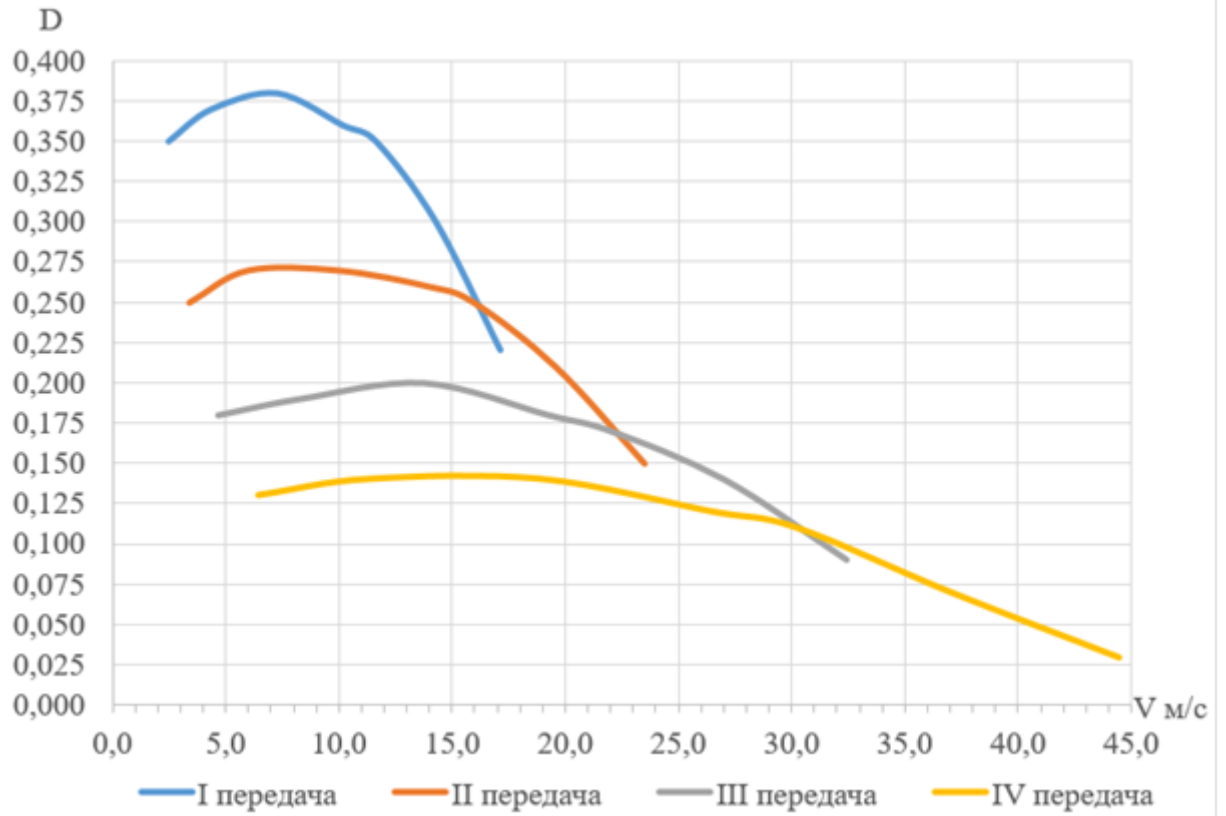


Рисунок 2.17 – Динамічна характеристика

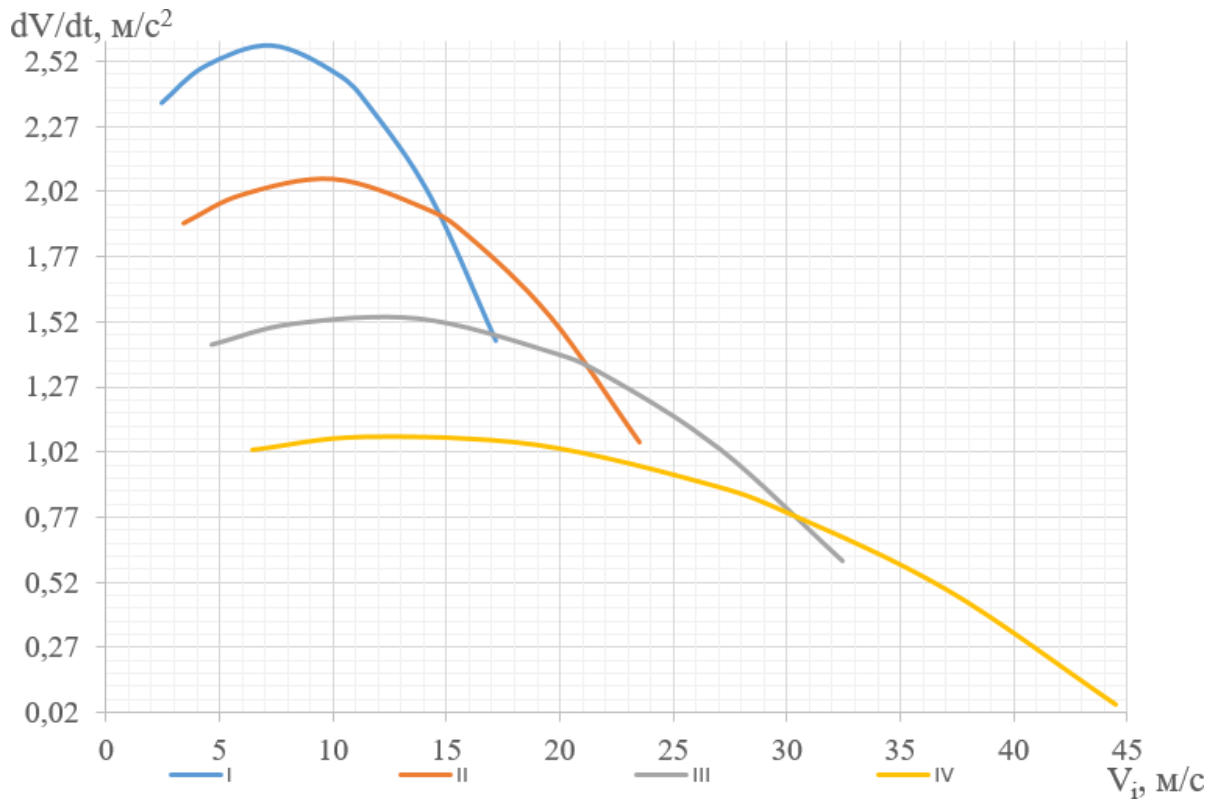


Рисунок 2.18 – Графік граничних прискорень

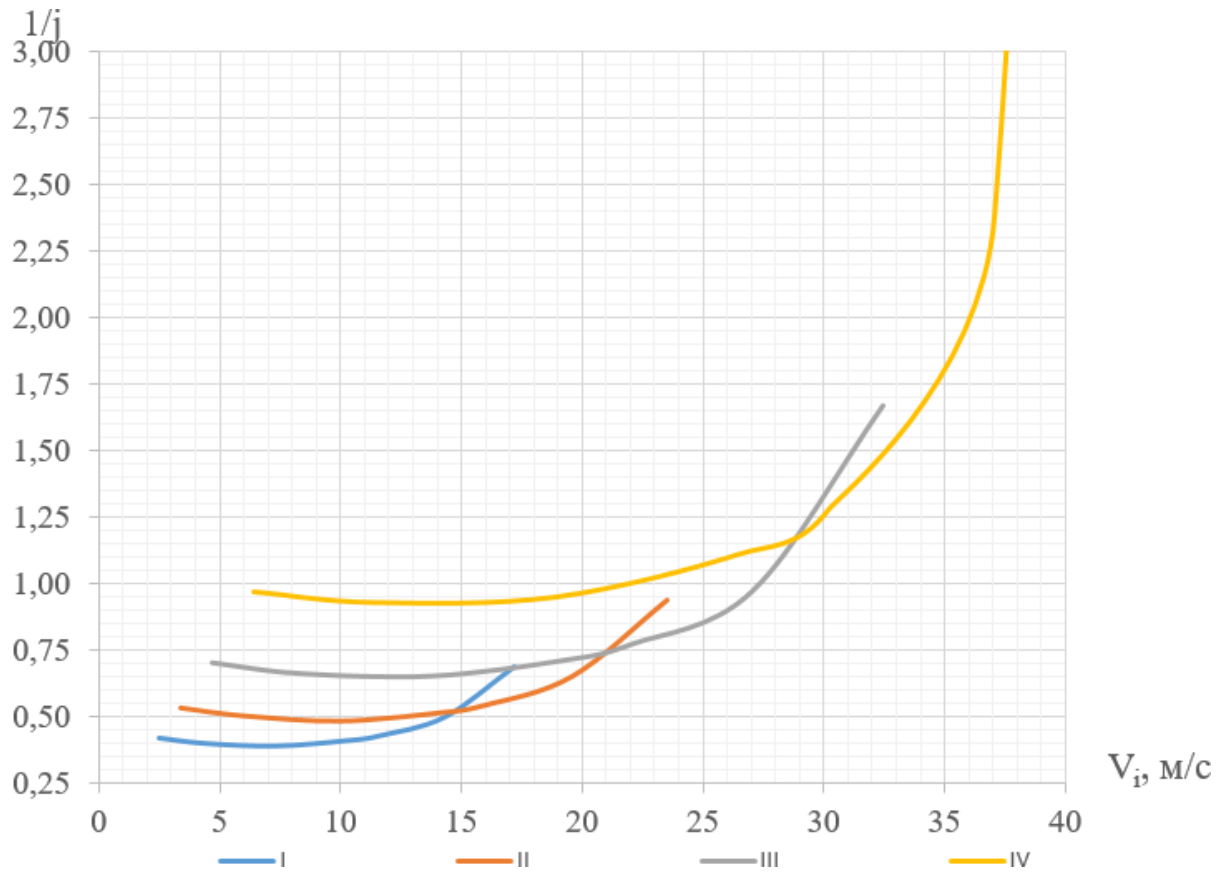


Рисунок 2.19 – Графік величин, зворотних прикорень

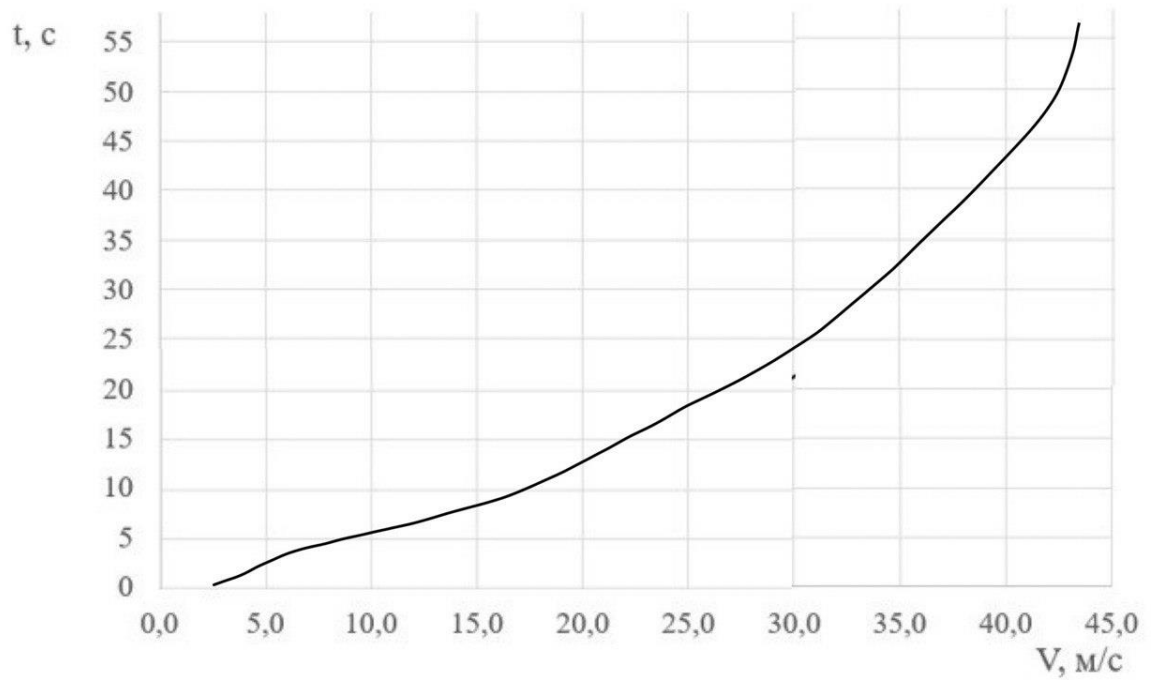


Рисунок 2.20 – Графік часу розгону

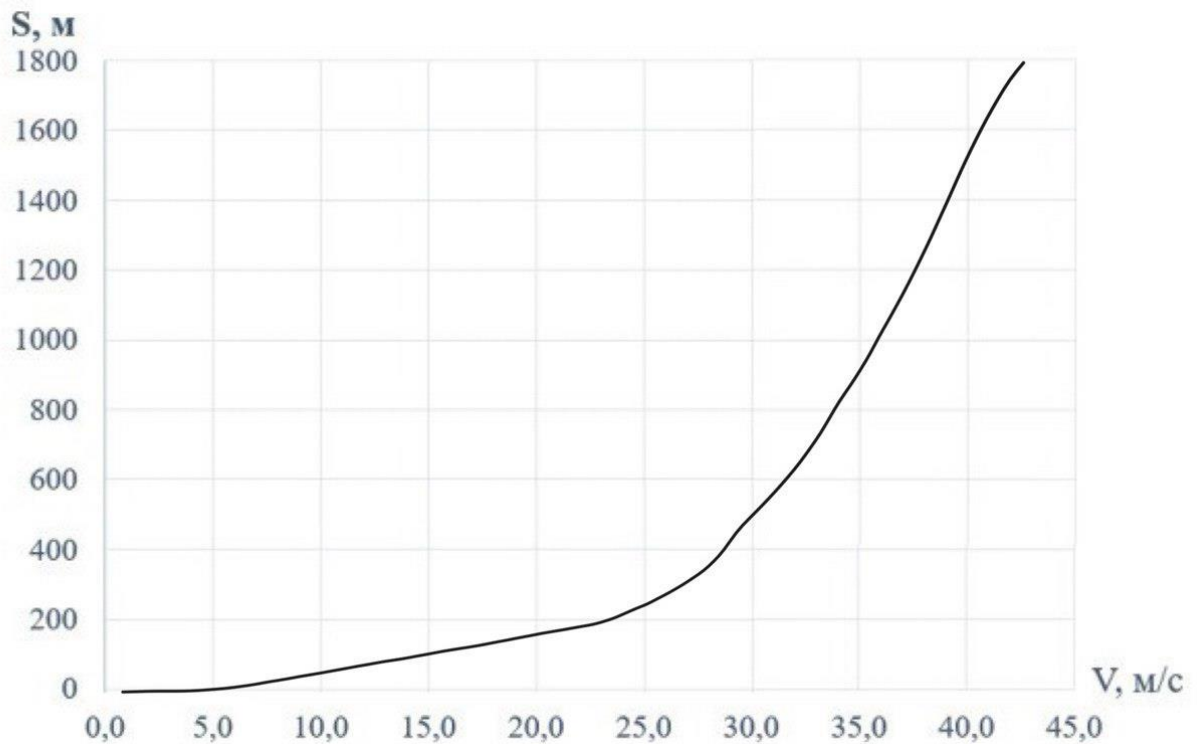


Рисунок 2.21 – Графік шляху розгону

За результатами розрахунків побудовані теоретичні тягові характеристики, які приведені на рисунках 2.17 – 2.21.

Виконані розрахунки дозволили отримати інформацію про тягово-швидкісні і потужносні характеристики автомобіля Renault Logan та на підставі цього підтверджено високі експлуатаційні показники автомобіля, що дозволить ефективно експлуатувати його в кліматичних умовах України.

## **3 УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ**

### **3.1 Вибір обладнання для діагностики підвіски автомобіля**

#### **3.1.1 Основні види технічного діагностування на СТО**

Основою технічної політики на підприємствах автосервісу є планово-попереджувальна система технічного обслуговування автомобільного транспорту та ремонт за потребою – поточний ремонт. Технічне обслуговування є профілактичним заходом, що є комплексом робіт, спрямованих на попередження відмов і несправностей, забезпечення повної працездатності агрегату, вузла або системи автомобіля. Технічне обслуговування проводиться у плановому порядку через певні пробіги чи певний час експлуатації автомобіля. Автомобіль з несправними агрегатами, вузлами, системами та деталями, що загрожують безпеці руху, не повинен бути випущений на лінію. Інші несправності, що не впливають на безпеку руху та не пов'язані з інтенсивним зношуванням при передчасному руйнуванні деталей, можуть бути усунені після завершення поїздки.

Вимоги до технічного стану автомобіля встановлюються чинними «Правилами технічної експлуатації рухомого транспорту» та «Правилами дорожнього руху». До комплексу робіт з технічного обслуговування входять: збирально-мийні, контрольно-діагностичні, кріпильні, регульовальні, заправні, мастильні та шинні роботи. Якщо при технічному обслуговуванні не можна переконатися у повній справності окремих вузлів, їх слід зняти з автомобіля для діагностування на стендах та спеціальних приладах.

Ремонт є комплексом робіт чи операцій з усунення виниклих відмов чи несправностей і відновлення повної працездатності автомобіля, агрегату, системи, вузла не більше експлуатаційних характеристик, встановлених виробником.

Технічне діагностування є процесом встановлення технічного стану агрегатів, вузлів, систем та механізмів автомобіля з встановленою точністю за допомогою приладів та пристроїв без розбирання об'єкта діагностування. Діагностування дає можливість виявити несправності, усунення яких необхідні регульовальні чи ремонтні роботи. За призначенням, обсягом робіт, місцем та часом проведення діагностування поділяють на безперервне та періодичне.

Безперервне діагностування проводить водій у процесі експлуатації автомобіля. Періодичне діагностування виконують через певний пробіг.

### 3.1.2 Обладнання для діагностики, обслуговування та ремонту підвіски

Для діагностування технічного стану деталей підвіски широко застосовують різні стенди та прилади, за допомогою яких можна оцінити технічний стан автомобіля перед проведенням операцій технічного обслуговування та проконтролювати якість виконаних робіт.

Для забезпечення зручного доступу до елементів підвіски автомобіля при проведенні техобслуговування використовуються оглядові канали, підйомники, естакади та ін. Найбільшого поширення на станціях технічного обслуговування набули оглядові канали та електромеханічні підйомники різних типів. Для проєктованої ділянки вибираємо чотирьохстійковий електрогідравлічний витяг з пневматичним керуванням стопорами. TLT440XW LAUNCH (рисунок 3.1), технічні характеристики вказані в таблиці 3.1.



Рисунок 3.1 – Чотирьохстійковий підйомник TLT440XW LAUNCH

Стенд для перевірки підвіски, вібростенд СПП-2500 (рисунок 3.2), основне завдання вібростенду полягає в тому, щоб сформувати подібні коливання, які з'являються під час пересування машини. Створюються коливання за допомогою гідравлічного вібратора або електродинамічного, якими оснащуються вібростенди для проведення діагностики підвіски машини. Колеса машини, якою в момент перевірки має бути з включеною "нейтралкою", крутяться за рахунок пересування валів вібростенду. Завдяки цьому, надаються

не тільки коливання, а й здійснюється імітація руху машини. Крім генерування вібрації імітують деякі моделі пристроїв ще й бічне хитання, саме так можна побачити несправності маточиних кульових опор та підшипників. На стенді встановлені датчики, під час вібрації вони фіксують спеціальні показання, що відбуваються заданий механізмом стенду.

Технічні характеристики представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики підйомника TLT440XW LAUNCH

Вантажопідйомність	4 т
Висота підйому	1900 мм
Час підйому	50 с
Висота підйомника	2172 мм
Довжина платформи	4240 мм
Довжина з трапами	5225 мм
Ширина підйомника	3445 мм
Ширина платформи	500 мм
Відстань між платформами	1394 мм
Потужність	2.2 кВт, 380 В
Вага підйомника	1550 кг



Рисунок 3.2 – Вібростенд СПП-2500



Таблиця 3.2 – Технічні характеристики вібростенду СПП-2500

Довжина кабеля	5500 мм
Переміщення платформи по горизонталі та вертикалі	50 мм
Переміщення платформи по діагоналі	71 мм
Потужність двигуна	2.6 кВт
Габаритні розміри	610×435×87 мм

Випресовувач сайлентблоків ПС-20. Універсальний гідравлічний набір (рисунок 3.3) призначений для випресовування та запресовування сайлентблоків, втулок та ін. деталей легкового та вантажного транспорту. Зусилля 18 тонн (таблиця 3.3), яке розвиває гідроциліндр, достатньо для випресовування деталей з посадкових точок.

Привід в дію здійснюється від гідравлічного ручного насоса, що розвиває тиск 700 бар.

За спецзамовленням пристрій може комплектуватися упорними чашками і фланцями, які максимально відповідатимуть вашим завданням.



Рисунок 3.3 – Випресовувач сайлентблоків ПС-20

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики ПС-20

Параметри	Значення
Максимальне зусилля випресовування (запресовування)	18 т
Максимальний хід поршня	105 мм
Діаметр чашок для роботи з сайлентблоками	1 шт для роботи з сайлентблоками до 50 мм 1 шт для роботи з сайлентблоками до 100 мм
Робоча рідина	мастило індустріальне І-20А
Температура навколишнього середовища	-10 град. +50 град.
Вага комплекту	12 кг

Стенд для стиснення стійок 1404А ЛТС (рисунок 3.4) застосовується для розбирання стійок багатьох марок автомобілів. Спеціальні пристрої для рівномірного стиснення пружини

Спеціальна система безпечної фіксації захватів гарантує швидку, безпечну високопродуктивну роботу

Наявність диска управління здійснює регулювання кріпильних елементів (у яких вміщена пружина) без особливих зусиль.



Рисунок 3.4 – Стенд для стиснення стійок 1404А ЛТС

Набір знімачів кульових опор та рульових наконечників FORCE (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 – Набір знімачів кульових опор та рульових наконечників FORCE

Набір для розбирання стійок універсальний FORCE (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 – Набір для розбирання стійок універсальний FORCE

Для стиснення пружин знадобиться стяжка (рисунок 3.7).



Рисунок 3.7 – Стяжка пружин 23-280 мм

Візок для інструментів GCAJ0001 TOPTUL (рисунок 3.8).



Рисунок 3.8 – Візок для інструментів



Рисунок 3.9 – Верстак TOPTUL



Рисунок 3.10 – Прес гідравлічний

Прес гідравлічний Torgin (рисунок 3.10) – це спеціальний пристрій для обробки різних матеріалів за допомогою тиску, що створюється. Даний прес є підлоговим, розвиває зусилля 20 т.

### 3.2 Розрахунок поста для діагностики підвіски

#### 3.2.1 Визначення нормованої витрати електричної енергії

Розрахунок нормативної річної витрати електроенергії  $W$  проводиться за трьома групами обладнання та однойменними споживачами.

Розрахунок для однойменних споживачів виконують з урахуванням таких умов:

а) при наявних однакових режимах роботи нормативний річний витрата електроенергії визначають за формулою:

$$W_i^n = P_i \cdot n_i \cdot D_i \cdot T_i \cdot K_i, \quad (3.1)$$

де  $W_i^n$  – нормативна річна витрата електроенергії однойменних споживачів за  $n$ -ю групою, кВт·год;

$P_i$  – встановлена потужність споживача, кВт;

$n_i$  – кількість однойменних споживачів;

$D_i$  – кількість робочих днів у споживача за рік;

$T_i$  – тривалість роботи споживача на добу, год;

$K_i$  – коефіцієнт використання потужності споживача.

б) при наявних різних значеннях  $D_i$ ,  $T_i$ ,  $K_i$  нормативний річний витрата електроенергії визначають із співвідношення:

$$W_i^n = P_i \cdot n_i \cdot D_{icc} \cdot T_{icc} \cdot K_{icc}, \quad (3.2)$$

де  $D_{icc}$ ,  $T_{icc}$ ,  $K_{icc}$  – середньоарифметичні значення показників по однойменним споживачам. Розраховують  $D_{icc}$  за допомогою формули:

$$D_{icc} = \frac{\sum_{j=1}^i D_{ji} \cdot m_{ji}}{\sum_{j=1}^i m_{ji}}, \quad (3.3)$$

де  $D_{ji}$  – число робочих днів у році однойменного споживача відповідної кількості;

$m_{ji}$  – число однойменних споживачів, що мають однакову кількість днів роботи в році.

Аналогічно розраховують  $T_{icc}, K_{icc}$ .

Визначення нормативної річної витрати для  $n$ -ї групи споживачів електроенергії провадиться за формулою:

$$W_n = \sum W_i^n, \quad (3.4)$$

Розрахунок нормативної річної витрати електроенергії всім джерел енергоспоживання заданого об'єкта виконується по формулі:

$$W = W_1 + W_2, \quad (3.5)$$

де  $W_1$  – нормативна річна витрата електроенергії технологічного обладнання, кВт·год;

$W_2$  – нормативна річна витрата електроенергії джерел освітлення,

Початкові дані та результати розрахунку зводяться в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Вихідні дані та результати розрахунку витрати електричної енергії

Споживач(марка, модель)	$n_i$ , шт	$P_i$ , кВт	$K_i$	$T_i$ , год	$D_i$ , днів	$W_i^n$ , кВт·год
1-а група технологічне обладнання						
Підйомник	1	3,5	0,4	2	305	854
Вібростенд	1	3,5	0,4	2	305	854
Всього, $W_1$						1708
2-а група освітлення						
Лампа ЛБ-40	3	0,05	1,0	6,2	305	283,6
Лампа ЛБ-20	3	0,05	1,0	6,2	305	283,6
Всього, $W_2$						567,2
$W$						2275

Нормативна річна витрата електроенергії споживачів 2275 кВт·год.

### 3.2.2 Визначення нормованої витрати теплової енергії

Річну нормовану витрату тепла на окрему будівлю розраховують з урахуванням обсягу будівлі, її виконання, призначення та типу системи опалення за формулою:

$$Q_{OTi} = q \cdot V \cdot (t_{BH} - t_{HB}) \cdot T_{OT} \cdot D_{OT} \cdot K_c, \quad (3.6)$$

де  $q$  – питома тепла характеристика будівлі (теплове навантаження), що залежить від конструктивного виконання будівлі, її ізоляції від зовнішнього середовища, ккал/м<sup>3</sup>·°C·год;

$V$  – внутрішній об'єм будівлі, м<sup>3</sup>;

$t_{BH}$  – нормативна температура всередині будівлі (для адміністративного будинку  $t_{BH} = +24$  °C, для виробничої будівлі  $t_{BH} = +18$  °C, для критої теплої стоянки автомобілів  $t_{BH} = +5$  °C);

$t_{HB}$  – середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря, °C;

$T_{OT}$  – тривалість роботи опалення на добу, год;

$D_{OT}$  – тривалість опалювального періоду, днів;

$K_c$  – коефіцієнт, що враховує тип системи опалення (для водяного опалення  $K_c = 1,2$ , для парового опалення  $K_c = 1,4$ ).

Для ділянки діагностування підвіски:

$$Q_{OT} = 0,24 \cdot 46 \cdot 4 \cdot (18 - (-12)) \cdot 24 \cdot 185 \cdot 1,2 = 7,05 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

Нормативна річна витрата тепла на вентиляцію окремого приміщення передбачає нагрівання холодного повітря, що додатково подається в приміщення вентиляторами, залежить від ступеня можливого забруднення повітря. Визначають таку витрату за формулою:

$$Q_{Bi} = q \cdot V \cdot (t_{BH} - t_{HB}) \cdot T_{OT} \cdot D_{OT} \cdot n, \quad (3.7)$$

де  $V$  – внутрішній обсяг приміщення, м<sup>3</sup>;

$n$  – кратність обміну повітря у приміщенні. Для ділянки діагностики зчеплення:



$$Q_{OT} = 0,24 \cdot 46 \cdot 4 \cdot (18 - (-12)) \cdot 24 \cdot 185 \cdot 1,6 = 9,4 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

Нормативний річний витрата тепла на гаряче водопостачання  $Q_{BC}$ , що залежить від режиму роботи підприємства, температури гарячої та холодної води, визначають за формулою:

$$Q_{BC} = C \cdot v \cdot (t_{ГН} - t_{ХВ}) \cdot D_p \cdot K, \quad (3.8)$$

де  $C$  – теплоємність води (приймають  $C = 1,0$  ккал/л  $^{\circ}\text{C}$ );

$v$  – середньодобова годинна витрата гарячої води всіма споживачами, л/год;

$t_{ГН}$  – температура гарячої води,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{ХВ}$  – середньорічна температура холодної води,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$D_p$  – число робочих днів підприємства в році, днів;

$K$  – коефіцієнт, що враховує зниження витрати гарячої води в літній період (приймають  $K = 0,8$ ).

$$Q_{BC} = 1 \cdot 1000 \cdot (63 - 10) \cdot 305 \cdot 0,8 = 1,244 \cdot 10^7 \text{ ккал.}$$

Визначення загальної річної витрати теплової енергії, що споживається підприємством автомобільного транспорту, здійснюється за формулою:

$$Q_{ob} = Q_{OT} + Q_B + Q_{BC}, \quad (3.9)$$

$$Q_{ob} = 7,05 \cdot 10^6 + 9,4 \cdot 10^6 + 0,12 \cdot 10^6 = 16,57 \text{ ккал,}$$

### 3.2.3 Визначення нормованої витрати води

Розрахунок річної витрати води на господарсько-питні потреби здійснюється за формулою:

$$V_x = H_{кр} \cdot P_p \cdot D_p, \quad (3.10)$$

де  $H_{кр}$  – добова норма витрати води на одного виробничого робітника (приймають  $H_{кр} 0,024$  м<sup>3</sup>/чол.);

$P_p$  – число виробничих робочих, чол.;

$D_p$  – кількість робочих днів у році виробничих робітників.

$$V_x = 0,024 \cdot 2 \cdot 305 = 14,64 \text{ м}^3.$$

Обчислення річної витрати води на прийняття душу впливає із співвідношення:

$$V_d = \frac{H_d \cdot P_p \cdot D_p}{10}, \quad (3.11)$$

де  $\frac{P_p}{10}$  – число душових сіток для ремонтних робітників.

$$V_d = \frac{0,5 \cdot 2 \cdot 305}{10} = 30,5 \text{ м}^3.$$

Розрахунок річної витрати води на миття підлог здійснюється за потребою:

$$V_n = H_n \cdot P_{ac} \cdot D_p, \quad (3.12)$$

де  $H_n$  – добова норма витрати води на миття 1 м підлоги в закритій стоянці (приймають =  $0,0013 \text{ м}^3/\text{м}^2$ );

$F$  – площа підлоги,  $\text{м}^2$ .

$$V_n = 0,0013 \cdot 72,25 \cdot 305 = 28,64 \text{ м}^3.$$

Визначення загальної річної витрати свіжої води ділянкою проводиться за формулою:

$$V_o = \sum V_i, \quad (3.13)$$

де  $V_i$  – витрата води на відповідні потреби.

$$V_n = 14,64 + 30,5 + 28,64 = 73,78 \text{ м}^3.$$

Нормативна річна витрата електроенергії споживачів 2275 кВт·год. Загальна річна витрата теплової енергії становить  $16,57 \cdot 10^6$  ккал. Загальна річна витрата води ділянкою становить  $73,78 \text{ м}^3$ .

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 4.1 Загальні питання охорони праці та навколишнього середовища

Охорона праці – це система законодавчих, організаційно-технічних, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я й працездатності людини в процесі праці. [22, 23].

Завданням законодавства про охорону навколишнього природного середовища є регулювання відносин у галузі охорони, використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, запобігання і ліквідації негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище [24, 28].

У даній кваліфікаційній роботі розглядаються питання охорони праці та навколишнього середовища як потреба з підвищення рівня безпечності умов праці.

### 4.2 Характеристика умов праці

Згідно з ДСанПіН 3.3.2.007-98 на одну людину мінімальна припустима площа приміщення має складати не менше  $6,0 \text{ м}^2$ , а об'єм  $20 \text{ м}^3$ .

Таблиця 4.1 – Характеристика досліджуваного приміщення

№п/п	Найменування показника	Характеристика показника, м	Площа приміщення, $\text{м}^2$	Об'єм приміщення, $\text{м}^3$	Нормативне значення показника	Відповідність нормативам
1	Розміри приміщення	3,5 x 6 x 3	21	63	Площа приміщення – $18 \text{ м}^2$	Відповідає
2	Кількість робочих місць	3	-	-	Об'єм приміщення – $60 \text{ м}^3$	

Площа приміщення складає  $21 \text{ м}^2$  при необхідних  $18 \text{ м}^2$ , об'єм –  $63 \text{ м}^3$  при необхідних  $60 \text{ м}^3$  на трьох здобувачів вищої освіти, робочі місця яких знаходяться у досліджуваному приміщенні, тому норма виконується повністю.

У таблиці 4.2 наведений перелік шкідливих та небезпечних промислових факторів, які супроводжують працю одного здобувача вищої освіти та вказані можливі джерела їх утворення.

Таблиця 4.2 – Перелік небезпечних і шкідливих виробничих чинників на робочому місці

Найменування факторів	Джерела їх виникнення	Параметр, що нормується та нормативне значення
Рівень електромагнітного випромінювання	ЕПТ монітора, системний блок, мережа живлення	Відстань - 50 см Навколо ПК 2-5 кГц – 25 В/м
Ультрафіолетове випромінювання	Комп'ютер	Цільність потоку ультрафіолетового випромінювання 10 Вт/м
Емоційні перенавантаження, напруга зорового аналізатору	Складність виконання завдань	Зниження реакції користування на звук і світло на 40-50 %
Підвищений рівень шуму	Вентилятор, система освітлення, друкувальні прилади	Рівень звуку: 50 дБ(А)
Підвищене значення напруги в електричній мережі	Блок живлення	$I = 0,6 \text{ мА}$ $U = 36 \text{ В}$
Недолік природнього освітлення	Неправильне планування розташування комп'ютера	КПО, D, 1,5 %
Вібрація	Вентиляційна система	Стандартні опорні значення для розрахунку вібрації: Амплітуди вібропереміщення: $a_0 = 8 \cdot 10^{-12} \text{ м}$ ; віброшвидкості: $v_0 = 5 \cdot 10^{-8} \text{ м/с}$ ; віброприскорення: $a_0 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}^2$
Виробничий пил	Статична електрика накопичена на поверхні комп'ютера	$\text{ГДК} = 4 \text{ мг/м}^3$
Несприятливі температури мікроклімату	Незадовільна робота опалення або вентиляції	Температура, $t, ^\circ\text{C}$ , вологість, $\varphi, \%$ , швидкість руху повітря $V, \text{ м/с}$

Під шкідливими виробничими чинниками розуміють чинники, тривалість дії яких на працюючу людину приводить до патологічних змін в організмі людини, або до професійних захворювань. Небезпечні виробничі чинники, це чинники, вплив яких на працюючу людину викликає травму, або летальний результат.

### 4.3 Засоби регулювання метеорологічних умов

Відповідно до вимоги ДБН В.2.5-67-2013 у лабораторії для підтримки в приміщенні оптимального температурного режиму використовується загально-обмінна вентиляція централізоване та опалення (приєднання до джерел централізованого теплопостачання). Крім того встановлений кондиціонер.

Таблиця 4.3 – Нормативні параметри мікроклімату для приміщень

Пора року	Категорія робіт згідно з ГОСТ 12.1.005-88	Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		оптимальна	оптимальна	оптимальна
Холодна	легка – 1 а	22 – 24	60 – 40	0,1
	легка – 1 б	21 – 23	60 – 40	0,1
Тепла	легка – 1 а	23 – 25	60 – 40	0,1
	легка – 1 б	22 – 24	60 – 40	0,2

Таблиця 4.4 – Рівні іонізації повітря приміщень при роботі на ЕОМ

Рівні	Кількість іонів в 1 см <sup>3</sup> повітря	
	n <sup>+</sup>	n <sup>-</sup>
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500 – 3000	3000 – 5000
Максимально допустимі	50000	50000

Вміст озону у повітрі робочої зони не повинен перевищувати 0,1 мг/м<sup>3</sup>; вміст оксидів азоту – 5 мг/м<sup>3</sup>; вміст пилу – 4 мг/м<sup>3</sup> [29].

Оптимальні умови досягаються в холодний час центральним опалюванням, а в теплий час вентиляторами і кондиціонерами. Згідно з вимогами до вентиляції, опалення та кондиціонування, мікроклімату приміщення з ЕОМ повинні бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією відповідно до [31].

Показники мікроклімату, а саме відносна вологість у теплий період року та температура, в лабораторії відповідають оптимальним.

#### 4.4 Освітлення

Відповідно до норм ДБН В.2.5-28-2018 та ДСТУ EN 12464-1:2016 у досліджуваному приміщенні застосовується суміщене освітлення.

Характеристика природного освітлення: один світловий проріз загальною площею 2,4 м<sup>2</sup>, орієнтований на південний схід. Робочі місця розташовані так, щоб природне освітлення падало з лівого боку (згідно з ДСанПіН 3.3.2.007-98). Штучне освітлення: комбіноване [30].

Діяльність здобувача вищої освіти пов'язана з роботою за комп'ютером, тому відповідно до вимог санітарних норм, згідно з ДБН В.2.3-28:2018, характеристика зорової роботи досліджуваної професії високої точності – III г. Нормовані значення  $E_{min}$  та КПО наведені у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Вимоги до освітлення досліджуваного приміщення

Найменування приміщення	Площа підлоги, м <sup>2</sup>	Розряд та підрозряд	Характеристика фону та контраст об'єкта з фоном	Штучне		Природне		Суміщене	
				Освітленість, лк		КПО, D <sub>н</sub> %			
				при системі комбінованого освітлення	при системі загального освітлення	D <sub>н пр сер</sub>	D <sub>н пр min</sub>	D <sub>н сум сер</sub>	D <sub>н сум min</sub>
лабораторія	21	III г	Середній, середній	400	200	-	-	3,0	1,2

КПО досліджувального приміщення не відповідає чинним нормам тому є необхідністю постійно застосовувати штучне освітлення з використання енергозберігаючих ламп.

#### 4.5 Електробезпека

Конструктивні, схемно-конструктивні та експлуатаційні заходи з електробезпеки в лабораторії виконані відповідно до ПУЕ-2017.

Для штучного освітлення приміщення та джерел живлення електроустановок подається змінний струм з частотою 50 Гц і напругою 220 В. Мережа для живлення – однофазна три провідна із застосуванням системи захисту від ураження електричним струмом TN-S.

Лабораторія за ступенем небезпеки ураження електричним струмом належить до приміщень без підвищеної небезпеки, оскільки відсутні умови, що створюють підвищену чи особливу небезпеку [13, 25].

Відповідно до НПАОП 40.1-1.32-01 та НПАОП 0.00-7.15-18 комп'ютери, кондиціонер та інше електрообладнання за способом захисту від ураження електричним струмом виконані за класом захисту І.

Споживана потужність комп'ютера – 330 Вт.

У приміщенні відділу охорони праці одночасно експлуатується більше п'яти одиниць споживачів електричного струму, тому на доступному та помітному місці встановлено аварійний резервний вимикач, який вимикає електричне живлення приміщення (крім освітлення).

#### 4.6 Охорона навколишнього природного середовища

Під час роботи у лабораторії утворюються відходи у вигляді відходів паперу, люмінесцентні лампи та ін. Всі відходи здаються в господарський блок для подальшої утилізації. Також виокремлюється групи відходів, які наведені у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Виробничі відходи та заходи їх утилізації

Вид відходів виробництва (за ДК 005-96)	Заходи утилізації
7710.3.1.26 Лампи люмінесцентні та відходи, що містять ртуть зіпсовані або відпрацьовані	Ртутні лампи зберігаються в герметичних контейнерах. Концентруються окремо та періодично здаються організаціям, які мають відповідну ліцензію на утилізацію цього виду відходів
6000.2.9.04 Батареї свинцеві зіпсовані або відпрацьовані	Під відпрацьовані акумуляторні батареї виділений металевий контейнер зі стійкою до кислот та лугів підлогою, яка виключає протікання рідини. Концентруються окремо та періодично здаються організаціям, які мають відповідну ліцензію на утилізацію цього виду відходів

Система управління оточуючим природним середовищем в лабораторії організована в такому порядку: аналіз стану екологічної безпеки на кафедрі з боку керівництва, планування заходів екологічної безпеки та постійне їх удосконалення; контроль та корегування дій щодо дотримання вимог державної політики з екологічної безпеки. Запроваджена система роздільного сортування

сміття, на кафедрі всіх підрозділах розміщені контейнери різних кольорів для паперу, пластику, скла та побутових відходів [28].

#### 4.7 Пожежна безпека

Можливі джерела запалювання: тепловий прояв електричної енергії – електричні іскри при розмиканні-змиканні контактів, коротких замиканнях, поганих з'єднаннях. Приміщення лабораторії відносяться до третьої категорії вогнестійкості, в приміщенні знаходяться тверді спаленні речовини і матеріали. Приміщення є пожежонебезпечним. [26].

Таблиця 4.7 – Характеристика робочого приміщень за категорія приміщення за вибухонебезпечної і пожежної небезпеки

Категорія приміщення	Характеристика приміщення за вибухонебезпечної і пожежної небезпеки
В	Горючі і важкогорючі рідини, тверді горючі і важкогорючі речовини і матеріали (в тому числі пил та волокна), речовини і матеріали, здатні при взаємодії з водою, газом повітря або одного з іншим горіти за умови, що приміщення в яких вони знаходяться (використовуються), не належать до категорії А і Б

Таблиця 4.8 – Перелік обов'язкових засобів пожежогасіння

Приміщення	Площа, м <sup>2</sup>	Пожежонебезпечні зони	Первинні засоби пожежогасіння	Вогнегасний ефект
лабораторія	21	Клас П-Па	ВВК-2 – 2 од.	Для гасіння загорянь в приміщеннях з електрообладнанням, а також там, де вода може викликати псування майна.

Приміщення з ЕОМ повинні бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації з типовими пожежними сповіщувачами і переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку 2 шт. на 20 м<sup>2</sup> площі приміщення з урахуванням гранично допустимої концентрації вогненебезпечної рідини відповідно до вимог правил пожежної безпеки України [14, 15].



## 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ

### 5.1 Розрахунок собівартості НДР

Собівартість виражені в грошовій формі поточні витрати на виробництво та реалізацію продукції (робіт, послуг).

Витрати, що включаються в собівартість НДР:

- матеріальні витрати;
- витрати на організацію робочого місця дослідника;
- транспортно-заготівельні;
- витрати на оплату праці;
- відрахування на соціальні заходи;
- амортизація основного обладнання.

### 5.2 Розрахунок матеріальних витрат на НДР

До матеріальних витрат відносяться витрати на сировину і матеріали у виробничій діяльності підприємства, установи, організації. Розрахунок ведеться по формулі:

$$Z_{\text{мат}} = \sum_i^m H p_i \cdot C_i, \quad (5.1)$$

$H p_i$  – норма витрат паперу та фарби для принтера;

$C_i$  – ціна одного листа паперу та фарби для принтера;

$m$  – кількість видів матеріалу.

Розрахунки вартості витратних матеріалів представлені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок вартості витратних матеріалів

Матеріали	Кількість, шт.	Вартість, грн.	Загальна вартість, грн.	Призначення
Папір А1	3	10	30,00	Друк тексту та розрахунків
Папір А2	5	4	20,00	Друк робочих креслень

Продовження таблиці 5.1

Папір А4	450	1.5	675,00	Друк складальних креслень
Фарба для принтера	2	130	260	Роздруківка документації
Сумарна вартість, грн.			985,00	

### 5.3 Визначення транспортно-заготівельних витрат

В даній роботі ТЗВ приймаємо 12 % вартості матеріалів:

$$ТЗВ = 0,12 \cdot З_{\text{мат}}, \quad (5.2)$$

$$ТЗВ = 0,12 \cdot 985,00 = 188,20 \text{ грн.}$$

### 5.4 Витрати на оплату праці

Розрахунок витрат на основну заробітну плату наукових співробітників ведеться по формулі:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{мес}} \cdot k, \quad (5.3)$$

де  $З_{\text{мес}}$  – заробітна плата співробітника за місяць (тарифний оклад), грн.;

$k$  – дольова участь співробітника у виконанні проекту, визначається за кількістю відпрацьованих годин.

Розрахунок заробітної плати наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на основну заробітну плату наукових співробітників.

Посада	Оклад з надбавками, грн.	Число місяців	Кількість людей	Участь, %	Сума
Керівник проекту	15000 – проф.	3	1	40	17400
Інженер	9000	3	1	60	14600
Разом			2		32000

Додаткова заробітна плата (Здод) включає доплати, надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені законодавством.

Додаткову заробітну плату приймаємо 10 % від Зосн :

$$З_{\text{дод}} = З_{\text{осн}} \cdot 0,1, \quad (5.4)$$

$$З_{\text{дод}} = 32000 \cdot 0,1 = 3200 \text{ грн.}$$

### 5.5 Відрахування на соціальні заходи

Відрахування на соціальні заходи ( ЗСЗ ) передбачені законодавством та складають 40% від суми Зосн та ЗДОД :

$$З_{\text{сз}} = (З_{\text{осн}} + З_{\text{дод}}) \cdot 0,4, \quad (5.5)$$

$$З_{\text{сз}} = (32000 + 3200) \cdot 0,4 = 14080 \text{ грн.}$$

### 5.6 Розрахунок амортизації основного обладнання

До основного обладнання відносимо персональний комп'ютер. Окрім ПК для виконання НДР застосовувалися пакети програм Microsoft Office. Вартість обладнання наведено в таблиці 5.3, а розрахунок амортизації виконано за формулою (5.6).

Таблиця 5.3 – Розрахунок амортизації вартості обладнання

Найменування устаткування	Кількість, шт.	Первісна вартість, грн.	Залишкова вартість, грн.	Призначення
Пакет програм Microsoft Office	1	1200,0	500,0	Для оформлення документації
Персональний Комп'ютер	1	35000,0	12000,0	Написання та моделювання програми, оформлення документації

Продовження таблиці 5.3

Принтер	1	5400,0	1900,0	Друкування
Разом		41600,0	14400,0	

При розрахунку амортизації приймаємо до уваги, що термін експлуатації персонального комп'ютера та принтера складає 5 роки. Застосовуємо лінійний метод нарахування амортизації обладнання за формулою:

$$A = \frac{\Phi_{\text{п}} + \Phi_{\text{л}}}{T}, \quad (5.6)$$

де  $\Phi_{\text{п}}$ ,  $\Phi_{\text{л}}$  – початкова та ліквідаційна вартість комп'ютерного обладнання, приймаємо  $\Phi_{\text{л}} = 0$ .

$T$  – прийнятий термін експлуатації ( $T = 5$ ), роки.

$$A = \frac{41600}{5} = 8320 \text{ грн.}$$

### 5.7 Розрахунок загальновиробничих витрат

Загальновиробничі витрати розраховуються пропорційно витратам на оплату праці в розмірі 50% від суми основної та додаткової заробітної плати (20% – адміністративні 30% – загальновиробничі витрати).

Загальновиробничі витрати визначаються за формулою:

$$Z_{\text{заг.вир.}} = 0,3 \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дод}}), \quad (5.7)$$

$$Z_{\text{заг.вир.}} = 0,3 \cdot (32000 + 3200) = 10560 \text{ грн,}$$

Адміністративні витрати визначаються за формулою:

$$Z_{\text{адм.}} = 0,2 \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дод}}), \quad (5.8)$$

$$Z_{\text{адм.}} = 0,2 \cdot (32000 + 3200) = 7040 \text{ грн}$$

## 5.8 Калькуляція собівартості НДР

На підставі проведених розрахунків складаємо калькуляцію собівартості НДР. Результати калькуляції наведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Калькуляція собівартості НДР

№ п/п	Найменування статті витрат	Сума, грн.
1	Вартість розхідних матеріалів та прикладних програм	985
2	Транспортно-заготівельні витрати	118,20
3	Основна заробітна плата	32000,0
4	Додаткова заробітна плата	3200
5	Відрахування на соціальні заходи	14080
6	Амортизаційні відрахування	8320
7	Загальновиробничі витрати	10560
8	Адміністративні витрати	7040
9	Рентабельність	6435
10	Повна собівартість	64351,84

У результаті розрахунків можна зробити висновок, що найбільшу частину собівартості НДР займає основна заробітна плата (45 %). Трохи меншу частину займають відрахування на соціальні заходи (15,5 %) та загальновиробничі витрати (12,8 %). Найменшу частину собівартості НДР займають транспортно – заготівельні витрати (1,22 %). Доли усіх інших витрат набувають середніх значень.

## ВИСНОВКИ

На підставі виконаної кваліфікаційної роботи зроблені наступні висновки:

1. Проведено моніторинг автомобільного ринку України.
2. Вивчивши основні конструктивні особливості автомобіля можна дійти висновку, що згодом Renault Logan став однією з найпопулярніших моделей у різних країнах. Вона придбала репутацію надійного та економічного автомобіля, який відмінно підходить для повсякденної їзди та комерційного використання.
3. Проаналізовано конструктивні особливості двигунів, що встановлюються на автомобіль Renault Logan, розраховано тягово-швидкісні характеристики двигуна автомобіля. Розглянуто різноманітність варіантів підвіски та розрахунок пружного елемента. Виконано технічні розрахунки для станцій діагностики та ремонту автомобільної підвіски та підбирається відповідне обладнання для обслуговування автомобільної підвіски. Оскільки несправності підвіски транспортних засобів становлять понад 50 % відмові безпосередньо впливають на безпеку дорожнього руху, моніторинг стану компонентів підвіски має важливе значення, а розрахунок постів діагностики є актуальним завданням.
4. Були розглянуті питання охорони праці, техніки безпеки та навколишнього середовища.
5. З проведеного техніко-економічного аналізу можна зробити висновок, що проєктні рішення сприяють впровадженню результатів даної роботи на діагностичних зонах та зонах технічного обслуговування автомобілів в умовах станцій технічного обслуговування.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Електронний ресурс <https://autoconsulting.ua/article.php?sid=53601>.
2. Електронний ресурс <https://planetavto.ua/charts/>.
3. Авторевю, № 11, 2004. «Неможливий автомобіль», А. Каліцев. Архів оригіналу за 29 березня 2008. Процитовано 18 травня 2010.
4. Авторевю, № 7, 2005. «Logan пішов», А. Каліцев. Архів оригіналу за 29 квітня 2010. Процитовано 18 травня 2010.
5. ДСанПіН 3.3.6.096-2002 Державні санітарні норми та правила під час роботи з джерелами електромагнітних полів.
6. ДСанПіН Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу Затвр. Наказ МОЗ України від 08.04.2014 № 248.
7. ДСанПіН 3.3.2.007–98 Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин.
8. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультра звуку та інфразвуку. Затв. Постановою Головного держсанлікаря від 01.12.1999 № 37.
9. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Затв. постановою Головного держсанлікаря України від 1.12.1999 № 42.
10. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації .
11. НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Наказ Держнаглядохоронпраці України від 09.01.1998 № 4.
12. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. Наказ Мінсоцполітики України від 14.02.2018 № 207.
13. Правила улаштування електроустановок. Наказ Міненерговугілля України від 21.07.2017. № 476.
14. Наказ МВС України від 30.12.2014 № 1417 Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні» (із змінами).
15. Наказ МВС України від 15.01.2018 № 25 Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників. (із змінами наказ МВС України № 765 від 28.10.2020).

16. Сайт mahindrarenault.com. Архів оригіналу за 4 серпня 2013. Процитовано 18 травня 2010.
17. Каталог Renault Logan [Архівовано 28 листопада 2010 у Wayback Machine.] 22.11.2010.
18. Краш тест Dacia Logan (Euro NCAP 2005) [Архівовано 6 серпня 2010 у Wayback Machine.] 09.01.2011.
19. Краш-тест ARCAP [Архівовано 24 січня 2012 у Wayback Machine.] (рос.) 22.01.2011.
20. Методичні вказівки до дипломного та курсового проектування з розділу «Тяговий розрахунок автомобіля» – Харків НТУ «ХПІ», 2002.
21. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. – К.: Вища шк., 2007. – 527 с.
22. Закон України Про охорону праці. від 14.10.92 № 2695-ХІІ (із змінами).
23. Закон України Основи законодавства України про охорону здоров'я. від 19.11.92 № 2802 - ХІІ (із змінами).
24. Закон України Кодекс цивільного захисту України. Затв. ВР України 02.10.2012 р., № 5403 - VI. (із змінами і доповненнями від 02.06.2016 р., № 1404-VIII).
25. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. Наказ Мінрегіон України від 01.07. 2016 №204.
26. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Наказ Мінрегіон України від 15.06.2016 № 158.
27. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. Наказ Мінрегіон України від 27.06.2008 № 269.
28. ДСТУ ISO 14001:2015 «Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосовування» (ISO 14001:2015).
29. ГОСТ 12.1.005-88 Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони. Чинність документа відновлена згідно з наказом від 24.04.2019 № 111.
30. ДБНВ.2.5-28:2018 Державні будівельні норми. Природне і штучне освітлення. – К. : Наказ Мінрегіон України № 264 від 03.10.2018.
31. ДБН В.2.5-67: 2013 Державні будівельні норми. Інженерне обладнання будинків і споруд. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Мінрегіон України, 2013.