

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Розробка задньої незалежної підвіски для легкового автомобіля Renault Sandero Stepway

Рівень вищої освіти	бакалавр
Галузь знань	27 «Транспорт»
Спеціальність	274 «Автомобільний транспорт»
Освітня програма	«Автомобільний транспорт»


Шифр КРБАТ 2521198.000 ПЗ

Виконав студент 4-го курсу
група АТз 21-1
Шифр


Підпис

Іван ТРУБІЦЬКИЙ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник К.Т.Н., доц.
Науковий ступінь, звання


Підпис

Олег БАБАК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер


Підпис

Олег МАКОВКІН
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
Завідувач кафедри ТАМ
Назва


Підпис

Олександр ДИХА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата 9.06.25

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Нагузь знань 27 – Транспорт

Спеціальність – 274 Автомобільний транспорт

Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський

Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТАМ

проф., д.т.н. Диха О.В.

20 02 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Трубіцькому Івану Сергійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема роботи « Розробка задньої незалежної підвіски для легкового автомобіля Renault Sandero Stepway»

Виконавець роботи

Бабак Олег Петрович к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом ректора університету від 7 лютого 2025р. № 23 (Д26)

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 10 червня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи Матеріали переддипломної практики; робочі креслення досліджуваних деталей; нормативно – технологічна документація по розбиранню, дефектації, складанню і регулюванню вузла дослідження; вимоги з охорони праці і безпеки роботи при виконанні ремонтних робіт; техніко – економічні показники роботи підприємства.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Огляд існуючих підвісок автомобіля; 2. Конструкторська частина; 3. Технологічний розділ; 4. Виробнича та екологічна безпека проекту; 5. Економічна ефективність проекту

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Графічна частина роботи представлена у вигляді презентації на слайдах

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _----

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва розділу кваліфікаційної роботи	Строки виконання	Приміт
1	<i>Літературний огляд</i>	<i>20.05.2025</i>	
2	<i>Технологічний розділ</i>	<i>25.05. 2025</i>	
3	<i>Конструкторський розділ</i>	<i>30.05. 2025</i>	
4	<i>Оформлення розрахунково-пояснювальної записки</i>	<i>2.06. 2025</i>	
5	<i>Оформлення презентації кваліфікаційної роботи</i>	<i>5.06. 2025</i>	
6	<i>Нормоконтроль кваліфікаційної роботи</i>	<i>9.06. 2025</i>	
7	<i>Підписання розділів. Затвердження дати захисту</i>	<i>10.06. 2025</i>	

Студент


Підпис

Керівник роботи


Підпис

Іван ТРУБИЦЬКИЙ
Ім'я, прізвище

Олег БАБАК
Ім'я, прізвище

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота студента гр. АТз21-1 Трубіцького Івана Сергійовича виконана на тему: "Розробка задньої незалежної підвіски для легкового автомобіля Renault Sandero Stepway".

Ціль роботи – розробка задньої незалежної підвіски для легкового автомобіля Renault Sandero Stepway.

Пояснювальна записка включає вступ, п'ять розділів, висновок, список використаної літератури та використуваних джерел, додатки, всього 84 сторінок з додатками.

Кваліфікаційно робота повністю відповідає затвердженим завданням на проектування.

У першому розділі розглянуті типи підвісок автомобіля: залежні та незалежні. До розробки прийнята задня незалежна підвіска, яка відрізняється гарною керованістю, високим комфортом та відносно низькою ціною.

У другому розділі проведено обчислення вертикальної пружної характеристики підвіски, характеристики амортизатора, його основних розмірів, розрахунок важеля на вигин та стиснення, визначено його розміри, а також здійснено розрахунок пружини.

У третьому розділі обрано організаційну форму складання, визначено трудомісткість складання, складено технологічний процес складання проекрованої підвіски.





У четвертому розділі розглянуті питання безпосередньо пов'язані із забезпеченням безпеки та екологічності проекту.

У п'ятому розділі визначено економічну ефективність проекту. Наприкінці зроблено висновки щодо дипломного проекту.

Ключові слова: ЗАДНЯ НЕЗАЛЕЖНА ПІДВІСКА, ТИПИ ПІДВІСОК АВТОМОБІЛЯ, КЕРОВАНІСТЬ, ХАРАКТЕРИСТИКИ АМОРТИЗАТОРА, РОЗРАХУНОК ПРУЖИНИ.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Огляд існуючих підвісок автомобіля.....	9
1.1 Залежна підвіска.....	10
1.2. Незалежна підвіска.....	12
1.3 Підвіска важільного типу.....	13
1.4 Напівзалежна підвіска.....	15
2. Конструкторська частина.....	18
2.1 Підвіска Renault Sandero Stepway.....	20
2.2 Опис підвіски.....	21
2.3 Принцип роботи та схема кріплення підвіски.....	24
2.3.1 Підрамник.....	26
2.3.2 Нижні важелі.....	26
2.3.3 Стійка амортизатора.....	27
2.3.4 Амортизатори.....	29
2.3.5 Стабілізатор.....	29
2.4 Плюси та мінуси підвіски МакФерсона.....	31
2.5 Розрахунок задньої незалежної підвіски.....	32
2.6 Розрахунок характеристики амортизатора.....	36
2.7 Розрахунок нижнього важеля.....	40
2.8 Розрахунок пружини.....	43
3 Технологічний розділ.....	46
3.1 Обґрунтування вибору технологічного процесу.....	47
3.2 Проектування технологічного процесу збирання задньої незалежної підвіски для легкового автомобіля Renault Sandero Stepway.....	50

КРБМТВА 25.21198. 000 ПЗ				
Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат
Розроб.		Трубіцький		
Перевір.		Бабак		
Реценз.				
Н. Контр.		Маковкін		
Затверд.		Диха		
Розробка задньої незалежної підвіски для легкового автомобіля Renault Sandero Stepway			Літ.	Арк.
				4
			Акрушіє	
			85	
ХНУ група АТз 21-1				

4 Виробнича та екологічна безпека проекту.....	54
4.1 Характеристика технологічного процесу обслуговування підвіски автомобіля Renault Sandero Stepway з конструктивно-технологічної та організаційно-технічної сторони.....	55
4.2 Ідентифікація професійних ризиків.....	58
4.3 Методи та засоби зниження професійних ризиків.....	60
4.4 Забезпечення пожежної безпеки технічного об'єкту.....	68
4.5 Забезпечення екологічної безпеки технологічного процесу обслуговування підвіски автомобіля Renault Sandero Stepway.....	71
5 Економічна ефективність проекту.....	74
5.1 Заробітну плату розраховуємо за формулою:.....	75
5.2 Повна заробітна плата виробничих робітників.....	76
5.3 Витрати виготовлення конструкції.....	78
5.4 Річний економічний ефект від застосування конструкції складе:...	79
Висновок.....	81
Список використаної літератури та джерел.....	82
Додаток.....	84

Вступ

Renault Group — французька корпорація, яка виробляє автомобілі. Компанія має офіс у Булонь-Біанкур, недалеко від Парижа. Автомобілі Renault зараз поставляються до 200 країн у всьому світі.

Renault Sandero — субкомпактний хетчбек, який формально не входить до сімейства Renault Logan. У ньому міститься заводський індекс В90. Відрізняється від Логана колісною базою, яка була укорочена до 2591 мм (у Логана 2630 мм), а також іншими характеристиками, які відрізняються від Renault Scenic [29].

Процес розробки почався в 2005 році. У грудні 2007 року на заводі імені Айртона Сенни в Куритибі почалося повне виробництво Renault Sandero. З лютого 2008 року він доступний в Аргентині та Бразилії. У березні 2008 року Dacia Sandero дебютувала в Європі на автосалоні у Женеві. 2008 року його серійне виробництво під маркою Dacia розпочалося в Румунії, а в 2009 році воно стало доступним для покупців. Продаються в Україні з 2009 року.

Хетчбек Sandero має колісну базу 2591 мм, яка менша на 39 мм порівняно з седаном Renault Logan. Хетчбек має довжину 155 мм. Сандеро та Логан приблизно на 70% уніфіковані, і це стосується моделей, які мають загальну гаму силових агрегатів і трансмісій [28].

Renault Sandero має 1,4-літровий бензиновий двигун 8 клапанів потужністю 75 л. с., а 1,6-літровий двигун 8 клапанів (84 л. с.) і 16 клапанів (102 л. с.). Ви можете вибрати модель з двигуном 1,6 літра з 16 клапанами, яка має як МКПП, так і АКПП. Пропонується п'ятиступінчаста механічна коробка або чотириступінчастий автомат для трансмісії. Доступна роботизована коробка передач з двома зчепленнями в деяких комплектаціях.

Система безпеки Renault Sandero Stepway включає антиблокувальну систему гальм (ABS), систему курсової стійкості (ESP), фронтальні та бічні подушки безпеки, а також систему кріплення дитячих крісел ISOFIX.

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Базова комплектація Renault Sandero називається Authentique. Версія Expression є другою за оснащеністю, а Prestige є найвищою. У найновішій версії спинка заднього сидіння складається з 1/3 або 2/3; у більш дешевих модифікаціях вона не розділяється. Renault Sandero може мати багажник на 320 л, а максимальний – 1200 л. Renault Sandero доступний для продажу в Україні з захистом піддону двигуна та функцією адаптації до запуску двигуна в холодному кліматі.

З 2010 року позашляхова модифікація Sandero Stepway доступна на європейському ринку. Автомобіль відрізняється збільшеним на 20 мм кліренсом за рахунок змінених амортизаторів і пружин, іншої форми бамперів, масивних колісних арок, рейлінгів на даху та декоративних пластикових порогів.

Відповідно до вибору опцій і оснащення Sandero Stepway є варіантом, який знаходиться на межі між комплектаціями Sandero Expression і Sandero Prestige, але має низку функцій, які характерні лише для нього. Модель Sandero Stepway доступна з 8-клапанним двигуном об'ємом 1,6 л (84 л.с. при 5500 об/хв) і ручною п'ятиступінчастою КПП. Друга версія має 16-клапанний двигун об'ємом 1,6 л (102 л.с. при 5750 об/хв) і чотириступінчасту АКПП. Для восьмиклапанного двигуна максимальний крутний момент становить 124 Н•м при 3000 об/хв, а для 16-клапанного двигуна 145 Н•м при 3750 об/хв. Крім того, існує Stepway бразильської модифікації. Вона відрізняється від української форми передніх ґрат, типу двигуна та інших змін. У 2008 році вона була представлена в Бразилії. [30]

Тим не менш, такі конструкції мають деякі недоліки. Серед них обмежений хід коліс і менша стабільність на нерівних дорогах.

Нова конструкція задньої підвіски повинна забезпечувати:

- покращення комфорту та керованості автомобіля;
- збільшення ходу коліс для кращої прохідності на нерівних дорогах;
- мінімальне збільшення маси автомобіля;
- простоту та надійність конструкції;

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

– низьку вартість виробництва та обслуговування.

Метою дипломного проекту є розробка задньої незалежної підвіски, виконання розрахунків розмірів пружин, амортизатора та нижнього важеля для легкового автомобіля Renault Sandero Stepway.

					<i>КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		8

1 Огляд існуючих підвісок автомобіля.

Підвіска автомобіля виконує кілька важливих завдань, включаючи підвищення керованості та стійкості [3]. Це включає підтримку пружного кріплення коліс до кузова, що дозволяє їм переміщатися щодо несучої частини.

З моменту створення першого автомобіля до нашого часу було розроблено кілька різновидів цієї складової частини. Не вдалося при цьому створити ідеальне рішення, яке враховувало б кожен параметр і показник. Таким чином, неможливо вибрати одну з багатьох типів підвісок автомобіля. Таким чином, кожен з них має свої переваги та недоліки, які визначають те, як їх використовувати [27].

Загалом будь-яка підвіска складається з трьох основних компонентів, кожен з яких виконує свою функцію: демпфуючі елементи, направляючі системи та пружні елементи.

Пружні елементи повинні сприймати всі ударні навантаження та швидко передавати їх на кузов. Крім того, вони забезпечують постійний контакт колеса з дорожнім покриттям. Це пружини, торсіони та ресори.

Кручені пружини були найпоширенішими пружними елементами. Пневмоподушки також не часто використовуються у вантажних автомобілях.

У конструкції демпфіруючі елементи гасять коливання пружних елементів, поглинаючи та розсіюючи їх. Це запобігає розгойдуванню кузова під час роботи підвіски. Амортизатори виконують цю функцію.

Направляючі системи з'єднують колесо з несучою частиною, що дозволяє йому рухатися в потрібній траєкторії, утримуючи його в певному положенні щодо кузова. Всі важелі, тяги, балки та всі інші частини, які створюють рухливі зв'язки, включаючи сайлент-блоки, кульові опори та втулки, належать до цих елементів [8].

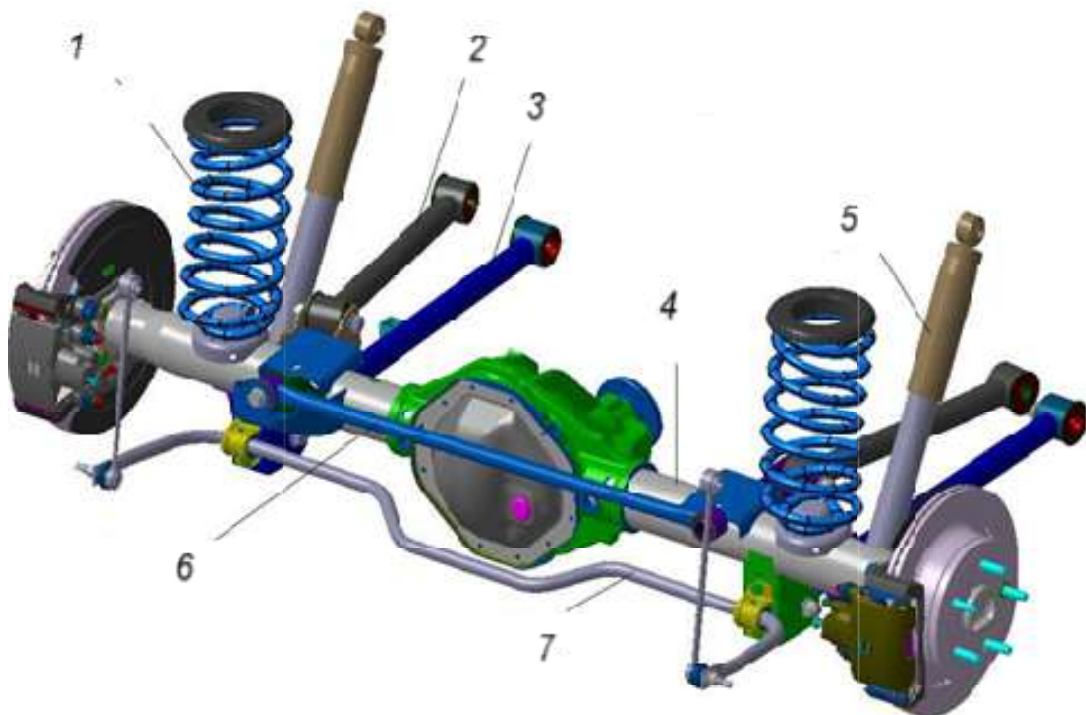
В основному всі підвіски для автомобілів, які зараз використовуються,

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

належать до незалежних і залежних типів. Існує також напівзалежна альтернатива.

1.1 Залежна підвіска

Залежна підвіска «перекочувала» з кінних возів на автомобілі з моменту її впровадження (рис. 1). Цей тип змінився за своє існування, але його основна мета залишилася незмінною.



1 – циліндрична пужина; 2 – верхній поздовжній важіль; 3 – нижній поздовжній важіль; 4 – балка моста; 5 – амортизатор; 6 – поперечний важіль (Панара); 7 – стабілізатор поперечної стійкості

Рисунок 1 – Залежна підвіска з двома поперечними та двома поздовжніми важелями

У цій підвісці колеса з'єднані віссю, тому вони не можуть переміщатися окремо. Коли одне колесо рухається (наприклад, коли воно потрапляє в яму),

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ

Арк.

10

друге колесо усувається.

Задній міст задньопривідних автомобілів є сполучною віссю та одночасно елементом трансмісії, оскільки він складається з головної передачі з диференціалом і піввісі. Передньопривідні автомобілі мають спеціальну балку.

У початкових конструкціях підвісок ресори використовувалися як пружні елементи, але зараз пружини повністю замінили їх. У цьому типі підвіски амортизатори служать демпфуючим елементом. Амортизатори можуть бути встановлені окремо від пружних елементів або розташовані співвісно, тобто амортизатор знаходиться всередині пружини.

Амортизатор кріпиться до кузова в верхній частині, а до мосту або балки в нижній. Таким чином, він не тільки усуває коливальні рухи, але й служить кріпленням.

Напрямна система залежної підвіски складається з поперечної тяги та поздовжніх важелів.

Усі чотири поздовжніх важеля (два верхні та два нижні) забезпечують повністю передбачуваний рух осі з колесами у всіх її напрямках. У деяких ситуаціях кількість цих важелів може бути зменшена до двох, при цьому верхні важелі не використовуються. Завдання поперечної тяги, також відомої як тяга Панара, полягає в утриманні траєкторії руху та зменшенні кренів кузова [8].

Основною перевагою залежної підвіски такого типу є її простота, що позначається на надійності. Крім того, вона чудово зчепляється з дорожнім полотном коліс, але лише на рівній поверхні.

Великим недоліком цього типу є ймовірність втрати зчеплення під час входження в повороти. Таким чином, через поєднання осі з елементами трансмісії задній міст має велику та габаритну конструкцію, тому йому потрібно достатньо місця.

Зважаючи на ці характеристики, таку підвіску практично неможливо використовувати для передньої осі, тому вона застосовується лише ззаду.

Цей тип підвіски все ще використовується на вантажівках і

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

повнорозмірних рамних позашляховиках, але його більше не використовують [12].

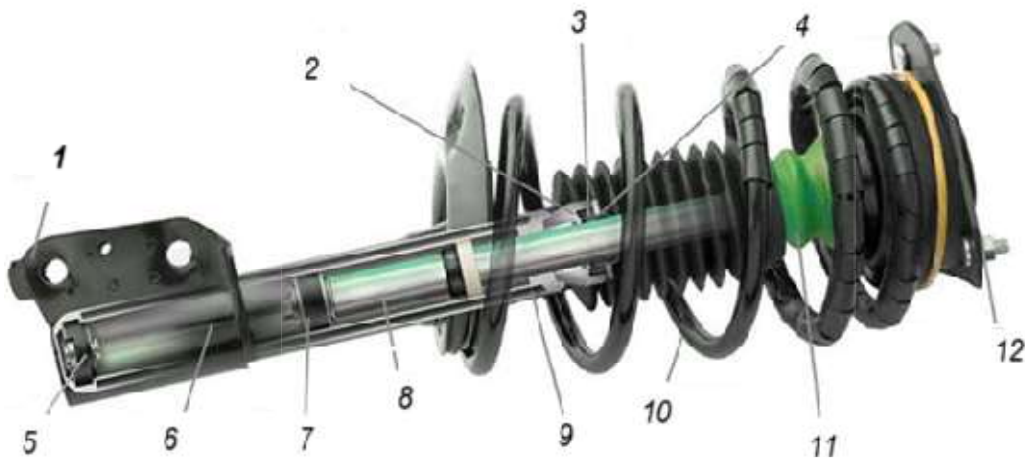
1.2. Незалежна підвіска

У незалежній підвісці колеса однієї осі не пов'язані між собою, і рух одного з них не впливає на інше. У цьому типі для кожного колеса передбачений свій набір компонентів: демпфуючий, спрямовуючий і пружний. Ці два набори мало взаємодіють між собою [12].

Стійки МакФерсона.

Багато різновидів незалежних підвісок були розроблені. Підвіска МакФерсона, або свічка, що гойдається, є однією з найвідоміших форм.

Стійкість незалежної підвіски (рис. 2) характеризується використанням амортизаційної стійки, яка виконує три завдання одночасно. Стійка включає амортизатор і пружину [12].



1 – стійка; 2 – опора буфера стискання; 3 – основний ущільнювач; 4 – зовнішнє ущільнення штока; 5 – клапан; 6 – порожнина з мастилом; 7 – поршень; 8 – шток; 9 – порожнина з газом; 10 – пружина; 11 – буфер стискання; 12 – опора стійки.

Рисунок 2 – Стійка незалежної підвіски

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Цей складовий елемент підвіски кріпиться до маточини колеса в нижній частині та до кузова вгорі за допомогою опор. Таким чином, крім того, що він допомагає приймати та гасити коливання, він також забезпечує кріплення колеса.

Поперечні важелі, які також є частиною конструкції напрямної системи, служать для забезпечення рухомого з'єднання колеса з кузовом і запобігання його поздовжньому переміщенню.

Стабілізатор поперечної стійкості, який служить єдиною ланкою між підвісками двох коліс однієї осі, є ще одним компонентом, який використовується для зменшення кренів кузова під час руху. Цей елемент, по суті, є торсіоном, і він працює на основі скручування протидіючої сили.

Підвіска зі стійками МакФерсона є однією з найпоширеніших, і вона може бути встановлена на задній або передній осі. Вона набула популярності завдяки своїм порівняно компактним розмірам, простоті конструкції та надійності. Її недоліком є зміна кута розвалу, який відбувається при значному ході колеса щодо кузова [12].

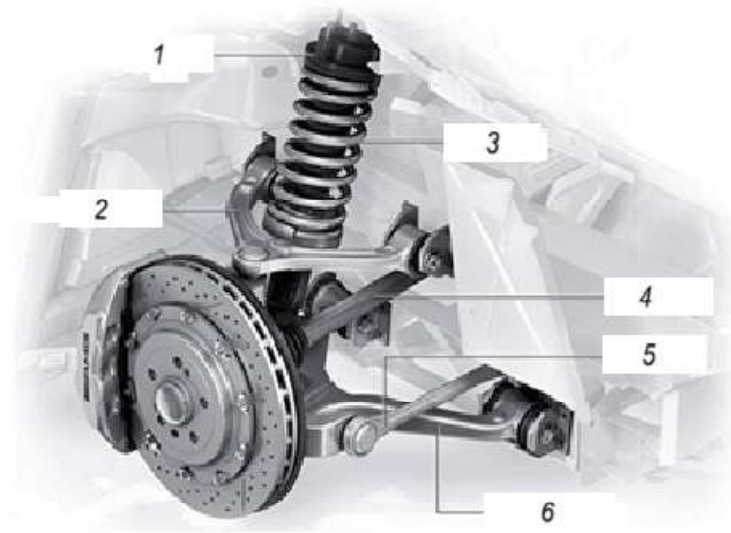
1.3 Підвіска важільного типу.

Важільні незалежні підвіски (рис. 3) також є варіантом, який використовується на автомобілях.

У двоваговій конструкції підвіски амортизаційна стійка служить лише гасінням коливань. Кріплення колеса повністю лежить на керуючій системі, яка складається з двох поперечних важелів, верхнього та нижнього.

Забезпечуючи надійне утримання колеса поздовжнього переміщення, використані важелі мають форму А. Крім того, вони мають різну довжину (верхній — коротший), тому кут розвалу не змінюється навіть коли колесо переміщується близько до кузова [26].

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13



1 – амортизатор; 2- верхній важіль; 3 – пружина; 4 – напіввісь; 5 – тяга; 6 – нижній важіль.

Рисунок 3 – Незалежна важільна підвіска

Двоважільна підвіска відрізняється від «МакФерсона» більшою вагою та металом, але вона дещо складніша в обслуговуванні та має трохи більше складових частин.

Багатоважільний тип є доопрацьованою двоважелевою підвіскою, як показано на рис. 4. У її конструкції до десяти поперечних і поздовжніх важелів використовується замість двох А-подібних [11].

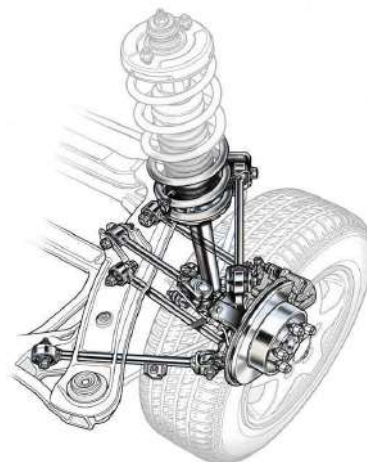
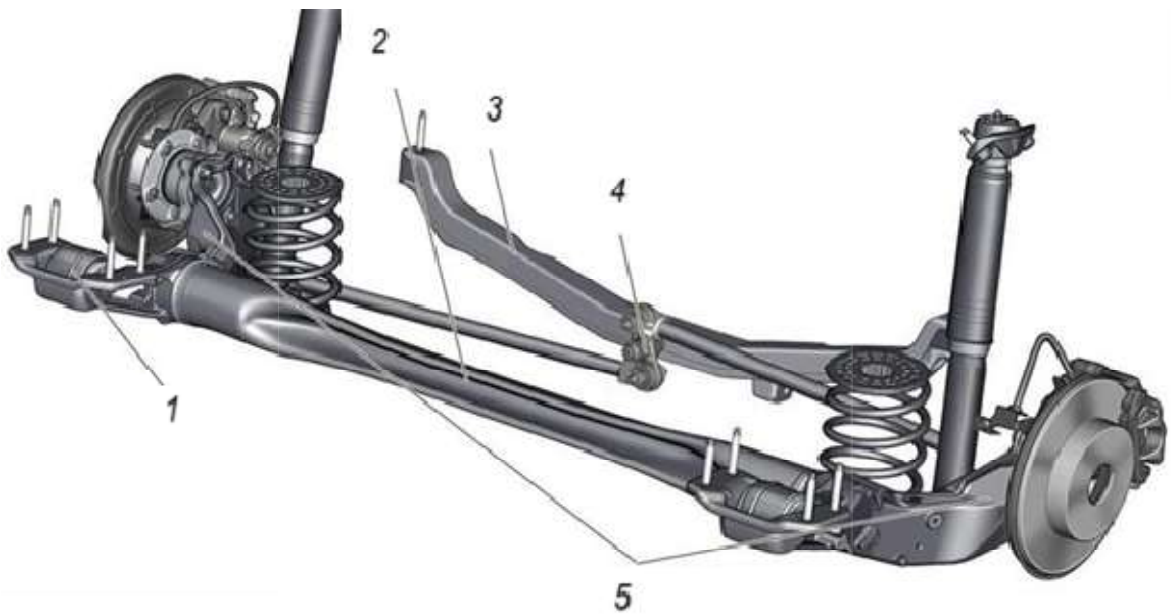


Рисунок 4 – Багатоважільна підвіска

Таке конструктивне рішення покращує плавність ходу та керованість автомобіля, зберігаючи кути положення колеса під час роботи підвіски. Однак воно більше коштує та потребує догляду. Через це вона не так корисна, як стійки двоважільного типу та МакФерсона. Її можна знайти в більш дорогих автомобілях [26].

1.4 Напівзалежна підвіска.

У напівзалежній підвісці (рис. 5), яка не містить елементів трансмісії, є балка з поздовжніми важелями, які кріпляться до колісних маточин важелів. Пружні та амортизатори виконують функції демпфування та пружності [3].



1 – сайлент блок; 2 – торсіона балка; 3 – поперечина; 4 – механізм Уатта; 5 – прокольні важелі.

Рисунок 5 – Напівзалежна підвіска з механізмом Уатта

Балка є торсіонною і може скручуватися, на відміну від залежної підвіски.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ

Арк.

15

Торсіонна балка часто використовується на задніх осях передньопривідних автомобілів через простоту конструкції та високу надійність.

Підвіска «ДеДіон» відрізняється від пристрою трансмісії задньопривідних автомобілів (рис. 6). Розробка полягала в тому, що головна передача була винесена з конструкції заднього моста, який був жорстко прикріплений до кузова, а передача обертання була виконана півосями зі шрусами. Задня вісь могла мати як залежну, так і незалежну підвіску. Однак через низку неприємних факторів цей тип автомобіля не отримав широкого поширення [4].

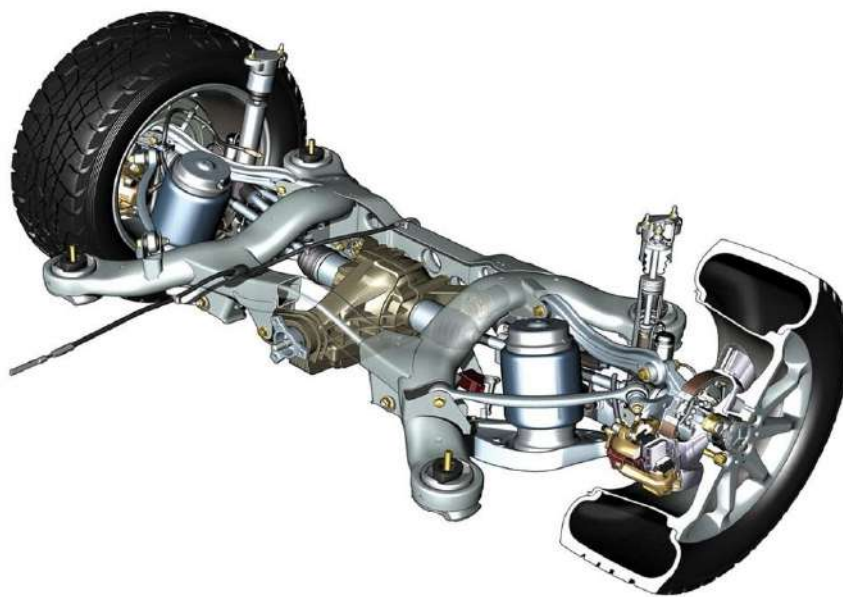


Рисунок 6 – Підвіска ДеДіон

Необхідно також згадати про активну підвіску. Вона не є окремим типом, а є по суті незалежною підвіскою. Вона також відрізняється від деяких інших конструктивних аспектів, які були описані вище.

Ця підвіска має електронно керовані амортизатори (гідравлічні, пневматичні або комбіновані), які можуть змінювати параметри роботи вузла, наприклад, підвищувати або знижувати жорсткість, збільшувати кліренс.

Однак через складність конструкції він рідко зустрічається і лише на автомобілях преміум-сегмента [4].

На відміну від викладених вище типів підвісок, задня незалежна підвіска є доступною, ефективною та комфортною для керування на багатьох автомобілях. З цієї причини цей тип вибирається для розробки.

У сегменті кросоверів Renault Sandero Stepway є популярним автомобілем, який поєднує доступність, практичність і стильний дизайн. Хоча ця модель базується на звичайному Renault Sandero, вона має підвищений кліренс, посилену підвіску та додаткові зовнішні деталі, які надають автомобілю більш агресивний і привабливий вигляд.

Підвіска Renault Sandero Stepway була розроблена, щоб відповідати особливостям експлуатації автомобіля на різних дорогах і в різних кліматичних умовах. Вона покращує керуваність, стабільність і комфорт під час руху.

Проект передбачає розробку задньої незалежної підвіски MacFerson для Renault Sandero Stepway.

Такий дизайн забезпечує кращий хід коліс, кращу керуваність, стабільність і комфорт.

Висновки у розділі.

У цьому розділі розглядаються два види підвісок автомобіля: залежні та незалежні. До розробки була прийнята задня незалежна підвіска, яка відрізняється низькою ціною, чудовим комфортом і керуваністю.

					<i>КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2. Конструкторська частина

Таблиця 1 містить технічні характеристики Renault Sandero Stepway (рис. 7).

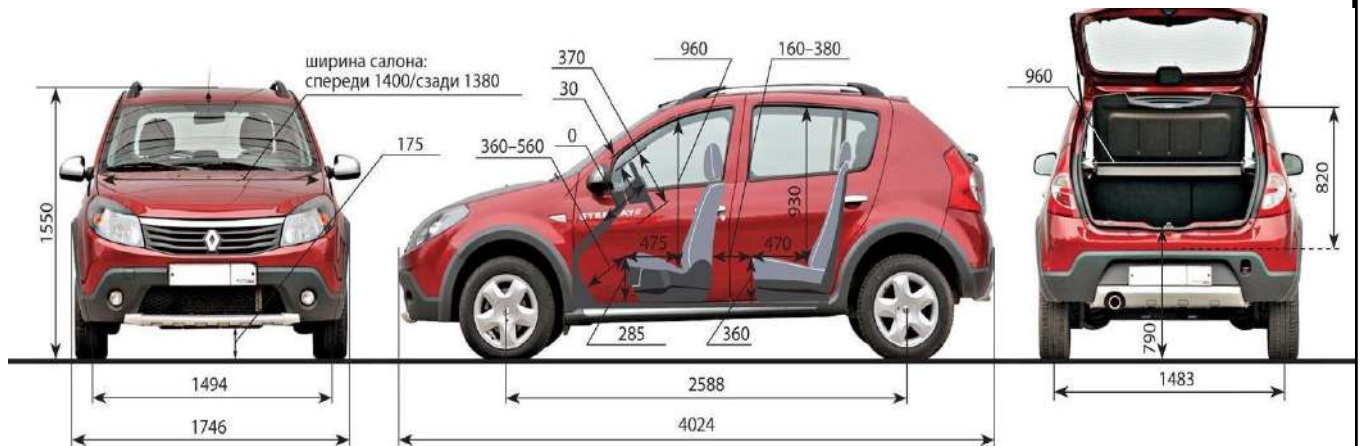


Рисунок 7 – Габаритні розміри Renault Sandero Stepway

Таблиця 1 – Загальні характеристики Renault Sandero Stepway [1].

Параметр	Значення
Колісна формула	4×2
Число місць, включаючи водія, чол.	5
Колісна база, мм	2588
Дорожній просвіт, мм	175
Габаритні розміри, мм	4024×1746×1550
Споряджена маса, кг	1165
Повна маса, кг	1560
Максимальна швидкість, км/год (м/с)	172 (47,7)
Кількість паливних баків	1
Двигун	
Модель двигуна	H4M
Тип двигуна	Бензиновий, 4-тактний, рядний
Число циліндрів	4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ

Арк.

18

Робочий об'єм двигуна, л. (мм. куб.)	1,6 (1598)
Потужність двигуна, кВт при об/хв	81 за 5600
Максимальний момент, що крутить, Н·м при об/хв	152/4000
Коробка передач	
Тип коробки	Механічна, 5-ступінчаста, гідравлічна
Передавальні числа коробки передач прототипу	1-3,545; 2-2,238; 3-1,464; 4-0,967; 5-0,738
Передатна кількість головної передачі	4,5
Колеса та шини	
Розмір шин	Радіальні, безкамерні 185/65R15
Коефіцієнти	
Коефіцієнт обтічності (Сх)	0,4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ

Арк.

19

Продовження таблиці 1

Параметр	Значення
Коефіцієнт опору коченню f_0	
– асфальт у хорошому стані	0,011
– мокрий ґрунт	0,1
– асфальт у задовільному стані	0,0175
Мінімальний питомий витрата палива, g_{min} , г/кВтч	230
Щільність бензину, ρ_t , кг/м ³	0,750
Час реакції водія, t_p , с;	0,7
Час затримки t_3 с;	0,2
Час наростання тиску у системі, t_n , с;	0,4
Час гальмування, $t_{от}$, с.	0,2

Пропонується розрахувати підвіску, необхідну для досягнення максимальної швидкості.

2.1 Підвіска Renault Sandero Stepway

Підвіска Stepway для Renault Sandero призначена для безпечного та комфортного руху по різних дорогах. Вона складається з багатьох компонентів, які працюють разом, щоб пом'якшити удари та вібрації, що виникають під час руху.

Підвіска Renault Sandero Stepway складається з наступних компонентів:

- Передня підвіска типу МакФерсон складається з пружин, амортизаторів і поперечного стабілізатора. Цей тип підвіски підвищує керованість автомобіля та зменшує вагу конструкції.
- Задня підвіска складається з полуторної розрізної балки торсійної,

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

яка оснащена поздовжніми важелями та амортизаторами. Це надійна та проста конструкція, яка забезпечує комфорт для пасажирів і хорошу стійкість автомобіля на дорозі.

– Амортизатори містять газ, щоб поглинати удари та вібрації, що виникають під час руху автомобіля нерівними дорогами. Крім того, вони покращують стабільність і керованість автомобіля;

– Стабілізатори поперечної стійкості встановлюються на передній і задній підвісці для того, щоб запобігти нахилу автомобіля під час повороту, що покращує керованість і безпеку.

– Важелі підвіски забезпечують зв'язок між колесами та кузовом автомобіля, передаючи на нього навантаження від коліс. Вони також поглинають удари та вібрації.;

– Втулки підвіски: втулки, виготовлені з гуми або поліуретану, кріпляться до важелів підвіски. Їхня мета полягає в тому, щоб зменшити шум і вібрації, що передаються на кузов автомобіля.

Як було сказано раніше в роботі, перед розробкою необхідно створити задню незалежну підвіску МакФерсон. Розглянемо її конструкцію та історію.

2.2 Опис підвіски

Підвіска МакФерсон — це тип підвіски для транспортного засобу. Цю підвіску також називають свічкою, що гойдається, або підвіскою МакФерсона. Цей тип підвіски змінив підвіску на поперечних подвійних важелях, у якій амортизаторна стійка була основним компонентом.

Підвіска отримала свою назву від американського інженера Ерла Стиллі МакФерсона, який працював у фірмі «Форд». У другій половині 40-х років Ерлу вдалося розробити таку підвіску. На той час Ерл працював у GM і працював над проектом, який не ввійшов у серійне виробництво легкових автомобілів, особливо для американського ринку дешевого Chevrolet Cadet. Пізніше Ерл

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

спробував використати розроблену підвіску на серійному автомобілі «Форд Ведет» 1948 року, випущеному французькою філією компанії. У 1950 році Ford Zephyr мав підвіску, а Ford Consul — в 1951 році. Завод у Пуассі, який випустив Vedette, спочатку зіткнувся з великими труднощами з освоєнням нової моделі, що дозволяє вважати ці моделі великосерійними автомобілями з підвіскою MacPherson [10].

До початку 20 століття існували аналогічні підвіски «МакФерсон». Наприклад, в середині 1920 років було створено підвіску подібного типу. Guido Fornasa, інженер Fiat, розробив цей тип підвіски, і навіть вважається, що Ерл використав деякі з його розробок.

Передня підвіска з двома нерівними поперечними важелями є безпосереднім предком підвіски МакФерсон.

Така підвіска мала пружину з амортизатором у єдиному блоці над верхнім важелем. Такий дизайн забезпечив компактність підвіски, що дозволило пропустити піввісь із шарніром між важелями передньопривідного автомобіля.

МакФерсон замінив амортизаторну стійку на амортизаторний блок, встановивши пружину над верхнім важелем з кульовою опорою та крило поворотного шарніра, закріплене на брызговику. Таким чином вийшла підвіска під назвою розробника, яка була компактною, конструктивно простою та дешевою. Підвіска МакФерсона почала орієнтуватися на низці моделей фірми «Форд» на європейському ринку.

Такий тип підвіски спочатку мав кульовий шарнір на продовженні осі стійки амортизатора, що означало, що вісь стійки амортизатора була віссю повороту колеса. Пізніше кульовий шарнір почав зміщуватися до колеса назовні на автомобілях Volkswagen Passat та Audi 80 перших поколінь. Це призвело до зменшення значення плеча обкатки та навіть до появи негативних значень.

Після того, як цей тип підвіски вирішив усі технологічні проблеми, включно з масовим випуском амортизаторних стійок з потрібним ресурсом, він став популярним у 1970 році. Хоча цей тип підвіски має багато недоліків, він

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

широко використовувався в автомобілебудуванні завдяки своїй технологічності та низькій ціні.

Навіть дорогі та великі автомобілі, такі як Mercedes-Benz W124, Audi 100 і Opel Senator, отримали підвіску МакФерсона з 1980 року. Майже весь модельний ряд БМВ другої половини 1970–початку 1990 років також отримав нову підвіску. Але коли споживання та технічні характеристики автомобілів зменшилися через непотрібність, дорогі автомобілі почали знову оснащуватися підвіскою на подвійних поперечних важелях (Ауді А6 і А4, нові моделі БМВ і Мерседес-Бенц W210). Такі підвіски виробляються дорожче, але вони мають кращі параметри кінематики, що робить їх більш комфортними для їзди. Ерл розробив підвіску, яка могла встановлюватися на передні та задні колеса машини. Ця підвіска була використана в моделі Chevrolet Cadet. З іншого боку, перші серійні моделі мали підвіску лише на передніх колесах. Задні колеса залишалися без підвіски і мали привідний жорсткий міст на поздовжніх ресорах. Це здешевило та спростило підвіску.

Подібну підвіску використовував інженер Лотус Колін Чепмен у 1957 році на моделі Лотус Еліт, але вже для задніх коліс. Це, швидше за все, було причиною того, що підвіска в англійських країнах називається «Чепмен». Наприклад, Німеччина не має такої різниці, тому там використовується поєднання, відоме як «задня підвіска MacPherson».

Кінематика, що отримала спрощення, характеризує підвищення з позиції конструкції. Її компактність пов'язана з тим, що амортизаційні стійки замінюють верхні важелі. У процесі проектування підвіски основною метою було зробити пристрій компактним, простим у конструкції та дешевим у виробництві. У результаті комфорт і керованість були відсунуті на другий план [21].

Спочатку були деякі сумніви щодо конструкції підвіски. Передбачалося, що коливання коліс у площині розвалу можуть бути неприйнятними. Ці побоювання не були підтверджені. Амплітуда коливань була нормальною. Зношування гуми відбувалося більш рівномірно.

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Після запуску підвіски у виробництво Макферсон продовжував працювати над своїм «дітищем», намагаючись ще більше здешевити продукт. Він не досяг успіху в цьому завданні, оскільки недорогі матеріали не могли забезпечити необхідні характеристики міцності підвіски [22].

2.3 Принцип роботи та схема кріплення підвіски

Підрамник підвіски кріпиться гумовими елементами з металевими вставками. Такі деталі називають сайлентблоками.

Гумові елементи необхідні для створення шуму та вібрації. Крім того, на підрамнику закріплені поперечні важелі для лівого та правого колес. Кожен підрамний важіль з'єднаний гумовими втулками в двох місцях (рис. 8).

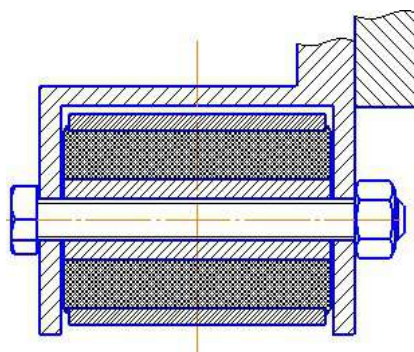


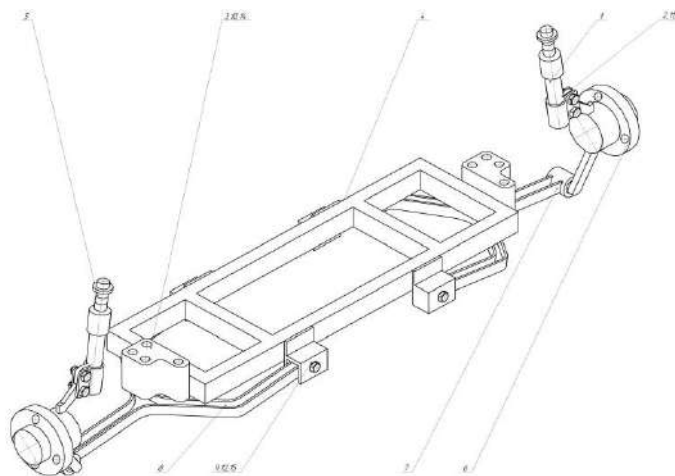
Рисунок 8 – Кріплення нижнього важеля та підрамника

Необхідна жорсткість у поздовжньому напрямку ходу забезпечується подвійним кріпленням підвіски нового типу. Нижня частина кріпиться до поворотного кулака через шарову опору. Поворотний кулак кріпиться до кермової тяги за допомогою кульової опори. Поворотний кулак, точніше, його верхня частина, кріпиться на амортизаторній стійці за допомогою круглого затискача. Насправді це виглядає так: два болти затискають стійку, проходячи через кріплення. Поворотний кулак має підшипниковий вузол або маточину, а також систему гальм. Амортизаторна стійка містить амортизатор і пружину. Оскільки він проходить через цю вісь, амортизатор із пружиною має одну вісь.

Після того, як пружина закріплена на стійці, вона має нижню межу, яку також називають буфером стиснення. Це пластинка з металу, яка обмежує її розтискання. Стійка розташована між верхнім і нижнім кріпленнями. Стійка вгорі закріплена на опорному підшипнику, який зазвичай складається з гумово-металевого підшипника, який закріплений на кузові машини. Знизу поворотний кулак фіксується на стійці. У підвісці МакФерсон також є бічні стійки стабілізатора, що дозволяє зменшувати бічні крени.

На рис. 9 показано дизайн задньої незалежної підвіски МакФерсон для Renault Sandero Stepway.

Цей тип підвіски часто називають свічком, що гойдається, оскільки амортизаційна стійка є важливим конструктивним компонентом. Підвіска МакФерсона також містить стабілізатор стійкості, поперечні важелі та підрамник. Кожен із перерахованих вузлів виконує чітко визначену роботу. Характеристики задньої підвіски легкового автомобіля Renault Sandero Stepway



1 – амортизатор; 2 – кріплення амортизатора; 3 – кронштейн; 4 – підрамник; 5 – буфер стиснення; 6 - маточина; 7 – сайлентблок для кріплення маточини та нижнього важеля; 8 – нижній важіль; 9 – сайлентблок для кріплення нижнього важеля та підрамника; 10 – сайлентблок для кріплення кронштейна та підрамника; 11 - болт M14×1,5; 11 - болт M10×1,25; 12 - болт M12×1,5; 13,14,15 – гайки

Рисунок 9 – Загальний вигляд задньої незалежної підвіски

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

2.3.1 Підрамник.

Підрамник служить опорною опорою як передньої, так і задньої осі системи підвіски.

Кронштейни кріплять підрамник до кузова. Місця кріплення задньої балки та кронштейнів до кузова збігаються.

Підрамник виконує одночасно кілька завдань. Насамперед силовий агрегат захищається від ударів знизу підрамником і опорою підвісок, які встановлюються в передній частині машини.

Підрамник може бути встановлений на раму, тоді як безрамні автомобілі можуть бути встановлені окремо, виконуючи частину функцій рами. У деяких автомобілях можуть бути відсутні рама та підрамник. У таких випадках лонжерони служать посилюючими елементами конструкції.

Важелі підвіски, штанги стабілізатора поперечної стійкості, опора двигуна та кермовий механізм кріпляться саме до підрамника, а не до кузова. Крім того, підрамник з'єднує підвіски [5].

Підрамник покращує стійкість і керованість автомобіля.

2.3.2 Верхні важелі

Згідно з рис. 10, нижні важелі кріпляться до підрамника за допомогою кронштейнів, що додає жорсткості всій конструкції.

					<i>КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26



Рисунок 10 – Нижній важіль

Кожне поперечне важеля має маточину з іншого кінця, яка з'єднується через гумометалевий шарнір.

2.3.3 Пристрій амортизатора

Амортизатор є компонентом, призначений для зменшення коливань пружини під час її різкого розтискання.

Стойка складається з кількох елементів, основними з яких є амортизатор і пружина.

Стойка служить для підвищення комфорту та підтримки керованості на різних швидкостях, а також забезпечує найважливіше з'єднання кузова з колісними механізмами.

Розглянемо детальніше конструкцію стійки, щоб зрозуміти все вище сказане. Таким чином, вона складається з таких елементів:

- безпосередньо сам амортизатор або, як його ще називають у

технічній літературі – телескопічна стійка;

- пружина – ключова деталь конструкції;
- шток амортизатора із кожухом;
- вушко кріплення;
- опора стойки верхня;
- упорна чашка пружини;
- підшипник опори;
- різні елементи кріплення.

Як зазначалося раніше, основними компонентами цього сімейства є амортизатор і пружина, які працюють разом [7].

Ми розглянемо їх більш детально.

Перш за все, пружина добре сприймає всі нерівності дороги, яких у нашій країні багато. По суті, саме вона є основним демпфуючим компонентом, який заважає нам відчувати всю красу вибоїн.

Пружина, однак, має один значний недолік. Після стиснення, як-от після наїзду на вибоїну, вона розтискається і рухається вгору і вниз, поки не ввійде в рівновагу[20].



Рисунок 11 – Пружина амортизатора

Якщо вони передаються на весь кузов, такі коливання навряд чи можна назвати комфортними. Люди, які їздили на автомобілі з несправними амортизаторами, знають, що автомобіль розгойдується і стає практично некерованим.

Таким чином амортизатор починає працювати. Він гасить ці коливання пружини миттєво та безперервно.

Це не тільки покращує стійкість автомобіля на дорозі та загальну керованість автомобіля, але й робить людей у машині щасливими [23].

2.3.4 Амортизатори.

Цей елемент має складнішу конструкцію, ніж пружина. У своєму найпростішому варіанті він представляє собою циліндром, заповнений газом або рідиною, всередині якого ходить поршень.

Дещо про різновиди амортизаторів.

Існують наступні категорії:

- олійні,
- газові,
- газоолійні.

Через простоту конструкції перший вид найпоширеніший. Масляні телескопічні стійки не дуже жорсткі, тому вони ідеально підходять для пересування по місту.

Газові амортизатори, які містять як газ, так і масло, є найжорсткішими, і вони ідеально підходять для спортивних машин, які потребують високої стабільності під час поворотів і швидкості.

За своїми характеристиками останній тип є чимось середнім між першим і другим [6].

2.3.5 Стабілізатор.

Навантаження між пружними елементами підвісок перерозподіляється під

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

час руху автомобіля в повороті або по змійці під дією відцентрових сил. Навантаження з зовнішніх коліс підвищується по відношенню до радіусу кочення, а з внутрішніх коліс знижується. Таким чином, машина крениться або розгойдується в поперечній площині. Подібні явища дуже небезпечні, оскільки вони можуть спричинити перекидання транспортного засобу та втрату контролю над ним. У зв'язку з тим, що ступінь розгойдування та величина крену значною мірою залежать від ходу підвіски, цей показник необхідно зменшувати, щоб уникнути вищезазначених недоліків.

Це можна досягти за допомогою збільшення жорсткості пружних елементів, встановлення короткохідних амортизаторів і обмежувачів ходу важелів або впровадження додаткового пружного елемента в конструкцію. Перві два методи були найгіршими, оскільки вони значно знижували комфортність автомобіля; вони використовуються в основному в спортивних болідах і їх варіантах. Таким чином, для створення підвіски використовувався новий пружний елемент, стабілізатор поперечної стійкості. Цей елемент діє лише тоді, коли колеса однієї осі переміщуються в різних напрямках — одне вгору, інше вниз [7].

Стабілізатор не є технічно складним. Це штанга у формі U з вигнутими кінцями під певними кутами. Конфігурація центральної частини штанги може бути складнішою, оскільки компактне розташування агрегатів і вузлів сучасних автомобілів не завжди дозволяє їй бути прямою. Стабілізатори виготовляють із відрізка циліндричного профілю. Матеріалом є спеціальна сталь, яка має здатність скручувати пружини.

Кронштейни з пружними демпферами (гумовими втулками) кріплять центральну частину стабілізатора до кузова або підрамника у двох точках паралельно осі коліс. Крім того, кінці стабілізатора безпосередньо з'єднуються з важелями, балкою та картером мосту, які є «несучими» деталями підвіски коліс. Коли пружні елементи підвіски стискаються з одного боку і розтягуються з іншого, середня частина стабілізатора скручується, і він починає діяти як

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

пружний елемент за принципом торсіонів.

Це означає, що стабілізатор намагається підняти автомобіль з одного боку крену, а з іншого, стиснувши пружний елемент підвіски, опустити його. Таким чином автомобіль вирівнюється по відношенню до дороги. У деяких передньопривідних автомобілях поперечна балка, яка жорстко з'єднує поздовжні важелі підвіски задніх коліс, служить стабілізатором задньої осі [21].

Такі підвіски називають напівнезалежними, оскільки ця частина скручується під час руху по нерівностях або поворотах змійки. На відміну від них, практично всі незалежні багатоважільні підвіски мають стабілізатор. У компонованні автомобіля є деякі труднощі, оскільки стабілізатор працює лише в площинах, наближених до горизонтальної.

2.4 Плюси та мінуси підвіски МакФерсона.

Незважаючи на те, що цей тип незалежної підвіски був широко поширений, він мав як переваги, так і недоліки. Зокрема, багато виробників відмовилися від використання МакФерсона на своїх моделях і перейшли на вдосконалені підвіски на подвійних поперечних важелях. Тим не менш, подібна підвіска все ще використовується найчастіше завдяки перевагам, які сам Ерл МакФерсон виділив під час процесу розробки [21].

Цей тип підвіски хороший тим, що він компактний, має невелику масу безпружинних елементів і виготовляється дешево. Завдяки великій відстані між опорними вузлами така підвіска краще компенсує сили реакції дороги, що передаються від коліс у місці їх кріплення до кузова. Ця підвіска також має здатність робити значні конструктивні ходи, що є ще однією перевагою її конструкції. Нарешті, нижній важіль, кульовий шарнір і основний підшипник ступиці мають високу стійкість і запас.

Перейдемо до проблем. Підвіска МакФерсон має більші ходи підвіски порівняно з такою ж конструкцією з подвійними поперечними важелями. Це

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

погіршує керуваність автомобілем. Другий недолік полягає в тому, що передача сил реакції від дороги тут витримується брызковиком крила, який є конструкцією, яка не є найнадійнішою. Отже, коли ви їдете дорогами низької якості, як це спостерігається в Україні, починається руйнування точок кріплення амортизаційних стійок до брызковика. Це зменшує ресурс підвіски. Третій недолік сучасних амортизаційних стійок полягає в тому, що їх конструкція залишається незмінною. При їх зносі стійку у зборі потрібно замінити. Якщо цього не зробити, підвіска часто пробиватиметься, що, у свою чергу, призведе до порушення геометрії кузова. Через тертя між штоком і напрямною тертям підвіска стає менш ефективною. Дорожнє покриття знижує ізоляцію від шуму [13].

У цьому розділі розглядається пристрій задньої незалежної підвіски. Вона обґрунтовано має багато переваг, включаючи компактність, невелику масу безпружинних компонентів і низькі значення реакцій від дороги.

2.5 Калькуляція для задньої незалежної підвіски

Вихідні дані з технічних характеристик [1, 2].

Розрахунок будемо проводити, виходячи з максимальної маси автомобіля.

Дані взяті із технічних характеристик автомобіля.

Вихідні дані [1, 2]:

Максимальна маса, що діє на підвіску: $M = 1565$ кг.

Відстань від переднього колеса до заднього: $L = 2,588$ м.

Відстань від центру мас автомобіля до центру мас задньої підвіски:

$l_2 = 1,25$ м.

Маса безпружинних частин: $M_{н.ч.} = 88$ кг

Коефіцієнт стиснення: $K_e = 0,8$.

Коефіцієнт відносного стиску: $K_e'' = 0,72$

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Коефіцієнт відбою: $K_0 = 0,78$.

Коефіцієнт динамічності: $K_{0\partial} = 0,4$.

Коефіцієнт апериодичності: $n = 0,2$.

Прогин до вступу в роботу буфера: $f = 0,8$.

Вага автомобіля: $G = 15650$ кг.

Коефіцієнт динамічності амортизатора: $\beta = 6$.

Межа плинності матеріалу: $\sigma_m = 400$ МПа

Коефіцієнт запасу: $n = 4$.

Довжина важеля: $l_p = 0,52$.

Коефіцієнт приведення довжини: Індекс пружини: $\beta = 6$.

Коефіцієнт $\mu = 1$.

Дотичні напруги: $\tau = 750$ МПа.

Вибір вертикальної пружної характеристики підвіски

Пружна характеристика підвіски – це залежність між вертикальним навантаженням P та деформацією підвіски f , виміряною безпосередньо над віссю колеса.

Власна частота коливань підресорених мас повинна перебувати в межах, що відповідають коливанням тіла людини при спокійній ходьбі, тобто приблизно $n = 1,25$ коливань/год.

Тоді статичний прогин підвіски дорівнює:

$$f_{ст} = \frac{g}{\Delta \cdot \pi^2 \cdot n^2} \quad (2.1)$$

де n - власна частота коливань (кіл/год) [17].

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$f_{cm} = \frac{9,81}{4 \cdot 3,141^2 \cdot 1,25^2} = 0,1$$

Визначаємо статичне навантаження:

$$P_{cm} = G_1 - G_{н.ч.} \quad (2.2)$$

де G_1 - вага, що припадає на задню вісь при повному завантаженні;

$G_{н.ч.}$ - вага безпружинних частин.

$$G_1 = M_1 \cdot g \quad (2.3)$$

де M - маса автомобіля, що припадає на задню підвіску.

$$M_1 = M \cdot \frac{l_2}{L}, \quad (2.4)$$

де M - маса, що діє на підвіску;

L - відстань від переднього колеса до заднього;

l_2 - відстань від центру мас автомобіля до центру мас задньої підвіски [17].

$$M_1 = 1565 \cdot \frac{1,25}{2,588} = 755,89$$

$$G_1 = 755,89 \cdot 9,81 = 7415,3$$

(2.5)

де $M_{н.ч.}$ - маса безпружинних частин.

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$G_{н.ч.} = 88 \cdot 9,81 = 873 \text{ Н,}$$

$$P_{ст} = 7415,3 - 873 = 6542,3 \text{ Н.}$$

Динамічний хід колеса вгору від ходу стиснення:

$$f_{ов} = K_e f_{ст}, \quad (2.6)$$

динамічний хід коліс вгору від ходу стиснення (м);

статичний прогин підвіски (м);

коефіцієнт стиснення [17].

$$f_{ов} = 0,8 \cdot 0,159 = 0,128 \text{ м.}$$

Динамічний хід колеса вниз від ходу відбою

$$f_{он} = K_o f_2, \quad (2.7)$$

де f_2 – переміщення коліс підвіски до включення обмежувача при ході стиснення (м);

K_o - коефіцієнт відбою [17].

$$f_2 = K_e f_{он} \quad (2.8)$$

де K_e - коефіцієнт відносного стиску.

$$f_2 = 0,72 \cdot 0,128 = 0,09216 \text{ м,}$$

$$f_{он} = 0,78 \cdot 0,0892 = 0,06957 \text{ м.}$$

$$f_1 = K_e f_{он}, \quad (2.9)$$

де f_1 – переміщення коліс під час відбою.

$$f_1 = 0,72 * 0,06957 = 0,050 \text{ мм.}$$

Динамічна навантаження визначається [1]:

$$P_{\partial} = K_{\partial} \cdot P_{cm} \quad (2.10)$$

де P_{∂} - динамічне навантаження (Н);

K_{∂} - коефіцієнт динамічності.

$$P_{\partial} = 0,4 * 4081 = 1987 \text{ Н.}$$

Визначаємо наведену жорсткість підвіски:

$$C_p = \frac{P_{cm}}{f} \quad (2.11)$$

де C - наведена жорсткість підвіски.

$$C_p = \frac{6542,3}{0,159} = 41146,5$$

Для значень переміщень від -71,68 до 128 мм через кожні 5 мм визначимо силу пружного стиснення (розтягування) підвісці.

2.6 Розрахунок характеристики амортизатора

«Для розрахунку параметрів амортизатора спочатку вибираємо коефіцієнт аперіодичності n рівний 0,2.

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$K = n \cdot \sqrt{\frac{M}{\gamma} \cdot c}, \quad (2.12)$$

де n - коефіцієнт аперіодичності,

M - маса, приведена до центру колеса (кг);

c -жорсткість підвіски, приведена до центру колеса (Н/м);

K - коефіцієнт опору амортизатора.

$$c = \frac{G}{f}, \quad (2.13)$$

де G -вага автомобіля (Н);

f - прогин до вступу в роботу буфера [17].

$$c = \frac{15650}{0,87} = 17988,5 \text{ Н/м.}$$

$$K = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{1045}{\dots}} \cdot 17988,5 = \dots$$

Враховуючи, що коефіцієнт опору під час відбою [3]:

$$K_{\text{відб}} = \beta K_{\text{сж}}, \quad (2.14)$$

де $K_{\text{сж}}$ коефіцієнт опору під час стиснення,

(2.15)

$$K = \frac{K_{\text{сж}} + K_{\text{отб}}}{2} = \frac{K_{\text{сж}} +}{2}$$

Визначаємо коефіцієнт опору амортизатора під час стиснення:

(2.16)

$$K_{\text{сж}} = \frac{2K}{1 + R}$$

$$K_{\text{сж}} = \frac{2 \cdot 6130}{1 + 6} = 175$$

Визначаємо коефіцієнт опору амортизатора під час відбою:

$$K_{\text{відб}} = 6 \cdot 175 = 1050, 4$$

За характеристиками будується характеристика амортизатора, у якій сила опору [3]:

(2.17)

$$F = K_i \cdot V_n,$$

де F – сила опору (Н);

K_i - коефіцієнт опору амортизатора на ході стиснення або відбою;

V_n - швидкість поршня [17].

Максимальна швидкість поршня приймається 0,6 м/с.

(2.18)

$$F_{\text{макс}} = K_{\text{макс}} \cdot V_{\text{макс}}$$

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$F_{\text{max осьов}} = 10508,4 \cdot 0,6 = 6305 \text{ Н},$$

$$F_{\text{max с.с.с}} = K_{\text{с.с.с}} \cdot V_{\text{удар}} \quad (2.19)$$

$$F_{\text{удар с.с.с}} = 1751,4 \cdot 0,6 = 1050$$

Площа поршня:

$$S = \frac{F_{\text{max}}}{p_{\text{max}}} \quad (2.20)$$

де S – площа поршня;

F_{max} – максимальна сила опору під час стиснення чи відбою;

p_{max} – максимальний тиск в амортизаторі [17].

$$S = \frac{6305}{4} = 1576,25 \text{ м}^2$$

Діаметр поршня [3]:

(2.21)

$$d_n = \sqrt{\frac{4S}{\pi}},$$

де d_n – діаметр поршня;

S – площа поршня [17].

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,464}{\pi}} = 44$$

Визначимо діаметр штока, прийнявши його довжину, що дорівнює 300 мм.

З розрахунку на стійкість штока при максимальному осьовому стисканні:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ

Арк.

39

$$D = \sqrt[4]{\frac{F_{\max} \cdot 64 \cdot L}{\pi^3 \cdot E}} \quad (2.22)$$

де D – діаметр штока;

L - довжина штока;

E - модуль Юнга;

F_{\max} – максимальна сила опору під час стиску [17].

$$D = \sqrt[4]{\frac{1050,84 \cdot 64 \cdot 0,3^2}{\pi^3 \cdot 2,05 \cdot 10^5}} = 0,0175 \text{ м} = 17,5 \text{ мм}$$

За ДСТУ діаметр штока приймаємо рівним 18 мм і вибираємо амортизатор з діаметром кожуха 70 мм.

2.7 Розрахунок нижнього важеля

Для нормальної роботи вузла має виконуватися умова [5]:

$$\sigma_m = \frac{K}{A} \leq [\sigma_m] \quad (2.23)$$

де σ_m - межа плинності матеріалу (МПа);

K - навантаження на важіль (Н);

A – поперечний переріз важеля у небезпечному перерізі (мм);

$[\sigma_m]$ - допустима напруга (МПа).

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

$$A = lh + 2hb, \quad (2.24)$$

де l – ширина важеля у небезпечному перерізі (мм);

h – ширина профілю (мм)

b – Висота важеля (мм).

Прийmemo

$$\frac{l}{h} = 6; \quad \frac{b}{h} =$$

$$A = 6h^2 + 6h^2 = 12$$

Задаємося межею плинності матеріалу та коефіцієнтом запасу міцності. Вибираємо матеріал Сталь 40 як найбільш задовольняючий міцнісних та економічних міркувань: сталь 40 для цього матеріалу. $\sigma_m = 400$ МПа.

Знаходимо допустиму напругу за формулою:

$$[\sigma_m] = \frac{\sigma_m}{n}, \quad (2.25)$$

де n – коефіцієнт запасу, приймаємо рівним 4 [17].

$$[\sigma_m] = \frac{400}{4} = 100 \text{ МПа}$$

Знаходимо ширину профілю, виходячи з максимально допустимих напруг [5]:

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$A = \frac{G}{[\sigma_{\dots}]} \quad (2.26)$$

$$A = 12h^2 \Rightarrow h = \sqrt{\frac{G}{12[\sigma_{\dots}]}} \quad (2.27)$$

$$h = \sqrt{\frac{15650}{12 \cdot 100}} = 8,9$$

За ДСТУ 6636-69 вибираємо з ряду нормальних лінійних розмірів.

$$h = 10 \text{ мм} \Rightarrow l = 60 \text{ мм}; b = 30 \text{ мм}; A = 1$$

При розрахунку важеля на стиск слід враховувати коефіцієнт зменшення напруги, що допускається, на стиск з урахуванням можливості поздовжнього вигину φ .

Коефіцієнт вибирається за таблицею залежно від значення гнучкості матеріалу:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l_p}{i_x} \quad (2.28)$$

де μ - коефіцієнт приведення довжини, приймаємо рівний 1;

l_p - довжина важеля;

i_x - радіус інерції [17].

$$i_x^2 = \frac{I_x}{A}, \quad (2.29)$$

де I_x - осьовий момент інерції.

$$I_x = \frac{l^3 (h+b) - b(l-2h)}{12} \quad (2.30)$$

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$I_x = \frac{60^3 \cdot (10 + 30) - 30 \cdot (60 - 2 \cdot 10)}{12}$$

$$i_x = \sqrt{\frac{3500}{120}} = 15,1 \text{ м}$$

$$\lambda = 1 \cdot \frac{520}{15,1} = 45$$

Значення λ дорівнює 45,1 відповідає значення φ дорівнює 0,65. Знаходимо діаметр тяги:

$$A = \frac{G}{\varphi \cdot [\sigma_m]} \quad (2.31)$$

де φ - коефіцієнт подовжнього вигину.

$$h = \sqrt{\frac{15650}{0,65 \cdot 100 \cdot 12}} = 20,0 \text{ мм}$$

За ДСТУ 6636-69 вибираємо з ряду нормальних лінійних розмірів h дорівнює 20 мм.

2.8 Розрахунок пружини

Основним пружним елементом сучасних автомобілів є пружина. Виберемо попередньо передавальне число підвіски та індекс пружини [4]:

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

(2.32)

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{c \cdot f_o \cdot \beta \cdot i \cdot}{\tau}}$$

де c – жорсткість підвіски (Н/м);

f_o – переміщення коліс під час відбою (м);

i – передатне відношення підвіски;

K – коефіцієнт, що враховує кривизну витка;

(2.33)

$$i = \frac{G_1}{G_2 - G_1}$$

$$i = \frac{7415,3}{7415,3 - 880} = 1,$$

Визначимо коефіцієнт, що враховує кривизну витка:

$$K = 1 + \frac{1,5}{R}$$

$$K = 1 + \frac{1,5}{0} = 1,$$

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{41146,5 \cdot 0,050 \cdot 6 \cdot 1,13 \cdot 1,2}{750}} = 14$$

За ДСТУ 53827-10 знайдемо найближче значення d дорівнює 15 мм, D дорівнює 90 мм.

Знайдемо повне число витків [4]:

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$Z = \frac{0,81 \cdot c \cdot f_o^2 \cdot G}{\tau^2 \cdot D \cdot d^2} \quad (2.35)$$

де G - модуль пружності, приймаємо рівним $7,8 \cdot 10^4$ МПа;

D - внутрішній діаметр пружини, мм;

d - діаметр прутка, мм.

$$Z = \frac{0,81 \cdot 41146 \cdot 0,05^2 \cdot 7,8 \cdot 10^4}{750^2 \cdot 90 \cdot 15^2} = 4$$

Висновки у розділі.

У цьому розділі розглядаються характеристики вертикальної пружини підвіски та його основні розміри. Також розглядаються розміри та розрахунок важеля на вигин і стиснення. Побудовано як гідравлічні, так і пружні характеристики амортизатора.

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

3 Технологічний розділ

Складальний процес у виробництві автомобілів і тракторів означає сукупність операцій зі з'єднання компонентів у певній послідовності для отримання вузлів, механізмів або закінченого автомобіля або трактора, який відповідає встановленим технічним вимогам.

Автомобілі та трактори виготовляються або на тому самому заводі, де виготовляються компоненти, або на спеціалізованому складальному підприємстві. Нині у вітчизняному автотракторобудуванні переважає перший вид організації виробництва.

Складальні роботи більш трудомісткі, ніж зварювальні, ковальсько-пресові та ливарні роботи. Один із важливих резервів виробництва – це реальна можливість зниження трудомісткості складання насамперед завдяки механізації процесу.

У виробництві автотракторів переважає масове та велике виробництво. У порівнянні з іншими сферами машинобудування тут є більш сприятливі умови для механізації та автоматизації процесів збирання та скорочення, які вимагають ручної праці. Тим часом у складальних цехах трудомісткість робіт знижується швидше, ніж у заготівельних і обробних цехах більшості автомобільних і тракторних заводів. У результаті відносне значення трудомісткості складання часто не зменшується, а навпаки, збільшується.

Загальна трудомісткість виготовлення автомобілів і тракторів зараз становить 25–30 відсотків складальних робіт.

Вихідними даними для проектування технологічного процесу збирання є:

- складальні креслення (вироби, вузли або машини);
- технічні умови на складання;
- робочі креслення деталей, які входять у виріб;

					<i>КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

– задана річна чи загальна процесу випуску.

Крім того, під час проектування технологічного процесу складання необхідно використовувати допоміжні матеріали, такі як паспорти, каталоги, характеристики складального обладнання та механізованого складального інструменту; ДСТУ та стандарти на немеханізований складальний інструмент, а також технології складання типових вузлів.

3.1 Обґрунтування вибору технологічного процесу

Фактори, такі як тип виробу, розмір, кількість, вимоги до якості та ступінь автоматизації процесу, впливають на вибір технологічного процесу складання.

Тип товару є важливим фактором. Наприклад, краще використовувати автоматизовані технологічні процеси, щоб зменшити людські фактори та забезпечити підвищену точність для продуктів, які вимагають високої точності та дрібних деталей.

Розміри виробу також можуть визначати технологічний процес. Великі товари можуть потребувати використання кранів та інших важких механізмів, але дрібніші товари можуть бути складені автоматично.

Процес незалежної підвіски легкового автомобіля Renault Sandero Stepway не має великого попиту, тому можна використовувати метод дрібносерійного складання.

У дрібносерійному виробництві використовується форма стаціонарного непоточного збирання. Процес диференціюється на вузлове та загальне збирання.

Розрахуємо такт випуску за такою формулою:

					<i>КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$T_{д} = \frac{F_{д} \cdot 60 \cdot 1}{N} \quad (3.1)$$

де $F_{д}$ – дійсний річний фонд робочого часу складального обладнання в одну зміну, приймається рівним 2070 год. Для стаціонарного складання на необладнаному устаткуванні;

m – кількість змін, що приймається рівним 1;

N – Річний обсяг випуску, приймається рівним 120 шт [25].

$$T_{д} = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{120} = \text{годин}$$

Далі складаємо технологічну схему збирання.

Технологічна схема складання є графічним зображенням усіх операцій, необхідних для виробництва кінцевого продукту. Вона регулює, як виконуються всі етапи виробництва, починаючи з отримання вихідних матеріалів і закінчуючи виготовленням готового продукту.

Основні елементи технологічної схеми збирання:

- одержання вихідних матеріалів;
- підготовчі операції – розмітка матеріалів, нарізка, обробка тощо;
- складальні операції – складання виробу з окремих деталей;
- остаточна обробка – шліфування, полірування, фарбування тощо;
- контроль якості – перевірка відповідності готового виробу заданим вимогам;
- упаковка та зберігання готового виробу.

Перелік складальних робіт вузлового та загального складання задньої незалежної підвіски для легкового автомобіля Renault Sandero Stepway представлений у таблиці 10.

Таблиця 10 – Список складальних робіт [18]

Зміст основного та допоміжного переходу	Час на операцію, хв.
Взяти підрамник із контейнера	1
Оглянути підрамник на наявність пошкоджень та дефектів	3
Взяти сайлентблок для кріплення нижнього важеля та підрамника	0,5
Оглянути сайлентблок для кріплення нижнього важеля та підрамника на наявність пошкоджень та дефектів	1
Взяти болт М12 1,5 (2 шт.), гайку М12 (2 шт.)	0,5
Взяти нижній важіль (1 шт.)	0,2
Оглянути нижній важіль (1 шт.) на наявність пошкоджень та дефектів	1
Встановити нижній важіль у кронштейн підрамника та зафіксувати при допомоги болтів М12×1,5 (2 шт.), гайок М12 (2 шт.)	4
Взяти сайлентблок для кріплення маточини та нижнього важеля	0,2
Оглянути сайлентблок для кріплення маточини та нижнього важеля на наявність пошкоджень та дефектів	1
Взяти маточину з кронштейном для кріплення амортизатора (1 шт.)	0,5
Оглянути маточину з кронштейном на наявність пошкоджень та дефектів	1
Встановити маточину з кронштейном через сайлентблок для кріплення ступиці та нижнього важеля до нижнього важеля	5
Взяти амортизатор	0,5
Оглянути амортизатор на наявність пошкоджень та дефектів	2
Взяти болт М10 1,5 (2 шт.), гайку М10 (2 шт.)	0,5
Встановити амортизатор на маточину за допомогою болта	5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ

Арк.

49

M10×1,5 (2 шт.), гайки M10 (2 шт.)	
Взяти буфер стиснення	0,5
Оглянути буфер стиснення на наявність пошкоджень та дефектів	1
Встановити буфер стиснення на амортизатор	2
Повторити операції 3-20 для іншої сторони	29,4
Перевірити якість виконаних операцій	10
Разом:	68,8

Розрахуємо загальний оперативний час на всі види робіт за формулою:

$$t_{оп}^{общ} = \sum t_{оп1} + t_{оп2} + \dots + t_{опn} \quad (3.2)$$

$$t_{оп}^{общ} = \sum t_{оп1} + t_{оп2} + \dots + t_{опn}$$

«Визначаємо сумарну трудомісткість збирання виробу за формулою:

$$t_{шт}^{общ} = t_{оп}^{общ} + t_{оп}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right) \quad (3.3)$$

де α – частина оперативного часу на організаційно-технічне обслуговування робочого місця у відсотках, приймаємо рівним 3%; β – частина оперативного часу для перерви і відпочинку в відсотках, приймаємо рівним 5% [25].

3.2 Проектування технологічного процесу збирання задньої незалежної підвіски для легкового автомобіля Renault Sandero Stepway

Складемо послідовність технологічних операцій із зазначенням пристроїв і

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

затраченого виконання операцій часу заносимо до таблиці 11.

Таблиця 11 – Технологічний процес збирання задньої незалежної підвіски для легкового автомобіля Renault Sandero Stepway [19]

Номер операції	Найменування операції	Номер позиції	Змістоперації, переходу	Обладнання, інструмент, пристосування	Час, хв.
005	Складальна	1	Взяти підрамник із контейнера	Пристосування вантажопідйомне, набір головок, таріжкові ключі, викрутка, молоток, плоскогубці, комір, та динамометричний ключ	58,8
		2	Оглянути підрамник на наявність пошкоджень та дефектів		
		3	Взяти сайлентблок для кріплення нижнього важеля підрамника		
		4	Оглянути сайлентблок для кріплення нижнього важеля та підрамника на наявність пошкоджень та дефектів		
		5	Взяти болт М12×1,5 (2 шт.), гайку М12 (2 шт.)		

Продовження таблиці 11

Номер операції	Найменування операції	Номер позиції	Змістоперації, переходу	Обладнання, інструмент,	Час, хв.
		6	Взяти нижній важіль(1 шт.)		
		7	Оглянути нижній важіль (1 шт.) на наявність пошкоджень та дефектів		
		8	Встановити нижній важіль у кронштейн підрамника та зафіксувати за допомогою болтів М12×1,5 (2 шт.), гайок М12 (2 шт.)		
		9	Взяти сайлентблок для кріплення маточини та нижнього важеля		
		10	Оглянути сайлентблок для кріплення маточини та нижнього важеля на наявність пошкоджень та дефектів		
		11	Взяти маточину з кронштейном для кріплення амортизатора (1 шт.)		
		12	Оглянути маточину з кронштейном на наявність пошкоджень та дефектів		
		13	Встановити маточину з кронштейном через сайлентблок для кріплення маточини та нижнього важеля до нижнього важеля		
		14	Взяти амортизатор		
		15	Оглянути амортизатор на наявність ушкоджень та дефектів		
		16	Взяти болт М10×1,5 (2 шт.), гайку М10 (2шт.)		
		17	Встановити амортизатор на маточину за допомогою		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ

Арк.

52

Продовження таблиці 11

Номер операції	Найменування операції	Номер позиції	Змістоперації, переходу	Устаткування, інструмент, пристосування	Час, хв.
			Болта М10×1,5 (2 шт.), гайки М10 (2 шт.)		
		18	Взяти буфер стиснення		
		19	Оглянути буфер стиснення на наявність пошкоджень та дефектів		
		20	Встановити буфер стиснення на амортизатор		
		21	Повторити операції 3-20 для іншої сторони		
010	Регульовальна	1	Перевірити якість виконаних операцій	Набір головок, ріжкові ключі, викрутка, динамометричний ключ	10

Висновки у розділі.

У розділі представлено обґрунтування технологічного процесу, визначено трудомісткість складання та спроектовано технологічний процес складання задньої незалежної підвіски для легкового автомобіля Renault Sandero Stepway.

4 Виробнича та екологічна безпека проекту

В даний час зростає інтерес до людських ресурсів, а також кращі умови для безпеки та безпеки на робочому місці. У довгостроковій перспективі благополуччя людських ресурсів забезпечує стабільність, процвітання та продуктивність.

У різних країнах вартість нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань коливається від 2,6 до 3,8% ВВП.

Для підвищення ефективності заходів захисту від небезпек на робочому місці працівники повинні брати активну участь у процесі управління охороною праці та ризиками для здоров'я.

Участь працівників у процесі управління охороною праці передбачає:

- інформування співробітників про можливі небезпеки, пов'язані з роботою та надання першої допомоги у разі потреби;
- оцінка ризиків та вироблення пропозицій щодо вжиття заходів щодо зменшення їх впливу на працівників;
- проведення навчання та тренінгів з охорони праці, продуктивного використання робочого часу та управління стресом;
- участь в розробці і контролі дотримання інструкцій побезпеки, а також у роботі комісії з охорони праці.

Неуважне ставлення до охорони праці, а також недостатня поінформованість про потенційні небезпеки та надання першої допомоги у разі потреби створюють ризик для здоров'я працівників. Таким чином, для створення безпечного та здорового робочого середовища працівники повинні активно брати участь у процесі управління охороною праці та ризиками для здоров'я.

Люди, які працюють в організації, повинні мати можливість висловлювати свою думку та пропонувати ідеї, як покращити охорону праці. Це сприятиме покращенню культури безпеки та створенню середовища відповідальності та

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

турботи про здоров'я один одного.

4.1 Характеристики технологічного процесу обслуговування підвіски автомобіля Renault Sandero Stepway з організаційно-технічної та конструктивно-технологічної точки зору

З метою отримання найбільш повного представлення характеристик технологічного процесу обслуговування підвіски автомобіля Renault Sandero Stepway з конструктивно-технологічної та організаційно-технічної точок зору необхідно скласти технологічний паспорт (таблиця 12).

					<i>КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Таблиця 12 - Технологічний паспорт технологічного процесу обслуговування підвіски автомобіля Renault Sandero Stepway [1]

Технологічний процес	Технологічна операція, виконуваних робіт	Найменування посадочного працівника, виконує операцію	Обладнання, технічний пристрій, пристрій	Матеріали, речовини
Обслуговування підвіски автомобіля Renault Sandero Stepway	- поставити автомобіль на пост; - перевірити стан рульових тяг і захисних ковпачків, гофр, відбійників, важелів; - перевірити всі гумометалічні шарніри підвіски, підтягнути; - підтягнути верхнє кріплення амортизаторів; - підтягнути опори амортизаторів;	Слюсар з ремонту автомобілів п'ятого розряду	Підйомник, ріжкові ключі, спеціальний ключ, плоскогубці, набір автомеханіка І-148, манометр МН-5, стенд К-111, ключ моментний	Рукавички, ганчір'я

Продовження таблиці 12

Технологічний процес	Технологічна операція, виконуваних робіт	Найменування посади працівника, який виконує операцію	Обладнання, технічний пристрій, пристрій	Матеріали, речовини
	- відрегулювати тиск повітря в шинах, видалити сторонні предмети, що застрягли у протекторах та встановити ковпачки; - відрегулювати розвал та кут сходження передніх коліс; - прибрати автомобіль з посту.			

Розглянувши проблеми, пов'язані з характеристиками технологічного процесу, слід переходити до визначення професійних ризиків.

4.2 Ідентифікація професійних ризиків

Щоб підтримувати чи покращити точне та всебічне визначення ефективності охорони праці, ідентифікація ризиків є важливою частиною організації.

Оцінка професійного ризику — це ретельне вивчення всіх можливих подій, які можуть призвести до шкоди для організації, які допустимі чи неприпустимі. Кожна організація повинна визначити та вибрати ризики, що знаходяться на межі запобіжних заходів, які мають бути проаналізовані та переглянуті. Це один із найважливіших елементів. Тяжкість наслідків вказує на важливість результату, який може бути викликаний непередбачуваною подією. Ймовірність того, що подія відбудеться, залежить від того, чи є системи управління.

Проведення заходів щодо визначення потенційних небезпек включає:

- виявлення небезпек, присутніх на робочому місці та у робочому середовищі;
- виявлення небезпек, виявлених у ході попереднього управління ризиками;
- виявлення потенційних наслідків визнаних небезпек – ризиків, тобто потенційних причин травматизму працівників, нещасного випадку на виробництві, професійного захворювання чи професійного захворювання.

Крім того, роботодавці повинні організувати роботу та умови праці таким чином, щоб створити безпечну робочу середу. Вони також повинні замінити небезпечні предмети на менш небезпечні або зовсім безпечні. Адаптація роботи до особистості працівника є ще однією важливою частиною. При створенні робочого місця та розподілі завдань кожна людина є унікальною, і їхні потреби та можливості повинні враховуватися.

Результати ідентифікації професійних ризиків під час обслуговування підвіски автомобіля Renault представлені в таблиці 13.

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Таблиця 13 - Результати ідентифікації професійних ризиків

Операція	ОіВПФ відповідно до ДСТУ 12.0.003-2015 «Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація»	Джерело виникнення ОіВПФ
- поставити автомобіль на пост. - перевірити стан рульових тяг захисних ковпачків, гофр, відбійників, важелів; - перевірити всі гумометалеві шарніри підвіски, підтягнути;	Гострі кромки, задирки та шорсткість на поверхнях деталей автомобіля	Елементи конструкції автомобіля
- підтягнути верхні кріплення амортизаторів; - підтягнути опори амортизаторів; - відрегулювати тиск повітря в шинах, видалити сторонні предмети, що застрягли в протекторах та встановити ковпачки;	«Запиленість та загазованість повітря Машини, що рухаються, і механізми, рухомі частини обладнання	Пил, що піднімається від інструменту, ніг, шум автомобіля
- відрегулювати розвал та кут сходження передніх коліс; - прибрати автомобіль з посади.	«Можливість поразки електричним струмом Відсутність чи нестача природного світла «Динамічні навантаження. Статичні, пов'язані з робочою позою Напруга зорових аналізаторів Монотонність праці, викликає монотонію	Елементи конструкції автомобіля» [9] Інструмент у зоні проведення технічного обслуговування Недостатня кількість вікон, світлових колодязів у приміщенні, де виробляється технологічний процес Одноманітно повторювані технологічні операції. Операції потребують підвищеної уваги та точності» [9]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ

Арк.

59

Розглянувши питання ідентифікації професійних ризиків, пропонується перейти до розгляду методів та засобів їхнього зниження.

4.3 Методи та засоби зниження професійних ризиків

Підготовка та навчання персоналу є основним засобом зниження професійних ризиків. Це допоможе їм приймати правильні рішення, оскільки вони отримають краще розуміння процесів, які відбуваються на місці роботи.

Правильне планування завдань зменшує ризики та ймовірність проблем на роботі.

Використання захисного екіпірування та обладнання — для деяких професій необхідно мати захисне екіпірування, щоб зменшити ризики. Наприклад, у будівництві необхідно використовувати шоломи та захисні окуляри.

Регулярні перевірки обладнання та обслуговування допоможуть виявити та вирішити потенційні проблеми ще до того, як вони виникнуть.

Правильне розподілення навантаження зменшує ризик травм і поранень.

Згідно зі спеціальною оцінкою умов праці роботодавці зобов'язані вжити заходів для покращення умов праці.

Спеціальна оцінка умов праці (СОУТ) — це процес аналізу робочого середовища та операцій на робочому місці з метою визначення потенційних ризиків і розробки заходів для зменшення цих ризиків. Спеціалісти з охорони праці проводять СОУТ і має законодавчу базу в багатьох країнах. Це обов'язково для всіх підприємств, де працівники стикаються з шумом, вібрацією, хімічними речовинами, пилом і випромінюванням.

Оцінка базується на вимірах і аналізі даних на робочому місці. Після завершення оцінки експерти визначають рівень ризику та пропонують стратегії для зменшення його.

Основні дії:

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

а) проведення спеціальної оцінки умов праці (далі – СОУТ) дозволяє оцінити умови праці на робочих місцях та виявити ВПФ і цим виконати деякі обов'язки роботодавця, передбачені Трудовим кодексом України:

1) інформувати працівників про умови та охорону праці на робочих місцях, про ризик пошкодження здоров'я, гарантії, що надаються їм, компенсації та засоби індивідуального захисту;

2) розробити та реалізувати заходи щодо приведення умов праці у відповідність до державних нормативних вимог охорони праці;

3) встановити компенсації за роботу зі шкідливими та (або) небезпечними умовами праці [20].

б) «забезпечення працівників, зайнятих на роботах зі шкідливими та (або) небезпечними умовами праці, а також на роботах, що виробляються в особливих температурних та кліматичних умовах або пов'язаних із забрудненням, засобами індивідуального захисту, змиваючими та знешкоджуючими засобами;

в) влаштування нових та (або) модернізація наявних засобів колективного захисту працівників від впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів;

г) приведення рівнів природного та штучного освітлення на робочих місцях, у побутових приміщеннях, місцях проходу працівників у відповідність до чинних норм;

д) влаштування нових та (або) реконструкція наявних місць організованого відпочинку, приміщень та кімнат релаксації, психологічного розвантаження, місць обігріву працівників, а також укриттів від сонячних променів та атмосферних опадів при роботах на відкритому повітрі; розширення, реконструкція та оснащення санітарно-побутових приміщень;

е) забезпечення зберігання засобів індивідуального захисту, а також догляду за ними (своєчасна хімічистка, прання, дегазація, дезактивація, дезінфекція, знешкодження, знепилення, сушіння), проведення ремонту та заміна ЗІЗ;

ж) придбання стендів, тренажерів, наочних матеріалів, науково-технічної

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

літератури для проведення інструктажів з охорони праці, навчання безпечним прийомам та методам виконання робіт, оснащення кабінетів (навчальних класів) з охорони праці комп'ютерами, теле-, відео-, аудіоапаратурою, ліцензійними навчальними та тестуючими програмами, проведення виставок, конкурсів та оглядів з охорони праці;

з) навчання осіб, які відповідають за експлуатацію небезпечних виробничих об'єктів;

і) обладнання за встановленими нормами приміщення для надання медичної допомоги та (або) створення санітарних постів з аптечками, укомплектованими набором лікарських засобів та препаратів для надання першої допомоги;

к) та інших заходів у межах чинного законодавства (нормативно-правових актів) [20].

З метою часткового чи повного усунення виявлених проблем обираємо методи та засоби, які відповідають чинним нормативним документам [9].

Для зменшення професійних ризиків наведено заходи, які подано у таблиці 14.

Таблиця 14 – Заходи щодо зниження професійних ризиків

Професійний ризик	Заходи для зменшення професійних ризиків	Засоби індивідуального захисту
Рухаючі машини та механізми, рухомі частини обладнання	Організаційно-технічні заходи: – інструктажі з охорони праці; – утримання технічних пристроїв у належному стані	Спецодяг, відповідний виконуваній роботі (спецвзуття, спецодяг, засоби захисту органів дихання, зору, слуху) »[20].

Продовження таблиці 14

Професійний ризик	Заходи для зменшення професійних ризиків	Засоби індивідуального захисту
«Гострі кромки, задирки шорсткість поверхнях автомобіля	<p>Виконання на регулярній основі планово-запобіжних та попереджувальних робіт з обслуговування.</p> <p>Експлуатація технологічного обладнання у суворій відповідності до інструкції.</p> <p>Санітарно-гігієнічні заходи:</p> <ul style="list-style-type: none"> – забезпечення працівника ЗІЗ, змиваючими та дезінфікуючими засобами; – запобіжні пристрої для запобігання перевантаженню обладнання. – знаки безпеки, кольори, розмітка згідно з ДСТУ 12.4.026-2015; – забезпечення дистанційного керування обладнанням 	<p>Спецодяг, відповідний виконуваній роботі (спецвзуття, спецодяг, засоби захисту органів дихання, зору, слуху)» [9]</p>

«Підвищений рівень шуму	<ul style="list-style-type: none"> – Застосування звукоізоляції, звукопоглинання, демпфування та глушників шуму (активних, резонансних, комбінованих); – угруповання галасливих приміщень в одній зоні будівлі та відокремлення їх коридорами; – запровадження регламентованих додаткових перерв; – проведення обов'язкових медоглядів 	Захисні протишумні беруші навушники, протишумні »[20].
«Можливість ураження електричним струмом	Оформлення допуску з електробезпеки, проведення інструктажу по роботі з електричними установками, застосування заземлюючого пристрої	Індивідуальні захисні та екрануючі комплекти для захисту від електричних полів» [9].
«Відсутність чи недолік природного світла	Влаштування додаткових світлових прорізів у стінах, ліхтарів на даху будівлі» [24]	-
«Напруга зорових аналізаторів. Статичні навантаження, пов'язані з робочою позою	Оздоровчо-профілактичні заходи: – медичні огляди (попередній (при вступі на роботу) та періодичні (протягом	-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ

Арк.

64

Продовження таблиці 14

Професійний ризик	Заходи для зменшення професійних ризиків	Засоби індивідуального захисту
	<p>трудової діяльності) та інших медичних оглядів</p> <p>правильне обладнання робочих місць, забезпечення технологічної та організаційної оснащеності засобами комплексної та малої механізації;</p> <p>– обладнання та предмети, що використовуються в роботі, повинні бути зручно і раціонально розташовані на столі» [24].</p>	

	<p>тривалості щодобового пасивного відпочинку (сну без перерв) не менше 7 годин (за відсутності екстреної необхідності його переривання);</p> <p>– чергування пасивного відпочинку з активним» [24].</p>	
--	--	--

Розглянувши питання методів та засобів для зниження професійних ризиків, пропонується перейти до розгляду питання забезпечення пожежної безпеки об'єкта.

4.4 Забезпечення пожежної безпеки технічного об'єкту

Аналізуємо ймовірні джерела можливого виникнення пожеж та виявляємо небезпечні чинники, які можуть спричинити їх появу (таблиця 15).

Таблиця 15 – Ідентифікація класів та небезпечних факторів пожежі

Ділянка	Устаткування	Клас пожежі	Небезпечні фактори пожежі	Супутні прояви факторів пожежі
Зона ТО	Технологічне обладнання, застосовується у зоні ТО	У	Полум'я та іскри, підвищена температура навколишнього середовища, підвищена концентрація токсичних продуктів горіння та термічного розкладання	Осколки, що утворюються в процесі пожежі, частини будівель будівель, що зруйнувалися, інженерних споруд, обладнання, технологічних установок» [17].

Подано класифікацію пожежної техніки:

- системи, установки АПС (автоматична пожежна сигналізація), АУПТ (автоматична установка пожежогасіння), СОУЕ (системи оповіщення та управління евакуацією), пожежний зв'язок, автоматика для пожежної сигналізації та управління;
- первинні: мобільні засоби пожежогасіння (всі види вогнегасників, пожежні крани, пожежний інвентар);
- пожежне обладнання;
- засоби індивідуального/групового самопорятунку, захисту органів дихання;
- ручний, механізований інструмент [9].

Виконаємо класифікацію засобів пожежогасіння, що застосовуються для даного технічного об'єкта:

– Первинними засобами пожежогасіння є внутрішній пожежний кран, щит пожежний з піском та інвентар, який включає брукт, багор пожежний, сокиру, комплект для різання електропроводів, лопату совкову, полотно азбестове. Крім того, є універсальний порошковий вогнегасник ОП-10 та повітряно-пінний вогнегасник -12.

– мобільні засоби пожежогасіння призначені для гасіння пожеж із можливістю переміщення (мотопомпа для гасіння загорянь);

– стаціонарні засоби пожежогасіння складаються з трубопроводів, у разі наповнення з води, пари чи піни. Система трубопроводів з'єднує автоматичні пристрої та обладнання. Прилади реагують на підвищену температуру сигнал передається на датчики. Потім відбувається включення насосів, що подають воду [24].

Одним із найважливіших етапів забезпечення безпеки у будівлях та спорудах є розробка заходів щодо дотримання вимог пожежної безпеки. Такі заходи повинні бути розроблені відповідно до законодавства та нормативних

актів і затверджені керівництвом організації.

Аналіз ризиків виникнення пожежі в будівлі або споруді є першим кроком у розробці заходів.

Для досягнення цього необхідно провести огляд приміщень для виявлення потенційних джерел займання та оцінити стан систем пожежної безпеки.

Під час обслуговування підвіски автомобіля Renault Sandero Stepway (таблиця 16) ми розробимо заходи щодо забезпечення пожежної безпеки, які визначають порядок поведінки людей, організації виробництва та (або) утримання територій.

Таблиця 16 містить перелік заходів, необхідних для забезпечення пожежної безпеки під час приобслуговування підвіски автомобіля Renault Sandero Stepway.

Заходи, спрямовані на запобігання пожежній небезпеці та забезпечення пожежної безпеки	Висувні вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки
«Наявність сертифіката відповідності продукції вимогам пожежної безпеки	Все обладнання, що купується, повинно в обов'язковому порядку мати сертифікат якості та відповідності» [9]
«Навчання правилам та заходам пожежної безпеки відповідно до Наказу МНС	Проведення навчання, а також різних видів інструктажів з тематики пожежної безпеки під розпис» [20]
«Проведення технічного обслуговування, планово-попереджувальних ремонтів, модернізації та реконструкції обладнання	Виконання профілактики обладнання відповідно до затвердженого графіка робіт. Призначення наказом керівника особи, відповідальної за виконання даних робіт» [24]

«Наявність знаків пожежної безпеки та знаків безпеки з охорони праці за ДСТУ	Знаки пожежної безпеки та знаки безпеки з охорони праці, встановлені відповідно до нормативно-правовими актами
«Рациональне розташування виробничого обладнання без створення перешкод для евакуації та використання засобів пожежогасіння	Евакуаційні шляхи в межах приміщення повинні забезпечувати безпечну, своєчасну та безперешкодну евакуацію людей
Забезпечення справності, проведення своєчасного обслуговування та ремонту джерел зовнішнього та внутрішнього протипожежного водопостачання	Не допускається використання несправних засобів пожежогасіння також коштів із минулим терміном дії» [9]
«Розробка плану евакуації під час пожежі	Наявність чинного плану евакуації під час пожежі, своєчасне розміщення планів евакуації у доступних для огляду місцях
Розміщення інформаційного стенду по пожежній безпеці	Наявність засобів наочної агітації з забезпечення пожежної безпеки» [24]

4.5 Забезпечення екологічної безпеки технологічного процесу обслуговування підвіски автомобіля Renault Sandero Stepway.

Для забезпечення екологічної безпеки технологічного процесу необхідно:

- використання екологічно чистих матеріалів і ресурсів. Наприклад, заміна небезпечних хімічних реагентів на більше безпечні аналоги;
- мінімізація викидів та відходів. Необхідно використовувати ефективні системи очищення викидів та переробки відходів;

– дотримання норм та вимог екологічного законодавства. Технологічний процес повинен відповідати вимогам усіх нормативних документів та ліцензій;

– навчання та мотивація персоналу. Співробітники повинні розуміти важливість екологічної безпеки та використовувати відповідні методи;

– проведення екологічної оцінки технологічного процесу Виконуємо ідентифікацію негативних (шкідливих, небезпечних)

екологічних факторів, що виникають при технологічному процесі обслуговування підвіски автомобіля Renault Sandero Stepway та зведемо їх до таблиці 17.

Таблиця 17 - Ідентифікація негативних (шкідливих, небезпечних) екологічних факторів

Технологічний процес	Антропогенний вплив на довкілля:		
	атмосферу	гідросферу	літосферу
«Обслуговування підвіски автомобіля Renault Sandero Stepway»	Дрібнодисперсний пилок у повітряному середовищі, випаровування мастильно-охолоджуючої рідини з поверхні нових деталей.	Олія трансмісійна	Спецодяг прийшла в непридатність, тверді побутові / комунальні відходи (комунальне сміття), металевий брухт, стружка» [9].

Удосконалюємо обслуговування підвіски Renault Sandero Stepway, щоб зменшити негативну антропогенну дію:

– Використання технологій для зниження викидів і забруднень в атмосфері включає встановлення фільтрів на підприємствах, обмеження

використання транспорту з високими викидами, утилізацію відходів і популяризацію використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі, вітрогенератори та гідроелектростанції.

- Гідросфера — це область, відповідальна за утилізацію та поховання викидів, стоків і опадів стічних вод. особиста відповідальність за екологію [24];
- Літосфера потребує ініціатив щодо збирання та переробки відходів. Це включає розробку системи роздільного збору сміття та створення ринку вторинної сировини.

Висновки у розділі.

У розділі:

- було розроблено технологічний план виробничо-технологічного процесу обслуговування підвіски автомобіля (таблиця 12);
- Таблиця 13 показує професійні ризики, пов'язані з обслуговуванням підвіски автомобіля, а також методи та засоби зменшення цих ризиків (Таблиця 14).
- Було визначено категорію та небезпечні фактори пожежі, а також розроблено процедури для забезпечення пожежної безпеки під час обслуговування підвіски Renault Sandero Stepway (таблиці 15, 16).
- Визначено негативні наслідки для навколишнього середовища, пов'язані з обслуговуванням підвіски автомобіля, і розроблено стратегії для зменшення цих наслідків (таблиця 17).

5 Економічна ефективність проекту

Для визначення вартості відновлення задньої незалежної підвіски легкового автомобіля Renault Sandero Stepway використовуємо формулу:

$$C_{кон} = C_{к.д} + C_{о.д} + C_{п.д} + C_{сб.н} \quad (5.1)$$

де C - Вартість виготовлення корпусних деталей, грн.;

$C_{о.д}$ - Витрати на виготовлення оригінальних деталей, грн.;

$C_{п.д}$ - Вартість покупних деталей, виробів, агрегатів, грн.;

$C_{сб.н}$ – повна заробітна плата виробничих робітників, зайнятих на збиранні, грн.;

$C_{о.н}$ – загальновиробничі накладні витрати на виготовлення конструкції, грн.. [11].

«Вартість виготовлення корпусних деталей розраховується за формулою:

$$C_{к.д} = Q_k \cdot C \quad (5.2)$$

де Q - маса матеріалу, витраченого на виготовлення корпусних деталей, кг;

C - середня вартість 1 кг готових деталей, приймається рівною 120,0 грн / кг [11].

$$C_{к.д} = 0 \cdot 120,0 = 0$$

Загальна вартість корпусних деталей складає 0 грн.

Витрати на виготовлення оригінальних деталей визначаємо за формулою:

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

$$C_{o.d} = C_{mat} + C \quad (5.3)$$

де С - Заробітна плата виробничих робітників, зайнятих на виготовлення оригінальних деталей, з урахуванням додаткової зарплати та відрахувань, грн.;

С - вартість матеріалу заготівель для виготовлення оригінальних деталей, грн[11].

5.1 Заробітну плату розраховуємо за формулою:

$$C_{...} = t \cdot C_{...} \cdot \kappa_i, \quad (5.4)$$

де t – середня трудомісткість виготовлення оригінальних деталей, (важіль 12,0 чол.·год; пружина 5 чол.·год);

$C_{...}$ -годинна ставка робочих, що відраховується за середнім розрядом, грн/год;

κ_i -коефіцієнт, що враховує доплати до основної зарплати, приймається рівним 1,03 [11].

Тарифна ставка визначається виходячи з мінімального розміру оплати праці (далі – МРОТ). Для Хмельницької області з 1 січня 2023 року МРОТ складає 16242 грн.

Приймаємо тарифну ставку з обліку МРОТ для першого розряду: $16242/(7 \cdot 21) = 110,48$ грн./год. 26; IV - 1,42; V - 1,60;

Подальші розрахунки ведемо IV розряду: $110,48 \cdot 1,42 = 156,88$ грн./год.

$$C_{np} = 17 \cdot 156,88 \cdot 1,03 = 2$$

Визначаємо додаткову заробітну плату за формулою:

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

$$C_{\text{м}} = (5 \dots 12) \cdot C_{\text{м}} / \quad (5.5)$$

$$C_{\text{д}} = 10 \cdot 2746,97 / 100 = 27469,7$$

Нарахування на заробітну плату визначаємо за формулою:

$$C_{\text{зп}} = 30 \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{д}}) / \quad (5.6)$$

Таким чином, виготовлення перших деталей коштує 3931,15 грн.

Такою формулою ми знаходимо вартість матеріалу заготівель, необхідних для виготовлення перших компонентів:

$$C_{\text{м}} = \Pi \cdot Q \quad (5.7)$$

де Π - ціна 1 кг матеріалу заготовок, грн./кг;

Q - маса заготівлі, кг [11].

Таким чином, витрати на виготовлення оригінальних деталей становлять 4731,15 грн.

5.2 Повна заробітна плата виробничих робітників

Повна заробітна плата виробничих робітників, зайнятих на збиранні визначається за формулою:

$$C_{\text{зп.п}} = C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}} + C_{\text{с}} \quad (5.8)$$

де $C_{\text{сб}}$ - Основна заробітна плата робітників, зайнятих на складанні, грн.;

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

$C_{д.сб}$ - додаткова заробітна плата робітників, зайнятих на складання, грн.;

$C_{соц.сб}$ - страхові внески до фондів, грн. [11].

Основна заробітна плата робітників, зайнятих на складання розраховується за формулою:

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot C_{д.сб} \quad (5.9)$$

де $T_{сб}$ - нормативна трудомісткість на складання конструкції, чол.-год.

$$T_{сб} = k_c \cdot \sum t_{сб} \quad (5.10)$$

де $T_{сб}$ - трудомісткість складання складових частин, чол.-год.;

k_c - коефіцієнт, враховує непередбачені роботи, 1,1 ... 1,5»[11].

$$T_{сб} = 3 \cdot 1,1$$

За довідковими даними приймаємо $T_{сб}$ рівну 3,0 чол.-год.

Заробітна плата виробничих робітників, які працюють на збиранні, буде визначена таким чином:

$$C_{оп} = \frac{(C_{пр} \cdot R_o)}{100} \quad (5.11)$$

Таким чином, повна заробітна плата виробничих працівників, які працюють на складі, становить 693,2 грн.

Накладні накладні витрати на виготовлення пристосування можна обчислити за допомогою формули:

$C_{пр}$ - основна заробітна плата виробничих робітників, що у виготовленні,

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

грн.;

R_{on} – відсоток загальнопромислових накладних витрат, % [11].

$$C'_{np} = (C_{np} + C_{ct}) \quad (5.12)$$

Таблиця 18 показує вартість покупних деталей, товарів і агрегатів.

Таблиця 18 - Витрати по статті «Матеріали» на конструкторську розробку

Значення	Числове значення, грн.
Підрамник (1 шт.)	15000,0
Стабілізатор (1 шт.)	2500,0
Амортизатор (2 шт.)	4200
Разом:	21700,0

Далі розрахуємо річну економію, річний економічний ефект та термін окупності нашої розробки.

5.3 Витрати виготовлення конструкції

Таблиця 19 показує витрати на виготовлення задньої незалежної підвіски для легкового автомобіля Renault Sandero Stepway.

Таблиця 19 - Витрати на конструкторську розробку задньої незалежної підвіски легкового автомобіля Renault Sandero Stepway.

Позначення	Числове значення, грн.
Вартість виготовлення корпусних деталей	0
Вартість виготовлення оригінальних деталей	4731,15

Загальна заробітна плата на складання	693,2
Загальновиробничі накладні витрати	516,02
Вартість покупних виробів	21700
Разом:	27640,37

Виготовлення задньої незалежної підвіски для легкового автомобіля Renault Sandero Stepway коштує 27640,37 грн.

Річна економія від зниження собівартості завдяки впровадженню складської конструкції:

$$\mathcal{E}_{..} = C_{\dots} - C_{..} \quad (5.13)$$

де \mathcal{E}_{\dots} - вартість прототипу, грн.. [11].

Термін окупності визначаємо за такою формулою:

$$O_{OK} = \frac{C_{KOH}}{\mathcal{E}_{..}} \quad (5.14)$$

5.4 Річний економічний ефект від застосування конструкції складе:

$$\mathcal{E}_{эф} = \mathcal{E}_{Г} - 0,15 \cdot C_{KOH} \quad (5.15)$$

У таблиці 20 наведено основні показники проекту.

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

Таблиця 20 – Основні показники проекту

Показники	Одиниця вимірювання	Значення	
		До впровадження	Після впровадження
Вартість виготовлення конструкції	грн.	35000	27640,37
Економія від зниження собівартості при впровадженні конструкції	грн.	-	7359,63
Економічний ефект	грн.	-	3513,57
Термін окупності	рік	-	3,7

Висновки у розділі.

У розділі розглядається економічність розробки задньої незалежної підвіски для Renault Sandero Stepway.

Розробка задньої незалежної підвіски для легкового автомобіля Renault Sandero Stepway коштує 27640,37 грн., а термін окупності — 3,7 року.

Висновок

Відповідно до теми дипломного проекту, яка була заборонена, була розроблена задня незалежна підвіска для легкового автомобіля Renault Sandero Stepway.

Основним питанням дипломної роботи є розробка задньої незалежної підвіски для Renault Sandero Stepway з метою покращення плавності ходу, керованості за різними дорожніми умовами, комфорту та безпеки руху.

У роботі розглядається питання про те, наскільки важливо постійно вдосконалювати конструкцію автомобіля, щоб покращити його техніко-економічні характеристики.

У процесі завершення дипломного проекту було зроблено наступне:

- Розглянуто два види підвісок для транспортних засобів: залежні та незалежні;
- Розраховано характеристики вертикальної пружини підвіски, характеристики амортизатора та його основні розміри; проведено розрахунок важеля на вигин і стиснення; визначено розміри пружини;
- Розраховано характеристики вертикальної пружини підвіски та амортизатора, а також його основні розміри; проведено розрахунок важеля на вигин і стиснення, визначено його розміри, а також розраховано пружину;
- Проблеми безпеки та екологічності проекту розглядалися;
- Було виявлено, що з економічної точки зору розробка задньої незалежної підвіски для легкового автомобіля Renault Sandero Stepway є доцільною.

					<i>КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

Список використаної літератури та джерел

1 Renault Dacia Sandero з 2008 року [Текст]: експлуатація, обслуговування, ремонт: [практичний посібник] / [провідний ред. Р. Солдатів]. - Київ: Світ автокниг, 2011. - 352 с.

2 Renault Logan випуску з 2009 року Sandero, Sandero Stepway з двигунами 1,4-1,6 (8V) та 1,6 (16V) [Текст] : пристрій, обслуговування, діагностика, ремонт : ілюстрований посібник : [усі роботи в кольорових ілюстраціях]/[гол. ред. Олексій Ревін]. - Київ: За кермом, 2014. - 336 с.

3 Александров М. П. Легкові автомобілі [Текст]: [підручник для машинобудівних спеціальних вузів]/М. П. Олександрів. - 6-те вид., перероб. - Київ: Вища школа, 1985. - 520 с.

4 Беляєв В. П. Конструкція автомобілів та тракторів [Текст]: навчальний посібник для самостійної роботи студентів: для студентів вузів, які навчаються за спеціальністю "Автомобіле- та тракторобудування" / В. П. Беляєв; - Київ: Вид. центр , 2010. – 74, [1] с

5 Гаврилов М. З. Програми розрахунку елементів деталей машин (на допомогу конструктору) [Текст]/М. З. Гаврилів. - Київ: Супутник +, 2015. - 118 с.

6 Іонес С. В. Радянські легкові автомобілі [Текст]: [12+] / С. В. Іонес, Н. С. Марков, Н. А. Рубіжний [та ін.]. - Київ: Борус-Прінт, 2017-. - 31 см. Т. 1: Легкові. Т. 1. – 2017. – 417 с.

7 Лебедев Ст. А. Технологія машинобудування: проектування технології збирання виробів: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом підготовки дипломованих фахівців "Конструкторсько-технологічне забезпечення машинобудівних виробництв" / В. А. Лебедев ; Київ, 2005. – 161 с.

8 Поливаєв О. І. Трактори та автомобілі. Конструкція [Текст]: навчальний посібник для вузів/О. І. Поливаєв [та ін.]; за заг. ред. О. І. Поливаєва.

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

- Київ: Кнос, 2016. - 251 с.

9 Garrett TK Motor Vehicle / TK Garrett, K. Newton, W. Steeds. 13th ed.

- Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014. - 1214 p.

10 Heisler H. Advanced vehicle technology / Heinz Heisler. - 2. ed.

11 Pacejka HB Tyre and vehicle dynamics / Hans B. Pacejka. - Oxford [etc.]
: Butterworth - Heinemann, 2002. - XIII, 627, [1] p.

12 Regan FJ Re-entry vehicle dynamics / Frank J. Regan. - New York:
Amer. inst. of aeronautics a. astronautics, 1984. - X, 414 p.

13 Zanten A., Erhardt R., Pfaff G. An Introduction to Modern Vehicle
Design /Edited by Julian Happian-Smith. Reed Educational and Professional
Publishing Ltd 2012. - 600 p.

					<i>КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

Додаток

					КРБАТ 25 21198. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84