

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

## Пояснювальна записка до дипломної роботи бакалавра


Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 274 «Автомобільний транспорт»

Освітньо-професійна програма: «Автомобільний транспорт»

на тему: «Оцінка вібраційної стійкості бокових дзеркал автомобіля в експлуатації»

Шифр: ДРБАТ 24.20204.000. ПЗ

Виконав: студент 4 курсу, група АТ -20-1  Д.В. Андрухів

Керівник  д.т.н., проф. О.В. Диха

До захисту допускаю:  
Зав. кафедри ТАМ  Диха О.В.  
10 06 2024\_р.

Хмельницький, 2024 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр  
Галузь знань: 27 «Транспорт»  
Спеціальність: 274 «Автомобільний транспорт»  
Спеціалізація: «Автомобільний транспорт»

Зав.кафедрою ТАМ **ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Диха О.В.  
"10" квітня 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я**  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Андрухіву Дмитру Володимировичу

1. Тема проекту:  
«Оцінка вібраційної стійкості бокових дзеркал автомобіля в експлуатації»

керівник проекту: Диха Олександр Володимирович, д.т.н., проф.

Затверджено наказом університету від 15 лютого 2024р. № 8

2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 10.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту:

- 1) Технічні умови на бічних дзеркал автомобіля.
- 2) Річна програма ремонту деталей.
- 3) Результати літературного огляду і патентного пошуку.

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

1. Конструкція та загальна інформація про дзеркала автомобіля
2. Виявлення резонансних частот
3. Критерії оцінки вібростійкості
4. Оцінка вібростійкості дзеркал
5. Виявлення дефектів бічного дзеркала

5. Консультанти розділів роботи

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

6. Дата видачі завдання: 10 квітня 2024р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Конструкція та загальна інформація про дзеркала автомобіля	1.05.2024	
2	Виявлення резонансних частот	15.05.2024	
3	Критерії оцінки вібростійкості	25.05.2024	
4	Оцінка вібростійкості дзеркал	5.06.2024	
5	Виявлення дефектів бічного дзеркала	15.06.2024	

Студент

 Андрухів Д.В.

Керівник роботи

 Диха О.В.

## РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 70 сторінок, кількість рисунків – 38, таблиць – 12, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 17.

Студент гр. АТ-20-1 Андрухів Д.В.

**Тема «Оцінка вібраційної стійкості бокових дзеркал автомобіля в експлуатації»**

Дана бакалаврська дипломна робота присвячена визначенню проблемних місць дзеркала та дзеркального елемента та запропонувати вирішення знайдених проблем.





Для досягнення поставленої мети були вирішені такі завдання:

- проведений аналіз оптичних елементів автомобільних дзеркал;
- проведене виявлення резонансних частот;
- проведена оцінку вібростійкості та віброміцності дзеркал;
- розроблені методи вирішення виявлених проблем;
- зібраний дослідний зразок та проведені випробування.

**Перелік ключових слів:** автомобіль, дзеркало, вібрації, стійкість, дослідний зразок

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	3
ВСТУП.....	6
1. КОНСТРУКЦІЯ ТА ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ДЗЕРКАЛА АВТОМОБІЛЯ.....	8
1.1. Конструкція дзеркал.....	8
1.2.Вібрація автомобіля та дзеркального елемента.....	19
2.ВИЯВЛЕННЯ РЕЗОНАНСНИХ ЧАСТОТ.....	29
3. КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВІБРОСТІЙКОСТІ.....	32
4. ОЦІНКА ВІБРОСТІЙКОСТІ ДЗЕРКАЛ.....	33
4.1.Оцінка вібростійкості зовнішніх дзеркал.....	33
4.2.Оцінка віброміцності зовнішніх дзеркал.....	35
5. РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ.....	37
5.1.Результати оцінки вібростійкості зовнішніх дзеркал.....	37
5.2.Результати оцінки віброміцності зовнішніх дзеркал.....	41
6.ВИКЛЮЧЕННЯ ВПЛИВУ ОСНАСТКИ НА ВІБРОСТІЙКІСТЬ ЗОВНІШНЬОГО ДЗЕРКАЛА.....	49

ДРБАТ 24.20204.000. ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
		Андрухів		
		Диха		
		Бабак		
		Диха		
Оцінка вібраційної стійкості бокових дзеркал автомобіля в експлуатації				
		Літ.	Аркуш	Аркушів
		4	77	
ХНУ, гр. АТ-20-1				

7. ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ БІЧНОГО ДЗЕРКАЛА.....	53
7.1. Теоретичне виявлення дефекту дзеркала.....	53
7.2. Практичне виявлення дефекту дзеркала.....	55
7.2.1. Досліди із рамкою дзеркального елемента.....	57
7.2.2. Досліди з додавання другої лапки.....	60

ВИСНОВОК.....	63
---------------	----

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	65
------------------------	----

ДОДАТКИ

					ДРБАТ. 24.20204.000. ПЗ	Ст.
Зм.	Адк.	№ докум	Підпис	Дата		5

## ВСТУП

У сучасному автомобілебудуванні зростає конкурентна боротьба кінцевого споживача. Внаслідок чого конструкція автомобілів стає все більш складною, а вимоги до деталей, вузлів та елементів, що входять до її складу, стають жорсткішими.

Все, аж до атома, вібрує з певною частотою. Коли транспортний засіб розвиває аномальну вібрацію, правильні інструменти та методи дозволяють швидко ідентифікувати джерело вібрації.

У цій дипломній роботі буде розглянуто проблему вібрації дзеркальних елементів у бічних дзеркалах автомобіля під час руху. Основна проблема вібрації дзеркального елемента – недостатня жорсткість конструкції.

Кожен окремий компонент у транспортному засобі має частоту, з якою має тенденцію вібрувати, залежно від маси, розміру і складу компонента. Термін «частота вібрації» означає лише те, як часто вібрація виникає. Частота вимірюється у герцах (Гц), що є виміром циклів за секунду. Таким чином, частота 20 Гц означає, що компонент, що вимірюється, вібрує 20 разів на секунду. Частота, що викликає вібрацію конкретного компонента, називається його точкою резонансу.

Головною проблемою, що обмежує масове застосування методів віброакустичного діагностування, є достовірність результатів діагностування – діагнозів. Сформулювати ознаки достовірності в узагальненій формі при даному виді діагностування неможливо, тому що рівень невизначеності реакції вібросигналу на експлуатаційні дефекти досить високий. Сучасний рівень розвитку елементної бази дозволяє знизити рівень невизначеності вібровідгуку до прийняттого.

Коли виробник проектує транспортний засіб, він намагається побудувати його так, щоб точка резонансу кожного компонента не дорівнювала частоті будь-яких природних коливань. Якщо пасажир

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автомобіля не відчують вібрації, це означає, що вібрації немає. Ось чому ми бачимо демпфери, що висять на вихлопних системах, опорах двигуна, диференціалах і майже всюди. Ці ваги змінюють масу, розмір та склад компонента, змінюючи його точку резонансу до значення поза діапазоном частот будь-яких природних коливань.

Під час керування автомобілем дзеркальна поверхня бічних дзеркал вібрує. Ця вібрація заважає водієві чітко ідентифікувати транспортні засоби, що наближаються, що робить великий вплив на безпеку водіння. Вібрація дзеркала визначається як розмиття зображення, спричинене вібрацією поверхні дзеркала. Щойно явища відбуваються, водій дивиться на зображення розмитого об'єкта, відображеного у дзеркалі. Ця ситуація дуже небезпечна для водія, оскільки водій не може чітко зрозуміти транспортні засоби, що наближаються, ззаду.

Мета дипломної роботи полягає у визначенні проблемних місць дзеркала та дзеркального елемента та запропонувати вирішення знайдених проблем.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз оптичних елементів автомобільних дзеркал;
- провести виявлення резонансних частот;
- провести оцінку вібростійкості та віброміцності дзеркал;
- розробити методи вирішення виявлених проблем;
- зібрати дослідний зразок та провести випробування.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. КОНСТРУКЦІЯ ТА ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ДЗЕРКАЛА АВТОМОБІЛЯ

## 1.1. Конструкція дзеркал

Для водіїв наявність дзеркал заднього та бокового вигляду життєво важлива для безпечного водіння. Вони дають повніше уявлення про те, що відбувається навколо автомобіля.

Зовнішнє дзеркало заднього виду, що містить корпус, в якому розміщений відбивний елемент, з'єднаний з приводом регулювання його положення, у якого керуючий елемент виведений в салон транспортного засобу, опору, нерухомо закріплену на кузові транспортного засобу, механізм повороту корпусу, розміщений між опорою і корпусом забезпечений тарировочною пружиною зусилля його спрацьовування, яке відрізняється тим, що відбивний елемент закріплений на корпусі з можливістю його переміщення щодо корпусу і з'єднаний з корпусом через привід регулювання положення відбивного елемента, механізм повороту корпусу забезпечений опорною пластиною з різьбовою втулкою, нерухомо закріпленою на опорі, і пластиною, нерухомо закріпленою на корпусі, одягненої на різьбову втулку і підпружиненої відносно опорної пластини тарировочною пружиною зусилля спрацьовування механізму повороту корпусу, при цьому таріювальна пружина зусилля спрацьовування механізму повороту корпусу забезпечена регулювальною гайкою, навернутою на вищезгадану.

Відомі різні конструкції зовнішніх дзеркал заднього виду транспортних засобів.

Відома, наприклад, конструкція зовнішнього дзеркала заднього виду, що містить опору, нерухомо закріплену на кузові транспортного засобу, корпус, в якому розміщений нерухомо закріплений.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Щодо корпусу відбивний (дзеркальний) елемент, з'єднаний з ручним приводом регулювання його положення, розміщеним між корпусом і опорою, і у якого керуючий елемент (рукоятка управління) виведений в салон транспортного засобу, механізм повороту корпусу (наприклад, в аварійній ситуації), що має шарнірний вузол сферичного типу, розміщений між опорою і корпусом, і пружину тарування зусилля спрацьовування механізму повороту корпусу, виконану у вигляді пружини розтягування і закріплену між корпусом і керуючим елементом (рукояткою управління), а також вузол повернення корпусу у вихідне положення після завершення аварійної ситуації, функцію якого виконує пружина тарування зусилля спрацьовування механізму повороту корпусу .

Така конструкція, хоч і дозволяє забезпечити збереження відбивного елемента при його відхиленні разом з корпусом від початкового положення в аварійній ситуації та їх повернення у вихідне положення після завершення аварійної ситуації, проте дана конструкція досить складна та нетехнологічна при виготовленні деталей та їх складання. Крім того, жорсткий зв'язок відбивного елемента з корпусом тягне за собою збільшення маси регульованого вузла, а, отже, вимагає великої жорсткості пружини вузла тарування зусилля спрацьовування механізму повороту для забезпечення надійної роботи всієї конструкції в будь-якому положенні. При цьому зусилля складання корпусу з елементом, що відбиває, в аварійній ситуації зростає при збільшенні кута їх відхилення щодо опори. Крім цього, шарнірний зв'язок корпусу з опорою через вузол сферичного типу з робочими елементами, що мають напівсферичні поверхні, пов'язані зі сферичною поверхнею кульової основи, дають можливість корпусу з відбивним елементом безконтрольно перемішатися по вертикалі від інерційних навантажень під час руху транспортного засобу.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відома також конструкція зовнішнього дзеркала заднього виду. Дане дзеркало містить корпус, усередині якого розміщено відбивний елемент, з'єднаний з приводом регулювання його положення, у якого керуючий елемент виведений в салон транспортного засобу, опору (для розміщення зовнішнього дзеркала заднього виду на транспортному засобі), нерухомо закріплену на кузові транспортного засобу, механізм повороту корпусу, розміщений між опорою і корпусом, і тарірувальну циліндричну пружину зусилля спрацьовування механізму повороту корпусу підтискною регулювальною гайкою, навернутою на різьбову втулку.

Така конструкція дозволяє забезпечити невеликі габарити опори дзеркала за рахунок забезпечення суміщення функцій тих самих деталей для тарування зусилля повороту корпусу і фіксації кута повороту корпусу, забезпечити невелике зусилля регулювання положення відбивного елемента за рахунок виключення залежності положення відбивного елемента від положення корпусу, всередині якого він розміщений, забезпечити невелике потрібне зусилля складання корпусу з відбивним елементом в аварійній ситуації при збільшенні кута їх відхилення щодо опори, нерухомо закріпленої на кузові транспортного засобу, забезпечити високу надійність роботи зовнішнього дзеркала заднього виду за рахунок унеможливлення вертикального переміщення корпусу з відбивним елементом щодо кузова засоби у процесі його руху.

У той же час дана конструкція має відносно обмежену жорсткість, а також має відносно обмежені можливості декоративного оформлення через наявність лише однієї силової деталі.

Відома також конструкція зовнішнього дзеркала заднього виду транспортного засобу 15 п, що містить кронштейн (опору), що має бічну зовнішню частину і кріпильну частину з циліндричним отвором, яке виконано концентрично з отвором опорного елемента, що є частиною

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пластини корпусу і рухомо встановленого на кріпильній частині коншт. пластина встановлена в корпусі дзеркала і з'єднана з рамкою, де встановлено дзеркальний елемент.

На кріпильну частину кронштейна навколо отвору встановлений пружний елемент, а на опорний елемент пластини корпусу навколо отвору встановлена тарілчаста пружина, при цьому в отвори вставлена порожня втулка з фланцем, що виступає назовні, в її нижній частині і виконана з можливістю повороту корпусу дзеркала навколо осі втулки, вертикально.

При цьому, порожниста втулка розвальцьована, пружний елемент являє собою гофровану пружину, а по периметру рамки розміщена двостороння стрічка, що клеїть для з'єднання з дзеркальним елементом.

Крім цього, корпус дзеркала виконаний один з кріпильними штирями, розташованими на внутрішній стороні корпусу для фіксації пластини, а кріпильна частина кронштейна закрита заглушкою.

Дана конструкція зовнішнього дзеркала на період її розробки, хоч і задовольняла вимогам її відносної простоти та забезпечення технологічності складання, проте, в даний час зі швидким зростанням вимог до цих виробів досягнутих показників стало недостатньо

Найбільш близьким рішенням по технічній сутності і досягається ефект від його використання до заявляється є відома конструкція зовнішнього дзеркала заднього виду , що містить корпус з горизонтальним хвостовиком і з розміщеною на ньому знімною накладкою, всередині якого розміщений відбивний елемент, з'єднаний з приводом регулювання його положення, у якого керуючий елемент виведений в салон транспортного засобу, опору, забезпечену закріпленням на ній знімним декоративним облицюванням і бічну похилу частину, що має нерухомо, нерухомо закріплену на кузові транспортного засобу, і нижню горизонтальну частину, механізм повороту корпусу, що

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

має пристрій дискретної фіксації повороту корпусу і різьбову циліндричну втулку, на одному з торців якої виконаний фланець, розміщену в співвісних циліндричних отворах, виконаних в горизонтальній частині опори і в горизонтальному хвостовику корпусу з можливістю осьового переміщення, а також тарірувальну циліндричну пружину зусилля спрацьовування механізму повороту корпусу, одягнену на різьбову циліндричну втулку, наверх на цю втулку.

Корпус виконаний у вигляді захисного кожуха, нерухомо закріпленого на несучій пластині, встановленої на різьбовій втулці з можливістю осьового переміщення і стиснутою до неї циліндричною пружиною зусилля спрацьовування механізму повороту корпусу.

Навколо різьбової втулки в нижній її частині розташовані гофрована пружина пристрою дискретної фіксації корпусу в процесі його повороту з трьома виступами (за кількістю можливих фіксованих положень зовнішнього дзеркала заднього виду в аварійній ситуації), розміщена у виїмці опори, і стопор гофрованої пружини пластини і виконаний, відповідно з трьома западинами.

Дана конструкція дзеркала, хоч і дозволяє забезпечити досить високу надійність його роботи та хороші умови експлуатації, проте, в даний час у зв'язку зі зростанням вимог до основних характеристик таких дзеркал виникла потреба у подальшому вдосконаленні їх конструкції.

Зовнішнє дзеркало заднього виду легкового автомобіля, що містить корпус, виконаний у вигляді захисного кожуха з горизонтальним хвостовиком і з розміщеною на ньому знімною накладкою (облицьовуванням), всередині якого розміщений на рамці відбивний елемент, з'єднаний з приводом регулювання його положення, у якого керуючий елемент виведений салон автомобіля .

Опору, що має бічну похилу частину, нерухомо закріплену на кузові автомобіля, і нижню горизонтальну частину механізм повороту

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

корпусу, що має пристрій дискретної фіксації повороту.

Корпуси і циліндричну втулку, на одному з торців якої виконаний фланець, розміщену в співвісних циліндричних отворах, що збігаються, виконаних в горизонтальній частині опори і в горизонтальному хвостовику (кріпильної частини) корпусу .

Крім цього, є тарувальна циліндрична пружина зусилля спрацьовування механізму повороту корпусу, одягнена на циліндричну втулку, яка виконана взаємодіє своїм фланцем з верхнім торцем тарувальної циліндричної пружини.

На нижньому торці втулки виконані чотири виступи байонетного з'єднання, чотири відповідних квадратних прорізи (паза) якого виконані радіально по кромці циліндричних співвісних отворів, виконаних в горизонтальній частині опори і горизонтальному хвостовику корпусу. При монтажі виступи поміщають у зачепи опори, притискаючи пружину і забезпечуючи вузлу можливість повороту корпусу з робочого положення приблизно на 90 градусів уперед або назад, повертаючись навколо осі втулки, яка вертикально орієнтована.

Хвостовик корпусу з боку опори має торцевий дугоподібний майданчик.

Пристрій дискретної фіксації повороту корпусу виконано у вигляді трапецієподібного виступу-стопора, розміщеного знизу на хвостовику корпусу і виконаного взаємодіючим зі стінками трьох трапецієподібних поглиблень у відповідь з похилими кромками, наприклад, під кутом 45 градусів (для забезпечення однакового зусилля складання дзеркала у всіх у верхній частині горизонтальної частини опори. На рамці для відбивного елемента є виступи, що демпфують, виконані взаємодіючими з внутрішньою поверхнею корпусу .

На нижній та бічній поверхнях корпусу виконаний трапецієподібний буртик, що перешкоджає попаданню води та бруду на

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відбивний елемент.

У нижній частині корпусу виконана увігнутість зниження аеродинамічного опору .

Корпус дзеркала має універсальні посадкові місця під привод регулювання положення відбивного елемента, що дозволяє, не змінюючи конструкції всього дзеркала, для регулювання положення відбивного елемента встановлювати при необхідності або моторедуктор з електроприводом або тросовий привід з ручним регулюванням. Привід регулювання положення дзеркального елемента кріпиться шурупами на посадкові місця, розташовані в корпусі .

Відбивний елемент встановлений у рамці, з'єднаний з приводом регулювання положення відбивного елемента, і закріплений в ній або за допомогою двостороннього скотчу, що повторює розміри відбивного елемента, або за допомогою нагрівального елемента, що має двосторонню поверхню, що клеїть, розміри якого повторюють розміри відбивного елемента .

Для виключення вібрації дзеркала та заливання води у двері автомобіля на бічну зовнішню частину опори встановлено прокладку з полімерного матеріалу.

Установка складання та експлуатація дзеркала на автомобілі.

Перед початком експлуатації в процесі виготовлення компонентів дзеркала роблять тарування зусилля спрацьовування механізму повороту корпусу, підбираючи потрібну жорсткість циліндричної пружини тарування. Після цього опору нерухомо закріплюють на кузов автомобіля, після чого пружину надягають на циліндричну втулку, яку вставляють в циліндричні отвори, виконані в горизонтальній частині опори і в горизонтальному хвостовику корпусу, орієнтуючи її таким чином, щоб нижні байонетні виступи увійшли у відповідні прорізи у відповідь пройшли через них, (при цьому верхній фланець втулки стисне

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пружину) і після повороту втулки зафіксувалися за зачепи опори, забезпечуючи в той же час можливість повороту корпусу з робочого положення в одну або іншу сторону в залежності від обстановки.

Потім водій автомобіля за допомогою приводу встановлює потрібне положення відбивного елемента для отримання потрібної оглядовості з місця водія.

У процесі руху транспортного засобу у штатній ситуації водій користується пропонованим зовнішнім дзеркалом заднього виду звичайним чином. При цьому корпус з налаштованим відбивним елементом усередині розташовуються в середній робочій позиції.

В аварійній ситуації, наприклад, при наїзді корпусу на перешкоду, корпус повертається вздовж кузова автомобіля в одне з положень попереду або ззаду в залежності від того, з якого боку впливає навантаження, тим самим пом'якшуючи удар. У цьому, оскільки зусилля складання залежить від кута повороту, то удар пом'якшується ефективніше .

Після ліквідації наслідків аварійної ситуації перед поновленням руху автомобіля водій вручну, взявшись за корпус, повертає його у вихідне робоче положення.

В даний час системи оптичного спостереження все більш використовуються на транспортних засобах, наприклад, система оптичного спостереження використовується на транспортному засобі в контексті додаткової системи звичайних дзеркал, наприклад, для забезпечення допомоги при паркуванні для водія пасажирського транспортного засобу. Крім того, системи оптичного спостереження все більшою мірою використовуються в контексті так званих систем заміщення дзеркал, де дзеркала, які призначені для транспортних засобів, наприклад, зовнішні дзеркала (основні дзеркала), внутрішні дзеркала легкових автомобілів або ширококутні дзеркала та дзеркала огляду

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

переднього комерційного бампера транспортних засобів повністю заміщені. У таких системах заміщення дзеркал відповідне поле зору, яке зазвичай робиться видимим за допомогою дзеркала, постійно і в реальному часі демонструється водію транспортного засобу на моніторі або іншому пристрої відображення, наприклад, усередині транспортного засобу, тому водій транспортного засобу може бачити відповідне поле зору в будь-яке час, хоч дзеркала відсутні. Крім того, системи оптичного спостереження на транспортному засобі використовуються в контексті так званої просунутої системи допомоги водієві, де або захоплені системою оптичного спостереження дані, наприклад, залежно від відповідної поточної дорожньої ситуації, демонструються водію транспортного засобу, або де захоплені дані зображення оцінюються для керування іншими компонентами транспортного засобу, наприклад, у контексті відстані та/або виявлення перешкод, виявлення стану дороги, допомоги в утриманні в межах смуги руху, розпізнавання дорожніх знаків тощо. .

Найчастіше для використання в транспортному засобі або через юридичні розпорядження, або через об'єкт і, відповідно, передбачувану область застосування системи оптичного спостереження, захоплюючий пристрій (наприклад, оптична камера) системи оптичного спостереження має задовольняти специфічним вимогам, наприклад, щодо підлягає захоплення системою оптичного спостереження дозволу, кутового діапазону, вимог щодо різкості з урахуванням глибини зображення і т.п. Ці вимоги, наприклад, дозвіл на вилучення необхідних даних із захоплених даних зображення, є в тимчасовому протилежні, так що, наприклад, в один і той же час повинен записуватися широкий кутовий діапазон і одночасно щонайменше в одній області/частини захопленого кутового діапазону повинні бути досягнуті висока роздільна здатність і глибина фокусу. Таким чином, в комплексній системі

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оптичного спостереження на транспортному засобі зазвичай необхідно забезпечити кілька захоплюючих пристроїв, навіть якщо вони спрямовані до однієї і тієї ж або до областей навколо транспортного засобу, що перекриваються, і потім об'єднувати захоплені декількома захоплюючими пристрої дані зображення, наприклад, в об'єднане зображення . Факультативно, за рахунок використання кількох захоплюючих пристроїв кожному захоплюючому пристрою може бути призначена його власна функція щодо різних, можливо протилежних вимог, і потім захоплені декількома захоплюючими пристроями дані зображення можуть бути проаналізовані так, що з кожного зображення, наприклад, системи допомоги водієві, витягується відповідним чином задана та розміщена інформація.

Насправді це означає, що зазвичай, наприклад, у системі заміщення дзеркал, окремі поля зору повинні захоплюватися відповідно окремими захоплюючими пристроями, тобто щонайменше одним захоплюючим пристроєм на полі зору. Для цієї мети рівень техніки, насамперед, забезпечує системи оптичного спостереження на транспортному засобі, де забезпечуються декілька окремих датчиків зображення та оптичних систем, тобто забезпечуються окремі пристрої захоплення, дані зображення яких об'єднуються шляхом зшивки. Факультативно, також відомо забезпечення загальної оптичної системи, що має кілька датчиків зображення, які потім об'єднуються у велику поверхню датчика зображення, роблячи, таким чином, можливим захоплення більшого зображення за допомогою загальної оптичної системи на окремих (кілька) датчиків зображення.

Також у дзеркалах присутні різні інші елементи, що забезпечують безпечний рух на транспортному засобі, такі як бічний показчик повороту (БУП), підігрів дзеркального елемента, датчик сліпих зон.

Сигналізатор мертвих зон встановлений поза зоною топології

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

провідників нагрівального елемента і може бути зафіксований на поверхні нагрівального елемента, наприклад, за допомогою двостороннього скотчу або іншим чином.

Нагрівальний елемент виконаний за стандартною технологією на лавсановій плівці ПЕТ з нанесенням полімеризованого срібла, розвальцьованими контактами 2,8 мм та покриттям скотчем з боку топології з необхідною адгезією. Сигналізатор мертвих зон встановлений на нагрівальному елементі поза зоною топології провідників, що забезпечує відсутність впливу нагрівального елемента на роботу сигналізатора мертвих зон.

Стандартний контроль оточуючої обстановки позаду транспортного засобу складається з двох зовнішніх бічних дзеркал та салонного (звичайного, призматичного або панорамного) дзеркала. Основний недолік цієї системи – ефект мертвих зон, тобто. областей, недоступних для огляду

водію ТЗ. Наявність такого ефекту створює незручності при маневруванні ТС і найчастіше призводить до аварій. Для забезпечення безпеки руху водію необхідно контролювати ділянки, що знаходяться не лише спереду/ззаду, а й з обох боків транспортного засобу.

В даний час для легкових автомобілів і вантажівок існують системи, виконані з можливістю відстеження смуг руху з однієї або обох сторін транспортного засобу, щоб перевіряти, чи є якісь транспортні засоби вздовж борту транспортного засобу, що розглядається, наприклад, під кутами мертвої зони. Ці системи вказують водієві, чи є транспортний засіб на будь-якій сусідній смузі руху, формуючи деяку форму візуального попередження близько до дзеркала заднього виду чи передній стійці, тобто. частини кузова транспортного засобу, що знаходиться перед передніми дверима, служить як опора даху та до боків якої прикріплено вітрове скло. Попередження може також набувати

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

форми звукового попередження, яке може бути поєднане з візуальним попередженням. Якщо водій починає рухатися на смугу, де вже знаходиться транспортний засіб, попередження наростатиме.

Переважно, щоб кожне місце з'єднання було виконано з використанням спеціальної технології з'єднання сталі та синтетичного матеріалу таким чином, щоб синтетичний матеріал зовнішнього кожуха охоплював або проникав у локалізовану тривимірну структуру елемента з листової сталі. Локалізовані тривимірні структури листової деталі можуть бути виконані у вигляді відповідних виїмок або утворені областями, що мають певну форму, які можуть бути отримані, зокрема, простим способом виконання отворів, або областями, в яких видавлений рельєф .

За великим рахунком, основа бічного дзеркала заднього виду може містити кілька формованих деталей з листової сталі як зміцнюючі елементи. У кращому варіанті, однак, передбачена тільки одна формована деталь з листової сталі як зміцнювальний елемент, яка переважно розташована в області переходу між практично вертикальною площиною кріплення основи бічного дзеркала до транспортного засобу і практично горизонтально розташованим кронштейном кріплення. Ще краще, якщо елемент з листової сталі являє собою кутову деталь з приблизно L образним поперечним перерізом, яка містить видавлені або наварені на ній ребра жорсткості, розташовані на невеликій відстані від її краю.

## **1.2.Вібрація автомобіля та дзеркального елемента**

Все різноманіття видів розрахунку шуму, що генерується ДВС, можна звести до двох основних видів: розрахунок зовнішнього та внутрішнього шуму. Внутрішній шум транспортного засобу, що

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

генерується при роботі двигуна внутрішнього згорання (ДВС), складається з переданого повітрям і структурного [2].

Вклад структурного шуму найбільш значний у легкових автомобілях, мікроавтобусах та вантажопасажирських автомобілях, де застосовуються неврівноважені поршневі двигуни [2].

Вібрації, які ми діагностуємо на легкових та вантажних автомобілях, є вимушеними вібраціями, що означає, що вібрація виникає лише за наявності сили, яка ініціює вібрацію. Наприклад, вібрація, викликана шиною, припиниться, як тільки шина перестане обертатися. Вимушені вібрації складні, тому що об'єкт, який відчуває водій, ніколи не є джерелом вібрації, і часто два або три компоненти віддалені від фактичної причини вібрації [інше] [2].

Особливість поширення звуку по зовнішнім огороженням кабіни від зовнішнього джерела полягає в згасанні звуку по зовнішнім конструкціям, що захищають. Враховуючи, що реальні кабіни мають нерівномірну звукоізоляцію огорожувальних конструкцій, а також наявність у цих конструкціях відкритих отворів, щілин, отворів, не можна обмежуватися розрахунком тільки проникнення звуку через конструкцію, що близько розташована до джерела. У той самий час звукова енергія нерівномірно розподіляється елементами кабіни, що також необхідно враховувати під час розрахунку [9].

Комплексне зниження шуму ДВЗ (у тому числі і внутрішнього) може бути досягнуто за умови використання ефективних засобів зниження шуму в області низьких частот, одним з яких є активне шумоглушення, що дозволяє досягти зниження шуму двигуна в салоні при одночасному зниженні ваги автомобіля [2].

Метод кінцевих елементів є найширше використовуваним. Висока технологічність методу дозволила створити з його основи ряд промислових систем стандартних програм розв'язання завдань, зокрема

									Арк.
									20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ				

завдань теорії пружності. При використанні таких систем не потрібне знання теорії чисельних методів та тонкощів програмування. Для моделювання поширення акустичних хвиль є стандартні методи кінцевих елементів, при використанні яких структура, що моделюється, поділяється на кінцеве число дискретних елементів простої геометричної форми (наприклад, шестикутник або тетраедр). У межах цих кінцевих елементів потенційне поле швидкості обчислюється інтерполяцією від потенціалу швидкості вершинах, про вузлах. Об'єднання цього підходу з варіаційним формулюванням основного приватного диференціального рівняння дає систему звичайних диференціальних рівнянь, яка, у свою чергу, призводить до лінійної системи алгебри рівнянь. Для моделювання безмежних областей розроблено звані нескінченні елементи [4].

Для численних проблем акустичного дизайну ДВЗ області та кордону досить складні. З іншого боку, багатоходова модель граничних елементів може допомогти інженеру-акустику визначити ефект зниження шуму при використанні тих чи інших звукопоглинаючих матеріалів та вибрати найбільш оптимальне рішення для зниження внутрішнього шуму автомобіля. Метод також дозволяє визначити розміри та розташування отворів у моторному відсіку ДВС (у тому числі за наявності активного джерела), оцінити та оптимізувати акустичне випромінювання у просторі моторного відсіку. Таким чином, метод граничних елементів може використовуватись для ефективного вирішення як внутрішніх, так і зовнішніх акустичних проблем ДВЗ [4].

При проведенні експериментальних досліджень з комплексного зниження шуму автотранспортного засобу необхідне забезпечення ефекту зниження шуму по широкому діапазону спектру шуму [2].

Наступний етап експериментальних досліджень, моторні стендові випробування акустичних характеристик ДВЗ. При цьому акустичні

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимірювання проводять у вільному або дифузному звуковому полі [9].

Зрештою, заключний етап експериментальних досліджень – це повномасштабні дослідження внутрішнього шуму транспортних засобів у реальних дорожніх умовах. Наприклад, вимір шуму в пасажирському салоні автомобіля доцільно проводити при різкому розгоні до швидкості 120 км/год. Вимірювання проводиться у сидіння водія та у сидіння пасажирів. Мікрофон встановлюється на висоті 0,6 м над серединою сидіння. Акустичні характеристики, що вимірюються, реєструються за максимальними показниками шумоміру в режимі роботи Швидко [3].

Слід також враховувати вібрації, що генеруються в салоні і кабіні автомобіля. На вантажному автомобілі при частотах 1-3 Гц збуджуються коливання підресореної маси, 6-20 Гц - коливання силового агрегату, кабіни, мостів (як твердих тіл). При частоті 7-11 Гц проявляються перші форми згинальних та крутильних коливань рами довгообазного вантажного автомобіля. При частотах понад 30 Гц виявляються форми згинальних коливань рами вантажного автомобіля з великою кількістю вузлів та пучностей. На легковому автомобілі при частотах 25-30 Гц проявляються перші форми згинальних та крутильних коливань кузова, власні коливання кермового колеса та ін [3].

Експерименти показують, що найбільша звукова енергія у спектрі внутрішнього шуму зосереджена області інфразвукових і низьких звукових частот і викликається кінематичним збудженням автомобіля. Причому інтенсивність інфразвуку в кабіні або кузові істотно підвищується при русі автомобіля по дорогах з нерівним покриттям, а також при збігу частоти обертання коліс із частотами власних коливань безпружинних мас і частотами перших форм згинальних коливань кузова або рами автомобіля [3].

Труднощі дослідження низькочастотного звукового та інфразвукового поля в автомобілі обумовлена в тому числі і тим фактом,

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що звичайна акустична апаратура дозволяє реєструвати лише скалярну величину: рівень звукового тиску і непридатна для дослідження інфразвуку, коли замкнутий об'єм кузова малий у порівнянні з довжиною плоскої хвилі [3].

Під час проведення комплексних експериментальних досліджень ДВС з допомогою активної компенсації важливим моментом є облік структурних шляхів передачі шуму. Первинне джерело (двигун) генерує шум і вібрацію, що передається в обмеженому просторі через обмежену кількість структурних шляхів. Таким чином, стає можливим знизити шум усередині обмеженого простору за допомогою активної компенсації шуму та вібрації, що передаються через ці шляхи. Складність цієї стратегії активної компенсації залежатиме від природи структурних шляхів, форми хвилі та частотного діапазону джерела дискомфорту. Шумівібрація автомобільного двигуна є періодичними. Якщо шум ДВС передається в пасажирський салон шляхом поширення акустичних хвиль у стрижневій структурі, то проблема певною мірою аналогічна активної компенсації звуку в каналах. Одна істотна відмінність полягає в тому, що швидкість поширення структурних хвиль може бути набагато більшою, ніж для акустичного випадку, особливо для компресійних хвиль, тому часто важко виготовити контролер для практичного використання активної компенсації. При згинальних хвилях у структурах швидкість поширення збільшується з частотою, при цьому є короткочасний компонент хвильового руху, який необхідно враховувати на низьких частотах [2]. Для розробки і випробування двигуна з хорошими віброакустичними характеристиками необхідно здійснити компроміс між гарною віброізоляцією і прийнятною жорсткістю установки (остання умова передбачає, що статичне зміщення мало). Цей баланс може бути дотриманий певною мірою шляхом використання активного генератора звуку і вібрації. Для забезпечення ефективної

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шумовіброізоляції ДВЗ активними методами в загальному випадку повинні регулюватися шість компонентів вібрації (3 поступальні та 3 обертальні). Однак, щоб зменшити складність активної компоненти установки можуть бути розроблені пасивні компоненти, що дозволяють забезпечити хорошу ізоляцію щодо всіх вібраційних компонентів. Фірмою Carl Freudenberg було здійснено проект розробки та випробування гібридної (активно-пасивної) шумовіброізоляції ДВС, заснованої на використанні гідровузла як віброізолюючу опору. Нижче приблизно 20 Гц ця опора поводить як звичайний гідровузол, де загасання забезпечується за допомогою рідини, що виштовхується назад і вперед між центральною та нижньою камерою. Вище цієї частоти інерція рідини у вузьких шляхах, що з'єднують, стає достатньо високою, щоб блокувати цей потік. Електромагнітний генератор здійснює рух у металевій діафрагмі, яка потім може діяти безпосередньо на рідину в центральній камері, викликаючи значні коливання біля основи кріплення через гідравлічне збільшення, властиве опорі. Результати показують, що може бути досягнуто значного зниження вібрації на частоті роботи двигуна за допомогою системи компенсації, використовує одиночну активну опору двигуна [2].

Шум двигуна в автомобілі, однак, не повністю викликаний передачею вібрації через опори двигуна. Зазвичай існують бічні шляхи через інші механічні приєднання до двигуна, акустична передача від вихлопу і впуску. Для комплексного зниження шуму ДВС необхідна компенсація шуму цих шляхів. Було б дуже важко використовувати активну компенсацію безпосередньо всіх цих бічних шляхів, але може бути використана об'єднана акустична та віброакустична система активної компенсації з активними вузлами та внутрішніми мікрофонами, структурними акселерометрами та мікрофонами як датчики похибки. Така система буде знижувати вібрації від домінуючого шляху і

						ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
							24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

акустично регулювати звук, що залишається, від бічних шляхів. Така система використовує одиночну активну опору і два внутрішні гучномовці, регульовані з використанням алгоритму багаторазової похибки за методом найменших квадратів для мінімізації зведених квадрат вихідних даних від одиночного акселератора і чотирьох внутрішніх мікрофонів. Вимірювання сумарного внутрішнього шуму в салоні показують, що, хоча гучномовці дають лише невеликі покращення у зниженні шуму в передній частині салону автомобіля, у задній частині покращення значне. Інший важливий аспект таких об'єднаних систем компенсації полягає в тому, що загальні вимоги до енергії можуть бути значно знижені, так як система компенсації може знижувати шум з використанням різних генераторів [6].

У деяких випадках практичного використання систем активної компенсації звук передається у внутрішній простір автомобіля через обмежену кількість структурних шляхів, і активна компенсація вібрації на кожному з цих шляхів є цілком досяжною. Однак слід мати на увазі, що будь-які бічні шляхи передачі звуку при використанні активних опор для зниження шуму всередині автомобілів, спочатку не прийняті до уваги, все ж таки будуть збуджувати огорожену конструкцію. В цьому випадку може бути застосована об'єднана система активної компенсації, яка використовує генератори структурної компенсації та активні динаміки [2].

Істотним моментом, на який слід звернути увагу під час проведення експериментальних досліджень, є необхідність досягнення ефекту зниження шуму в салоні автомобіля для різних режимів роботи двигуна та всіх пасажирських сидінь. Експерименти показують, що спостерігається значна зміна рівня звуку в залежності від кількості обертів, а також області вимірювання, наприклад, пасажирських сидінь. В результаті звук, що генерується для зниження шуму в певній точці у

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пасажирському салоні або в кабіні автомобіля, може призводити до збільшення рівнів звуку в інших областях [2].

Таким чином, для ефективного зниження низькочастотного шуму ДВС необхідна багатоканальна система з мікрофонами похибки, встановленими в певних точках (наприклад, в зоні розташування вух водія та пасажирів) і алгоритм, що дозволяє уникнути того ефекту, що при ослабленні рівня звуку однієї точки відбувається посилення звуку іншій точці всередині салону автомобіля. Оскільки рівень звуку в салоні змінюється дуже швидко в залежності від швидкості двигуна, навантаження або місця розміщення пасажирів, то будь-який алгоритм активної компенсації повинен бути обчислений досить швидко, щоб враховувати зміну звукового поля [2].

Наприклад, фірма Lotus Engineering (Англія) спільно з інститутом звуку та вібрації при Southampton університеті досягла значних результатів зниження внутрішнього низькочастотного шуму легкових автомобілів різних модифікацій. Так для моделі Esprit Turbo ставилося завдання зниження шуму в салоні при частоті роботи двигуна, що відповідає найбільшим значенням шуму. Використовувана система включала чотири мікрофони на рівні голови пасажирів і два 6-дюймових гучномовця. За допомогою системи запалення здійснювався взаємозв'язок сигналу швидкості двигуна з мікропроцесорним вузлом управління, що відстежує рівень звукового тиску на мікрофонах і генерує необхідний вихід на кожний динамік. В результаті досягнуто ефекту зниження в 10 дБ для кожного місця всередині салону. Система особливо ефективна зниження частот нижче 200 Гц. Система активної компенсації, встановлена на автомобілі Toyota-Celica, дала ефект зниження 10-15 дБ. На виставці в рамках міжнародного конгресу Інтер-Шум 2000, що проходив у Ніцці Франція, фірма Muller BVM GmbH, ФРН спільно з автомобільним концерном Volkswagen представили автомобіль

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Volkswagen-Beatle, оснащений адаптивною системою активної компенсації шуму всередині пасажирського салону. Досягався ефект зниження щонайменше 12 дБ. Протягом кількох років у Японії продавався автомобіль марки Ніссан Bluebird, оснащений додатковою системою активної компенсації внутрішнього шуму. Однак слід зазначити, що вищезазначені та інші експериментальні результати стосувалися роздільного зниження зовнішнього та внутрішнього шуму ДВЗ. Результатів комплексного зниження шуму ДВС поки що не було представлено [2].

Було розроблено експериментальну установку з оцінки зниження внутрішнього шуму автомобіля, до складу якої входять камерні ємності, що імітують систему "моторний відсік - пасажирський салон" автомобіля, вимірювальна апаратура, система формування антишумових характеристик, акустичні хвилеводи, джерела шуму та ін. Використовувані під час проведення експериментальних досліджень джерела звуку діляться на пасивні (імітують шум, що заглушується) і активні. Випромінювальні зрізи повітрозабірного патрубку очищувача повітря і вихлопної труби імітуються за допомогою монопольних джерел звуку (гучномовців) з необхідними низькочастотними характеристиками [2].

У тих випадках, коли рівні небажаного віброакустичного випромінювання високі (наприклад, для транспортних засобів військової техніки, вантажних автомобілів тощо), для створення сигналів, що компенсують, з необхідними для ефективною компенсації рівнями акустичної потужності можуть додатково використовуватися генератор (або генератори) сигналів [19].

Метою роботи є експериментальне з'ясування режимів коливань дзеркала бічного вигляду та чисельне визначення сил на поверхні дзеркала, викликаних поділом вихорів навколо дзеркала.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Експериментально виявили два висновки. По-перше, дзеркало має власні частоти 25, 30 та 33 Гц. Інше полягає в тому, що вібрації дзеркала збільшуються пропорційно швидкості потоку, а їх частоти мають пікові значення при 120 та 140 км/год. Частоти вібрації дзеркала повністю збігаються з первинними власними частотами. Щоб уловити зовнішні сили, що вібрують поверхню дзеркала, чисельне дослідження було виконано за допомогою нестационарного аналізу повітряного потоку. Було виявлено, що два спектри потужності мають пікові значення на одній частоті 24,4 Гц при 120 км/год. Це показує, що коливання швидкості потоку із частотою 24,4 Гц безпосередньо впливають на коливання тиску на поверхні дзеркала. Чисельний аналіз показує, що частоти вихорів, що випадають, становлять 24,4 Гц при 120 км/год і 28,3 Гц при 140 км/год. Частоти вібрації дзеркала дуже близькі до частоти коливань потоку. Це показує, що частоти вібрації дзеркала багато в чому пов'язані із частотами сил.

Звідси впливає, що розмиття зображення на високошвидкісних крейсерських полях спричинене резонансними явищами, коли поверхня дзеркала резонує із частотою випадання вихорів навколо дзеркала [34].

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.ВИЯВЛЕННЯ РЕЗОНАНСНИХ ЧАСТОТ

Дзеркало, прикріплене до випробувального пристрою, яке було встановлено в тій же випробувальній ситуації, де вимірювалися власні частоти, було занурено в випробувальну секцію аеродинамічної труби, щоб виміряти, як частоти коливань поверхні дзеркала змінюються в залежності від швидкостей потоку. Частотні спектри дзеркальної поверхні коливання у напрямку X, Y та Z відповідно рисунок 1.

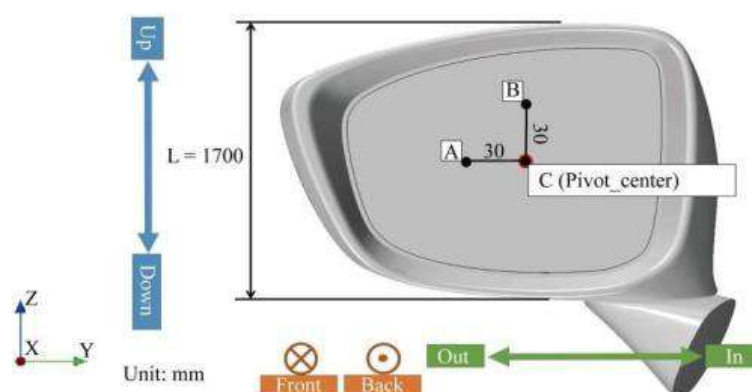


Рисунок 1 – Напрямки коливань бічного дзеркала

Частотні спектри були виміряні для швидкостей потоку від 60 км/год до 160 км/год з кроком кожні 20 км/год. , 30 Гц) у напрямках X, Y та Z відповідно. Ці віброприскорення повністю збігаються з власними первинними частотами, показаними на малюнках 4-6. Звідси випливає, що поверхня дзеркала резонує з тими самими частотами, як і первинні власні частоти [4].

На малюнку 1 показані загальні прискорення (O.A.), одержані як середньоквадратичне значення прискорень у кожному напрямку протягом періоду виміру. Виявлено, що загальні прискорення збільшуються

пропорційно швидкостям потоку, і поздовжнє прискорення у напрямку X є найбільшим із трьох прискорень для вимірюваної зони швидкості, тоді як прискорення у напрямку Y та Z майже однакові. На малюнку 11

показано, як спектри потужності коливань поверхні дзеркала у напрямку Х змінюються зі швидкістю потоку. Спектри потужності з частотою 25 Гц мають пікове значення при 120 км/год та піки 33 Гц при вищій швидкості потоку 140 км/год. З іншого боку, малюнки 12 та 13 показують, що спектри потужності у напрямку Y та Z для 25 та 30 Гц дуже схожі на спектри в напрямку Х з піками при 140 км/год. Щодо частот вищого порядку, таких як 96 Гц, 103 Гц, їх спектри потужності збільшуються пропорційно швидкості потоку. Частоти коливань поверхні дзеркала зсуваються від нижньої до вищої резонансної частоти. Це може бути викликано скиданням вихорів із дзеркала, оскільки їх частоти пропорційні швидкості потоку [34].

Наступний метод визначення резонансних частот який згодом і використовувався у роботі.

За допомогою гідра-циліндра для випробування вузлів та деталей кузова на довговічність, за методикою І 35210.37.101.0005-2014, проводили оцінку вібростійкості.

Оцінка вібростійкості дзеркал проводиться за максимальним кутом відхилення відбитого променя лазера, спроектованого на екран як показано на малюнку 2 ,при вертикальному синусоїдальному віброзбудженні з повільним зміною частоти в діапазоні від 10 до 40 Гц і підтримці постійного амплітудного значення ві, рівні 1g, м/с<sup>2</sup>. Дзеркало нерухомо закріплюється на пристрої збудження вібрації за аналогією кріплення на автомобілі. Лазер може бути встановлений на майданчику пристрою збудження вібрації або окремо.

Примітка – При відстані від поверхні дзеркального елемента до екрану, що дорівнює 1,72 м, розмір найбільшої осі плями, що описується відбитим променем лазера на екрані, Δ, мм (за вирахуванням Δ0, мм), з достатнім ступенем точності дорівнює амплітуді кута відхилення α, хв .

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ				

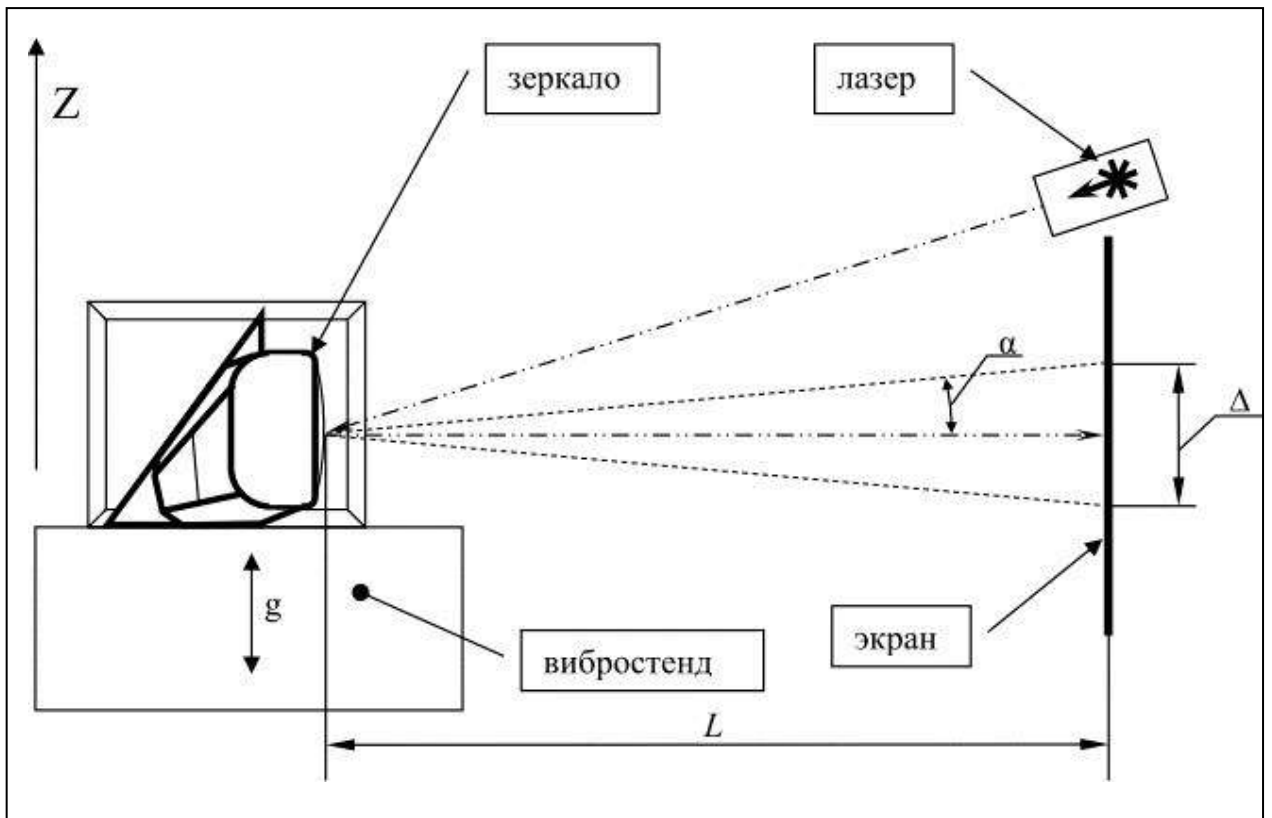


Рисунок 2 – Розташування бічного дзеркала та екрану

### 3. КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВІБРОСТІЙКОСТІ

Максимально допустима амплітуда кута відхилення відбитого променя лазера не більше  $40^\circ$  |

Технічні умови дзеркала.

Відхилення променя лазера на екрані має бути не більше 35 мм при прискоренні 1g на відстані 1,72 м.

При випробуванні одного з дослідних дзеркал рисунок 3 отримали такі значення:



Рисунок 3 – Досвідчений зразок

- максимальний розмір плями відбитого лазерного променя становив 88 мм при частоті вібрації 35 Гц і прискоренні 1 g;
- форма плями відбитого лазерного променя представлена малюнку

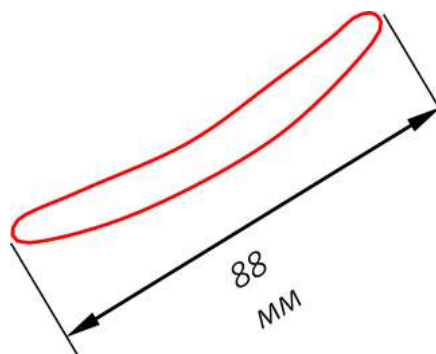


Рисунок 4 – Пляма розмиття

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4. ОЦІНКА ВІБРОСТІЙКОСТІ ДЗЕРКАЛ

### 4.1. Оцінка вібростійкості зовнішніх дзеркал

На оцінку вібростійкості зовнішніх дзеркал автомобіля були взяті такі об'єкти випробувань див.

- зовнішнє дзеркало нове лев/прав 5/5шт,
- зовнішнє дзеркало, зняте з автомобіля після пробігу з рекламації лев/прав 10/10шт.



Рисунок 5 – Дослідний зразок

Для подальшої оцінки зовнішнім дзеркалам було присвоєно умовні номери. Об'єктивна оцінка вібростійкості зовнішніх дзеркал, яка була в навчальній практиці, методика І 35210.37.101.0005-2014.

Суб'єктивна оцінка зовнішніх дзеркал проводилася за такою методикою. Групою спостерігачів визначалася чітко помітна через відображення в дзеркалі, що тестується, рядок в модифікованій таблиці перевірки зору «таблиця Сівцева» див. Рисунок 6. Для зручного читання через відображення, таблиця була виконана в дзеркальному відображенні. Розмір таблиці 300x500 мм, висота букв верхнього рядка 70 мм, всього в таблиці 12 рядків.

						ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
							33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



Рисунок 6 – Таблиця Сівцева

Таблиця розташовувалась на відстані два метри від дзеркала, спостерігачі розташовувалися на відстані один метр від дзеркала.

Кожен спостерігач фіксував номер рядка, що чітко читається ним у таблиці через «спокійне» дзеркало і номер рядка, який можна прочитати через дзеркало, що знаходиться під вібронавантаженням на частоті резонансу, визначеної за об'єктивною методикою. Суб'єктивна оцінка вібростійкості визначалася по різниці між номером та номером «резонансного» рядка, для кожного дзеркала знаходилося середнє

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

значення оцінки.

#### 4.2.Оцінка віброміцності зовнішніх дзеркал

Випробування зовнішніх дзеркал з електроскладанням шарніра травмобезпеки проводилися відповідно до вимог плану валідації термостійкості та віброміцності.

Випробування дослідних зовнішніх дзеркал проводилися відповідно до І 35210.37.101.0005-2014 з монтажу та працездатності.

При монтажі на двері максимальні моменти закручування гвинтів кріплення дослідних дзеркал зовнішніх 4 Нм.

Моменти складання (М) дослідних зовнішніх дзеркал обчислювалися за формулою  $M=F*L$ , де F зусилля складання дзеркал, а плече L на якому замірялося зусилля F, L=230мм для напрямку Р і L=260мм для напрямку П Рисунок 7.

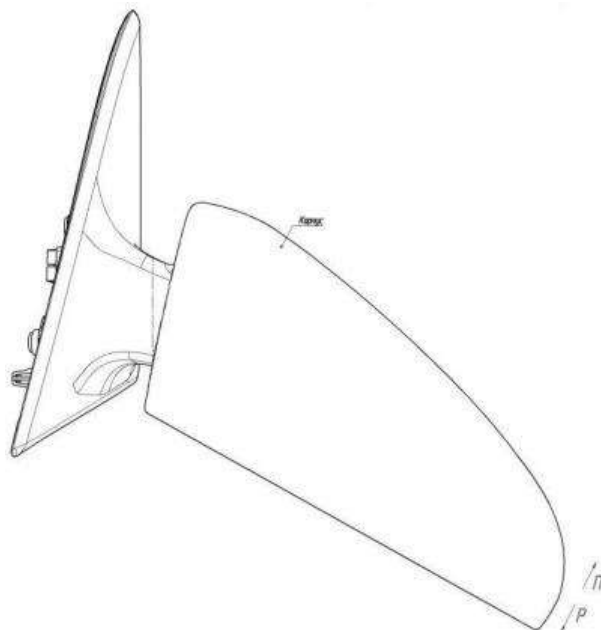


Рисунок 7 – Напрямки застосування сил

При оцінці термостійкості випробування проводять за трьома тепловими циклами.

Кожен цикл включає:

1. 24год виріб витримується в сухому гарячому середовищі при температурі плюс  $(85\pm 5)^{\circ}\text{C}$ ;

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. 24год у постійному вологому середовищі при температурі плюс  $(40\pm 5)^{\circ}\text{C}$  та 98% відносної вологості;

3. 24год в холодному середовищі при температурі мінус  $(40\pm 5)^{\circ}\text{C}$ , краплі води струшують після випробування на вологість. Переміщення виробів з однієї сфери до іншої проводиться без перерв.

Випробування зовнішнього дзеркала в зборі з досвідченими бічними покажчиками повороту проводилися відповідно до І 35210.37.101.0005-2014 за віброміцністю. Випробування віброміцності проводилися обсягом 200 000 циклів кожного зразка. Випробування віброміцності проводилися на оснастці, виготовленій із фрагментів бічних дверей автомобіля.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5. РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ

### 5.1. Результати оцінки вібростійкості зовнішніх дзеркал

Результати оцінки вібростійкості у таблиці 1.

З представлених дзеркал:

- два нових дзеркала відповідають критеріям методики (розмір плями не більше 40 мм, дзеркала № 24 та 26);
- сім дзеркал відповідають критеріям методики із зауваженням (за невеликим перевищенням розміру плями не більше 15 мм, дзеркала № 2, 4, 5, 6, 8, 12 та 16);
- решта двадцять дзеркал не відповідають критеріям методики (дзеркала № 1, 3, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28 і 29).

Схема вимірювання розміру плями представлена малюнку 8.

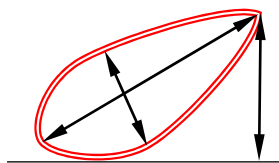


Рисунок 8 – Пляма розмиття

Результати суб'єктивної оцінки вібростійкості представлені у таблиці 2.

З 29 оцінених дзеркал на частоті резонансу:

- на 3-х дзеркалах спостерігачі бачили 10 чи 9 рядки таблиці (дзеркала
- на 12 дзеркалах хоча б один спостерігач бачив 10 рядок (дзеркала № 1, 3, 4, 5, 10, 13, 20, 21, 22, 23, 28 і 29);

У таблиці 3 представлена зведена таблиця з суб'єктивної та об'єктивної оцінки.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1 – Результати вібростійкості

Оцінка вібростійкості зовнішніх дзеркал, знятих з рекламації								
№п/п	Дані гарантійної бирки		пр/лів	часто та Гц	█	розмір плями		
	код	АГО				$a_{max}$ мм	$b$ мм	$c$ мм
1	62023	4462	лев	38	3	77	15	54,0
2	18001	206206	пр	38	3	54	40	40,0
3	62023	4462	пр	39	3	93	3	15,0
4	42318	1314	пр	40	3	46	3	23,0
5	46262	94449	пр	40	3	51	25	25,0
6	44598	4659	лев	38	3	43	20	46,0
7	62023	4365	лев	40	3	93	13	96,0
8	44625	26741	лев	39	3	46	12	49,0
9	44625	26535	лев	40	3	90	3	14,0
10	44565	8764	лев	27	3	117	15	15,0
11	42318	1215	лев	39	3	77	7	40,0
12	44004	394557	лев	40	3	46	15	49,0
13	44598	14579	лев	37	3	85	24	37,0
14	44598	15019	лев	38	3	76	35	35,0
15	44625	29870	пр	38	3	92	3	25,0
16	44360	26523	пр	36	3	56	11	59,0
17	42318	1142	пр	37,5	3	112	18	30,0
18	42702	111594	пр	34	3	139	15	53,0
19	44360	26342	пр	37,5	3	76	20	12,0
Оцінка вібростійкості нових зовнішніх дзеркал								
20	нове		лев	39	3	65	3	7
21	нове		лев	34	3	70	3	13
22	нове		лев	38	3	62	3	23
23	нове		лев	39	3	70	3	10
24	нове		лев	33	3	27	3	4
25	нове		пр	40	3	64	3	19
26	нове		пр	35	3	29	12	33
27	нове		пр	40	3	84	13	27
28	нове		пр	38	3	69	3	20
29	нове		пр	39	3	62	3	11

Таблиця 2 - Результати суб'єктивної оцінки

(Таблиця відсортована за зростанням середнього видимого рядка на частоті резонансу, останній стовпчик)

Номер дзеркала	Частота резонансу	Номер видимої лінії в таблиці (перевірки зору) через спокійне дзеркало та на частоті резонансу з відстані 3м (1м від дзеркала до спостерігача та 2м від дзеркала до таблиці)															Середня різниця рядків	Середній видимий
		Спостерігачі																
		1			2			3			4			5				
На частоті 0	На частоті резонансу	Різниця рядків	На частоті 0	На частоті резонансу	Різниця рядків	На частоті 0	На частоті резонансу	Різниця рядків	На частоті 0	На частоті резонансу	Різниця рядків	На частоті 0	На частоті резонансу	Різниця рядків	На частоті 0	На частоті резонансу	Різниця рядків	
26	35	4	10	6				4	10	6	3	9	6	3	9	6	6,0	10
9	40	4	10	6	3	9	6	4	10	6	3	10	7	4	11	7	6,5	10
24	33	4	10	6	3	9	6	4	11	7	3	10	7	3	10	7	6,6	10
20	30	4	11	7	3	11	8	4	10	6	3	12	9	4	9	5	7,0	11
21	29	4	11	7	3	10	7	4	11	7	3	11	8	4	10	6	7,0	11
23	29	4	11	7	3	10	7	4	11	7	3	11	8	3	10	7	7,2	11
5	40	4	11	7				4	11	7	3	10	7	3	11	8	7,3	11
13	37	4	11	7	3	10	7				3	11	8	3	10	7	7,3	11
29	39	4	11	7				4	11	7	3	11	8	3	10	7	7,3	11
1	38	4	11	7	3	11	8	4	11	7	3	11	8				7,5	11
4	40	4	11	7				4	11	7	3	11	8	3	11	8	7,5	11
22	27,5	4	11	7	3	11	8	4	12	8	3	11	8	3	10	7	7,6	11
28	38	4	11	7				4	11	7	3	11	8	3	11	8	7,5	11
3	39	4	12	8				4	11	7	3	11	8	3	11	8	7,8	11
10	27	4	12	8	3	12	9				3	11	8	3	10	7	7,7	11
16	36	4	12	8				4	11	7	3	11	8	3	11	8	7,8	11
11	39	4	12	8	3	12	9				3	11	8	3	11	8	8,0	12
15	38	4	12	8				4	11	7	3	11	8	3	12	9	8,0	12
18	34	4	12	8				4	11	7	3	12	9	3	11	8	8,0	12
17	37,5	4	13	9				4	11	7	3	12	9	3	11	8	8,3	12
19	37,5	4	12	8				4	12	8	3	12	9	3	11	8	8,3	12
2	38	4	12	8							3	12	9	3	12	9	8,7	12
6	38	4	12	8	3	12	9	4	12	8	3	12	9				8,3	12
7	40	4	12	8	3	12	9	4	12	8	3	12	9				8,3	12
8	39	4	12	8	3	12	9	4	12	8							8,3	12
12	40	4	12	8	3	12	9				3	12	9	3	12	9	8,7	12
25	40	4	12	8				4	12	8	3	12	9	3	12	9	8,5	12
27	40	4	12	8				4	12	8	3	12	9	3	12	9	8,5	12
14	38	4	13	9	3	13	10	4	13	9	3	13	10				9,5	13

Таблиця 3 - Результати оцінки

Дзеркало			Об'єктивна оцінка		Суб'єктивна оцінка		Форма плями (не в масштабі)
Номер	Пр/лев	Рекл./але ст.	Частота резонансу	Мах розм. плями мм	Середня різниця рядків	Середній видимий рядок на частоті резонансу	
1	лев	рекл.	38	77	7,5	11	0
2	пр	рекл.	38	54	8,7	12	0
3	пр	рекл.	39	93	7,8	11	1
4	пр	рекл.	40	46	7,5	11	1
5	пр	рекл.	40	51	7,3	11	0
6	лев	рекл.	38	43	8,3	12	0
7	лев	рекл.	40	93	8,3	12	0
8	лев	рекл.	39	46	8,3	12	0
9	лев	рекл.	40	90	6,5	10	0
10	лев	рекл.	27	117	7,7	11	8
11	лев	рекл.	39	77	8	12	0
12	лев	рекл.	40	46	8,7	12	0
13	лев	рекл.	37	85	7,7	11	0
14	лев	рекл.	38	76	9,5	13	0
15	пр	рекл.	38	92	8,0	12	8
16	пр	рекл.	36	56	7,8	11	1
17	пр	рекл.	37,5	112	8,3	12	0
18	пр	рекл.	34	139	8	12	0
19	пр	рекл.	37,5	76	8,3	12	0
20	лев	новий.	39	65	7	11	8
21	лев	новий.	34	70	7	11	0
22	лев	новий.	38	62	7,6	11	8
23	лев	новий.	39	70	7,2	11	8
24	лев	новий.	33	27	6,6	10	8
25	пр	новий.	40	64	8,5	12	1
26	пр	новий.	35	29	6	10	8
27	пр	новий.	40	84	8,5	12	8
28	пр	новий.	38	69	7,5	11	8
29	пр	новий.	39	62	7,3	11	1

									Арк.
									40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ				

## 5.2.Результати оцінки віброміцності зовнішніх дзеркал

Кліпса, для кріплення дзеркала на зовнішній панелі передніх дверей автомобіля, на всіх дзеркалах не фіксується в посадковому місці.



Рисунок 9 – Зачіп кронштейна дзеркала

На всіх дзеркалах неприлягання переднього кута кронштейна зовнішнього дзеркала до зовнішньої панелі бічних дверей 1,5-2 мм  
Рисунок 10.



Рисунок 10 – Неприлягання до поверхні

Монтаж на правих дверях утруднений через розбіжність точок кріплення дзеркала з отворами на дверях Рисунок 11.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

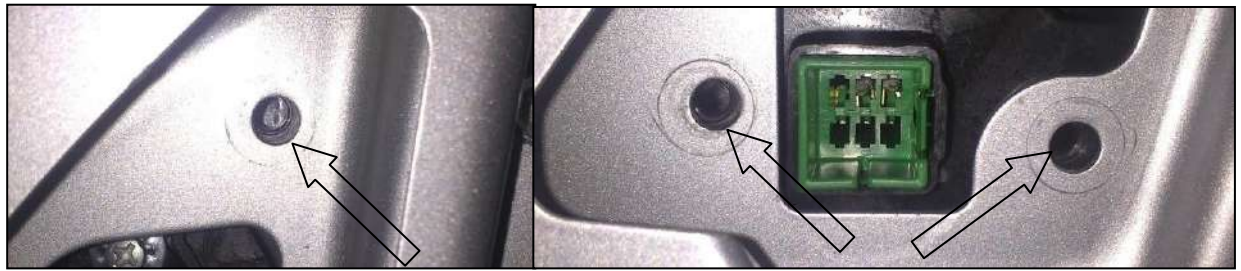


Рисунок 11 – Розбіжність отворів

Моменти складання дослідних зовнішніх дзеркал представлені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Моменти складання шарніра травмобезпеки

Моменти складання (за кресленням 5-18Нм)	M1(Нм)	M2(Нм)	M3(Нм)	M4(Нм)	M5(Нм)
	4	6,3	9,3	3,7	7,4

M1 - вихід з фіксованого (робочого) положення в кронштейні (напрямок П, рисунок 7);

M2 - початок дії пружини після виходу з фіксованого (робочого) положення (напрямок П, Рисунок 7);

M3 — максимальне зусилля (напрямок П, рисунок 7);

M4 - початок дії пружини (напрямок Р, Рисунок 7); M5

— максимальне зусилля (напрямок Р, рисунок 7);

Результати випробувань із працездатності зовнішніх дзеркал, задовільні.

Моменти складання дослідних зовнішніх дзеркал представлені в таблиці 5.

Таблиця 5 – Моменти складання шарніра травмобезпеки

Моменти складання (закреслення 5-18Нм)	M1(Нм)	M2(Нм)	M3(Нм)	M4(Нм)	M5(Нм)
	5,1	7,8	9,9	4,2	7,1
Зусилля регулювання зовнішніх дзеркал (за кресленням 8-18Н)	15,5-16,8Н				

Термостійкість дослідних зовнішніх дзеркал – задовільна.

Вібростійкість досвідчених зовнішніх дзеркал - незадовільна.

Кут розсіювання відбитого променя лазера ( $\alpha$ ) на лівому зовнішньому дзеркалі склав  $\alpha = 58$ мм на 24 Гц. При максимальній амплітуді кута відхилення  $\alpha_{max} = \pm 35$ мм. За вимогами інструкції І 35210.37.101.0005-2014 максимальна амплітуда кута відхилення  $\alpha_{max} = 40$ мм. За вимогами ТУ 4541-00825482187-2019 максимальна амплітуда кута відхилення  $\alpha_{max} = 50$ мм.

Кут розсіювання відбитого променя лазера ( $\alpha$ ) на правому зовнішньому дзеркалі склав  $\alpha = 77$ мм на 23 Гц. При максимальній амплітуді кута відхилення  $\alpha_{max} = \pm 35$ мм. За вимогами інструкції І 35210.37.101.0005-2014 максимальна амплітуда кута відхилення  $\alpha_{max} = 40$ мм. За вимогами ТУ 4541-00825482187-2019 максимальна амплітуда кута відхилення  $\alpha_{max} = 50$ мм.

Віброміцність досвідчених зовнішніх дзеркал – незадовільна.

Утворення пластикового пилу поверхні зовнішніх дзеркал від взаємодії між деталями при вібрації Рисунок 12 і 13.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 12 – Пластиковий пил на поверхні дзеркала



Рисунок 13 – Пластиковий пил на поверхні дзеркала

Люфт та скрип облицювання зовнішніх дзеркал. Можливою причиною цього зауваження є незадовільне розкриття фіксуючих лапок облицювання зовнішніх дзеркал рисунок 14.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

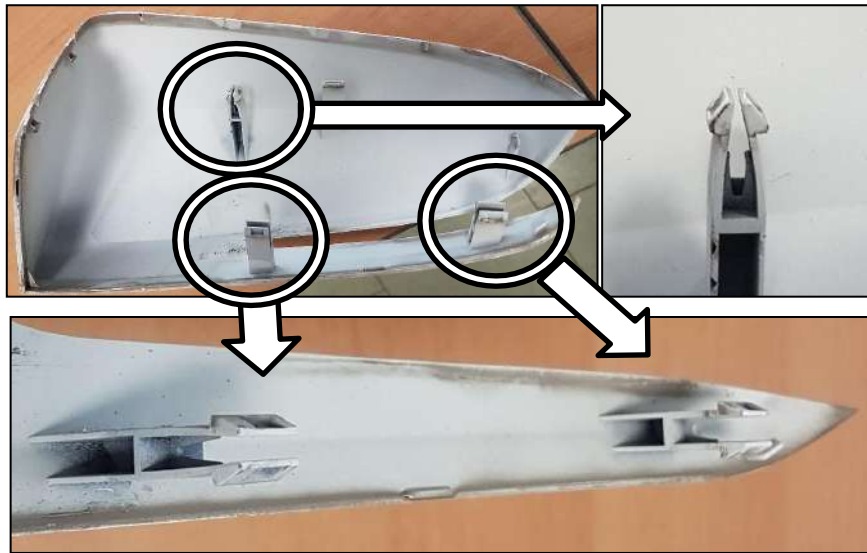


Рисунок 14 – Розкриття лапок облицювання

Після зняття дзеркал з технологічного оснащення відзначається незадовільне кріплення прокладки зовнішнього дзеркала з кронштейном зовнішнього дзеркала 15. Можливою причиною даного зауваження є деформація прокладання зовнішнього дзеркала після випробувань термостійкості.

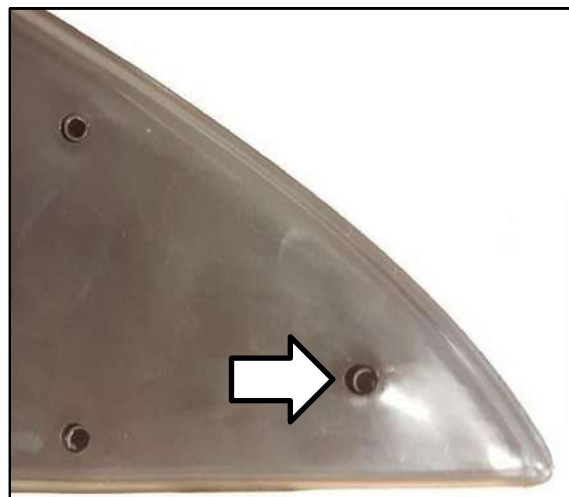


Рисунок 15 – Кріплення прокладки кронштейна дзеркала

Руйнування верхній кріпильний бобишки моторредуктора правого зовнішнього дзеркала Рисунок 16.

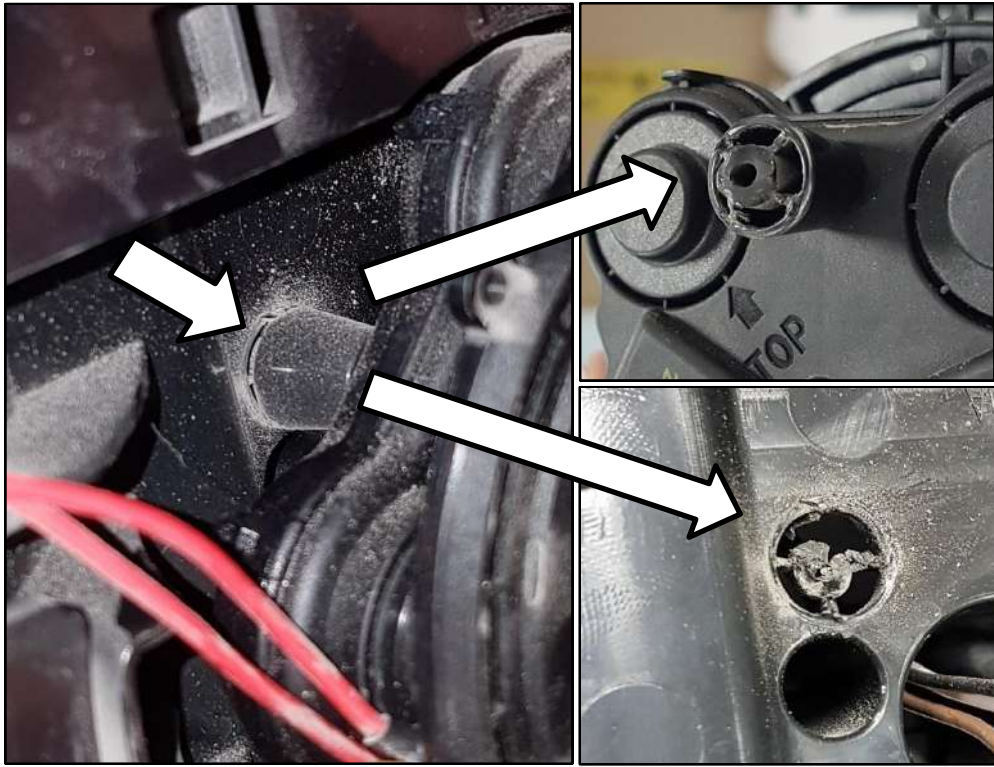


Рисунок 16 – Руйнування кріпильної бобишки моторедуктора

Люфт і стукіт рамки корпусу зовнішнього дзеркала. Відбулося зниження моментів затягування елементів кріплення рамки корпусу зовнішнього дзеркала Рисунок 17.

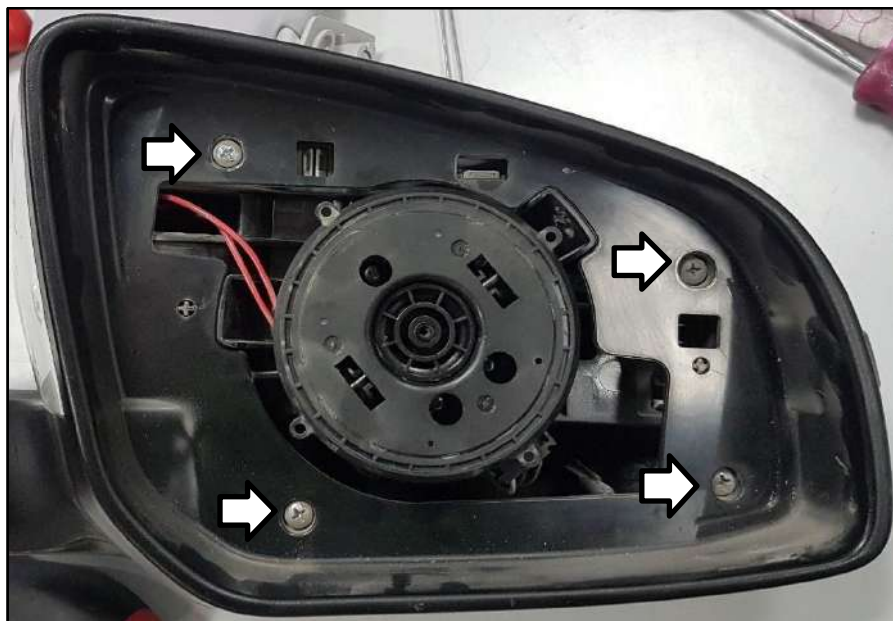


Рисунок 17 – Гвинти кріплення рамки корпусу

На рамці дзеркального елемента відсутні штирі (4 шт.) для фіксації у відповідних отворах на моторредукторі (посадкове місце).

Відзначається недостатньо надійна фіксація дзеркального елемента на моторредукторі.

Люфт та стукіт БУП. Можливою причиною цього зауваження є деформація кріпильних елементів БУПу після випробувань термостійкості та зношування після проведення випробувань віброміцності.

Люфт нижньої вставки корпуса дзеркала зовнішнього Рисунок 18.



Рисунок 18 – Нижня вставка кронштейна дзеркала

Зношування на поверхні моторредуктора від контакту з дзеркальним елементом зовнішнього дзеркала Рисунок 19.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

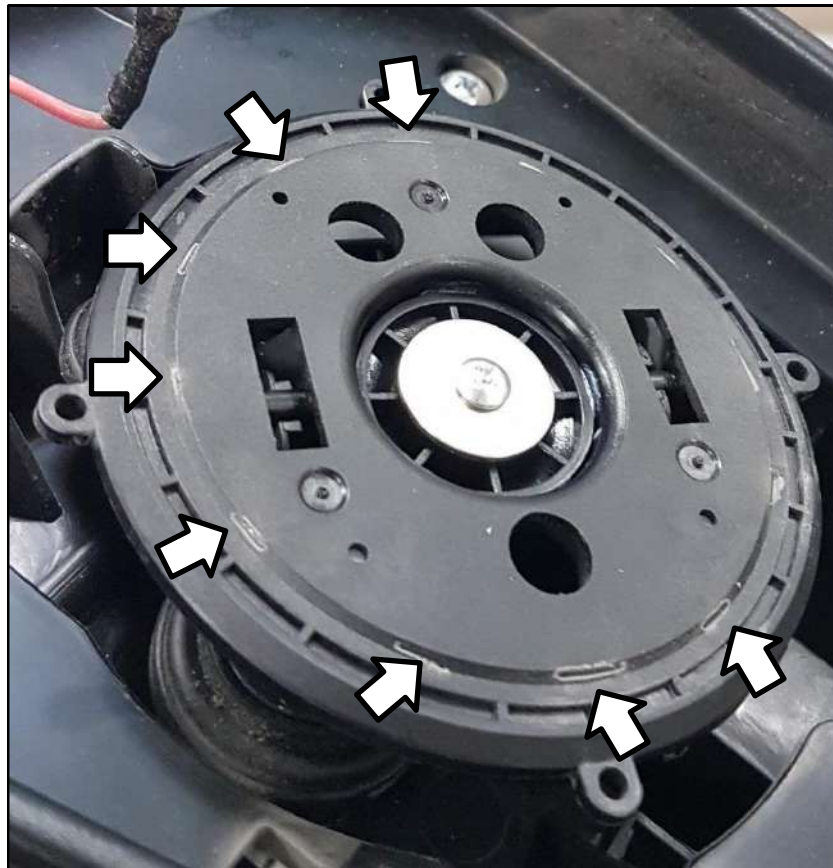


Рисунок 19 – Моторредуктор дзеркального елемента

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6.ВИКЛЮЧЕННЯ ВПЛИВУ ОСНАСТКИ НА ВІБРОСТІЙКІСТЬ ЗОВНІШНЬОГО ДЗЕРКАЛА

У цьому досвіді підтверджується, що оснастка, виготовлена з фрагмента дверей автомобіля, не видає резонансних частот в діапазоні від 10 Гц до 40 Гц при прискоренні 1g, але для частоти експерименту вимірювання були проведені до 100 Гц.

Для проведення досвіду була взята оснастка для випробування вібростійкості дзеркал, доданий в оснастку наскрізний отвір для фіксації внутрішньої панелі оснастки наскрізною шпилькою Рисунок 20.



Рисунок 20 – Оснащення

Макет дзеркала 21. Для більш точної оцінки оснащення для вібровипробувань зовнішніх дзеркал, був виготовлений жорсткий макет дзеркала.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Макет дзеркала складається з:

- каркаса дзеркала, виготовленого із металу;
- доопрацьованого серійного кронштейна зовнішнього правого дзеркала;
- баласту, що вирівнює вагу макету дзеркала із вагою серійного зовнішнього дзеркала.



Рисунок 21 – Макет дзеркала

Було проведено оцінку вібростійкості шести варіантів стану оснащення та макета зовнішнього дзеркала:

1 Варіант. Оснащення без фіксації внутрішньої панелі та каркас макета зовнішнього дзеркала Рисунок 22;

2 Варіант. Оснащення без фіксації внутрішньої панелі, каркас макета зовнішнього дзеркала та кронштейн дзеркала Рисунок 23;

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 22



Рисунок 23

3 Варіант. Оснащення без фіксації внутрішньої панелі, макет зовнішнього дзеркала в зборі з баластом. Баласт зміщений впритул до кронштейна Рисунок 24;

4 Варіант. Оснащення без фіксації внутрішньої панелі, макет зовнішнього дзеркала в зборі з баластом. Баласт зміщений впритул до дзеркала Рисунок 25;



Рисунок 24 Рисунок 25

5 Варіант. Оснащення з фіксацією внутрішньої панелі та каркас макета зовнішнього дзеркала Рисунок 26;

6 Варіант. Оснащення з фіксацією внутрішньої панелі, каркас макета зовнішнього дзеркала та кронштейн дзеркала Рисунок 27;

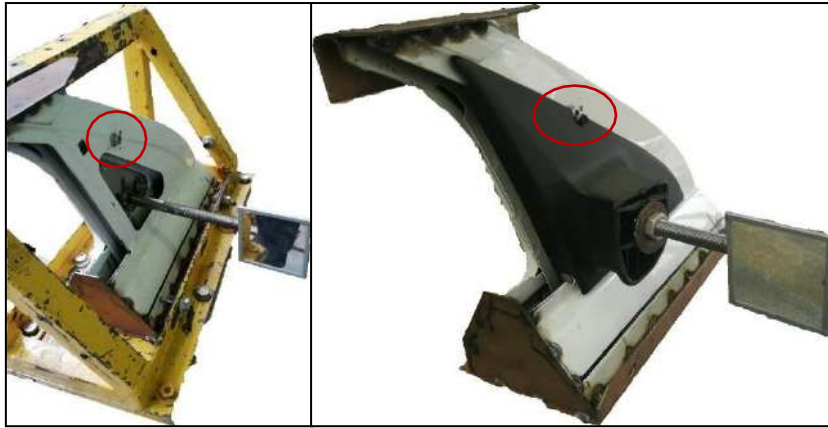


Рисунок 26

Рисунок 27

З проведених випробувань отримуємо що:

- власна частота оснащення для випробування зовнішніх дзеркал на вібростійкість із закріпленим на ньому жорстким макетом зовнішнього дзеркала не менше ніж 70 Гц.
- власна частота оснастки для випробування зовнішніх дзеркал на вібростійкість із закріпленим на ньому жорстким макетом зовнішнього дзеркала та зафіксованими внутрішніми панелями оснастки не менше 75Гц.
- оснастка для випробування зовнішніх дзеркал на вібростійкість у всіх варіантах комплектації, не впливає на вібростійкість зовнішніх дзеркал - так як діапазон частот, що перевіряється (від 10 до 40 Гц) за методикою І 35210.37.101.0005-2014, нижче власної частоти.

У зв'язку з отриманими результатами ми виявляємо дзеркало як слабкий елемент схильний до резонансу в не допустимих для нас частотах. Далі будуть наведені варіанти доопрацювання самого дзеркала.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

## 7. ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ БІЧНОГО ДЗЕРКАЛА

### 7.1. Теоретичне виявлення дефекту дзеркала

При пошуку джерела дефекту оцінили вплив різних конструктивних елементів дзеркала на вібростійкість.

Послідовно перевірялися всі рухомі та не рухливі з'єднання деталей зовнішнього дзеркала.

Поворотний вузол дзеркала заднього виду, що містить стійку та кронштейн, стійка має дві горизонтальні полиці, між якими розміщений кронштейн з можливістю повороту відносно вертикально розташованої осі, встановленої в отворах полиць стійки, кронштейна та повзунів, повзуни встановлені в отвір кронштейна з можливістю переміщення зафіксовані в кронштейні від обертання щодо нього, причому один з повзунів притиснутий бічними поверхнями своїх радіально розташованих навколо осі торцевих виступів до пов'язаних з ними бокових поверхонь виступів.

В результаті було визначено два основні джерела дефекту - це шарнір травмобезпеки дзеркала (рідкісний випадок) Рисунок 28 і шарнір дзеркального елемента (основне джерело дефекту) Рисунок 29.

Шарнір травмобезпеки дзеркала необхідний оскільки за законодавством РФ у пункті: 3.7. Вимоги до травмобезпеки зовнішніх виступів транспортних засобів категорії М1 і N прописано, що в зоні зовнішньої поверхні кузова, розташованої між лінією підлоги та висотою 2м від дорожньої поверхні, не повинно бути елементів конструкції, які могли б захопити (зачепити) або збільшували б ризик або ступінь тяжкості травмування. будь-якої особи, яка може зіткнутися з транспортним засобом [5].

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Рисунок 29 – Моторедуктор дзеркального елемента  
**7.2.Практичне виявлення дефекту дзеркала**

Для практичного пошуку дефекту було взято ліве дзеркало автомобіля Рисунок 30 та доопрацьовано для проведення дослідів:

– змінено спосіб кріплення пружини дзеркала в кронштейні дзеркала, що дозволяє змінювати натяг пружини без розбирання дзеркала. Натяг пружини здійснювався - від 10 мм (серійна установка, зусилля -120 Н «слабке») до 23 мм (зусилля 257 Н «сильне»)

– облицювання корпусу замінено аналогічною за вагою масою (три шматки пластиліну по 0,031 кг кожен).

– підготовлений полегшений дзеркальний елемент масою 0,149 кг  
Рисунок 31.

– в ході випробувань із серійного дзеркального елемента була зрізана лапка дзеркального елемента 32. На полегшеному дзеркальному елементі лапка відсутня

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 30 – Бокове дзеркало з дод. Вагом



Рисунок 31 – Полегшений дзеркальний елемент

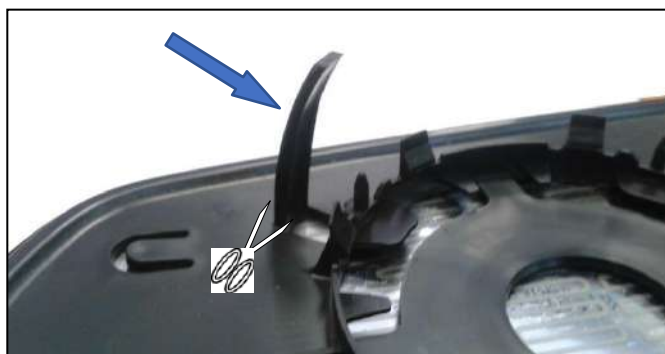


Рисунок 32 – Демпфуюча лапка дзеркального елемента

У ході аналізу отриманих результатів було виявлено таке:

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

1. Вплив натягу пружини.

– посилення пружини збільшило передачу енергії вібрації далі на корпус та моторедуктор із дзеркалом – у результаті відзначається погіршення вібростійкості.

2. Вплив маси корпусу зовнішнього дзеркала на вібростійкість не виявлено.

3. Вплив маси дзеркального елемента зовнішнього дзеркала на вібростійкість – не виявлено.

4. Вплив лапки дзеркального елемента.

– при сильній пружині вплив лапки не виявлено, можливо зусилля лапки не вистачає впоратися зі збільшеним вібронавантаженням, тому при сильній пружині лапка не працює.

– при слабшому натягу пружини зменшується вібронавантаження дзеркального елемента і відповідно лапка дзеркального елемента починає працювати.

5. Вплив жорсткості закріплення дзеркального елемента корпусі зовнішнього дзеркала.

– жорстке закріплення дзеркального елемента в корпусі дає найкращу вібростійкість незалежно від сили натягу пружини.

Аналізуючи попередні пункт можна сказати, що великий вплив на вібростійкість дзеркала загальна жорсткість і збалансованість всіх з'єднань конструкції зовнішнього дзеркала (зона кріплення дзеркала в дверях || кронштейн дзеркала || корпус дзеркала || моторедуктор із дзеркальним елементом). Для даного дзеркала незбалансованою частиною є з'єднання «корпус дзеркала || моторедуктор із дзеркальним елементом» у якому лапка дзеркального елемента не справляється зі своїм завданням.

**7.2.1. Досліди із рамкою дзеркального елемента**

Для проведення досвіду були замовлені рамки дзеркальних елементів із

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різних видів пластику:

- рамки з матеріалу «Армлен ППСК 15-3» (серійно застосований матеріал), праві та ліві у 5/5;
- рамки з матеріалу «Комполен ПП-ТН-20», праві та ліві у 5/5;
- рамки з матеріалу «Комполен ПП-ТН-30», праві та ліві у 5/5;
- рамки з матеріалу «ABS 2020-31», праві та ліві у 5/5;
- рамка з матеріалу «Комполен ПП-ТН-20», права з доробкою лапки, додана лялька Рисунок 33;
- рамка з матеріалу «ABS 2020-31», права з доробкою лапки, додана кулькування Рисунок 33;
- рамка з матеріалу «Армлен ППСК 15-3», права з доробкою лапки, додана лялька Рисунок 33.

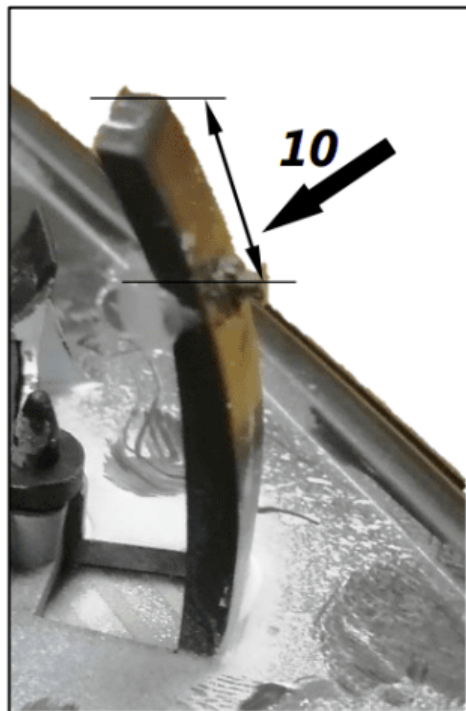


Рисунок 33 – Допрацьована лапка, що демпфує.

Рамки дзеркальних елементів по черзі встановлювалися в корпус одного і того ж правого або лівого дзеркала зовнішнього.

Оцінка вібростійкості зовнішніх дзеркал проводилася без попередніх випробувань.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усереднені результати випробувань представлені у таблиці 9.  
Повний протокол випробувань подано у таблиці 11.

Таблиця 9 – Середній результат дослідів

Матеріал рамки	Комполен ПП-ТН-20	Комполен ПП-ТН-30	ABS 2020-31	Армлен ППСК 15-3
	досвідчений	досвідчений	досвідчений	серійний
Середній розмір плями	52,1 мм	54,3 мм	57,8 мм	79,6 мм

Результати випробувань рамок з доданою лялькою на лапці  
представлені в таблиці 10.

Таблиця 10 - Результати з допрацьованою лапкою, що демпфує.

Матеріал рамки	Комполен ПП-ТН-20	ABS 2020-31	Армлен ППСК 15-3
Розмір плями	39 мм	29 мм	53 мм
Резонансна частота	36 Гц	32 Гц	35 Гц

З проведених випробувань отримуємо що:

-досвідчені рамки дзеркальних елементів показали кращий результат по  
вібростійкості на відміну серійних рамок таблицю 9;

-Слід зазначити, що всі дослідні рамки мають зауваження по  
монтажу/демонтажу на моторедуктор зовнішнього дзеркала.

-рамки дзеркальних елементів із матеріалу «Комполен» та «ABS»  
монтуються з підвищеним зусиллям на моторедукторі дзеркала. Немає гарантії,  
що під час монтажу не зламуються зачепи рамки дзеркального елемента;

-рамки дзеркальних елементів із матеріалу «Комполен ПП-ТН-20» та  
«ABS» демонтуються з підвищеним зусиллям, має місце часткове руйнування  
зачепів;

### 7.2.2. Досліди з додавання другої лапки

Досвідчене дзеркало зовнішнє ліве у зборі. Рисунок 34 з доопрацьованим корпусом під другу лапку рамки.



Рисунок 34 – Додавання 2 опори під лапку, що демпфує

На серійній рамці дзеркала була допрацьована лапка Рисунок 35.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60



Рисунок 35 - Доопрацьована демпфуюча лапка дзеркального елемента

У корпус дзеркала було додано додаткову опору під лапку  
Рисунок 36.



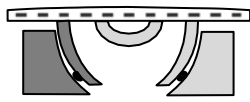

Рисунок 36 – Додана 2 опора під лапку, що демпфує.

На серійну рамку була додана друга лапка додаткового демпфування Рисунок 37.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Таблиця 12 – Досліди з доопрацюванням рамки та корпусу дзеркала

Стан дзеркального елемента та схеми змін	Розмір плями мм	Частота резонансу Гц
серійний дзеркальний елемент 	50	33,5
дзеркальний елемент з допрацьованою лапкою 	5 5	34, 0
дзеркальний елемент із двома лапками 	58	33,5
дзеркальний елемент з двома лапками та з ляльками 	42	35,0
дзеркальний елемент з однією лапкою з лялькою 	53	35,0

Аналіз причин, що впливають на вібростійкість зовнішніх дзеркал автомобіля, показує, що лапка на рамки дзеркального елемента працює некоректно прилягання до корпусу дзеркала, не демпфує коливання, що приходять на дзеркальний елемент.

Наявність ляльки на лапці рамки дзеркального елемента забезпечує контакт лапки та її працездатність щодо зменшення вібрації.

Наявність другої лапки (з лялькою) покращує вібростійкість зовнішнього дзеркала.

## Висновки

У ході виконання дипломної роботи було виявлено проблему вібрацій бічних дзеркал автомобіля, проведено оцінку вібростійкості та віброміцності бічних дзеркал, а також відпрацьовано варіанти вирішення проблеми з вібраціями.

У цій роботі пояснюються взаємозв'язки між причинами та наслідками вібрації дзеркала бічного вигляду за допомогою експериментального методу та обчислювальної гідродинаміки. Власні частоти та вібрації дзеркала вимірювалися на гідроциліндрі за однакових умов.

Власні частоти дзеркала були виміряні за допомогою того ж гідроциліндра. При вимірюванні вібрації датчик вібрації, встановлений на майданчику циліндра, вимірював прискорення в напрямку X діапазоні від 0 до 40 Гц з кроком кожні 1 Гц. В результаті було виявлено, що частоти вібрації дзеркала повністю збігаються з первинними власними частотами.

У ході дипломної роботи було проведено дослід з виявленням проблем та наведено варіанти про вдосконалення дзеркал для зміщення резонансної частоти в зону за 40 Гц та зменшення плями розмиття при частотах до 40 Гц.

За результатами проведених робіт виявлено, що дослід з доданою другою лапкою позитивно впливають на резонансну частоту дзеркал.

Дані дослід були надані до відділу для внесення змін до конструкції дзеркал. Наразі проводяться розрахунки витрат на зміни прес форми для подальшого виготовлення вже удосконалених дзеркал.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Список використаних джерел

1. Nelson PA Active Control of Sound/SJ Elliot. Academic press. London. 1992. - 436с.
2. Ogawa, S. , Kawate, T. , Takeda, J. and Omori, I. (2016) Side-View Mirror Vibrations Induced Aerodynamically при Separating Vortices. Open Journal of Fluid Dynamics, 6, 42-56. doi:[10.4236/ojfd.2016.61004](https://doi.org/10.4236/ojfd.2016.61004).
3. RD Ripple Fixing Vexing Vibrations // Engine Service. 2018. №1 URL: <https://www.motor.com/magazine-summary/?issue-year=2018&issue-month=03>(Дата звернення: 15.12.2020).
4. Simon H., Веб-конце Розробка моделей з Surround-View Cameras and Route Planners / H. Simon, D. Dengxin, Luc Van Gool // Pal Multimedia Tools and Applications – 2018. – Vol. 92 № 3. P. 4115-4138.
5. Сажко, В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів : підручник/ В.А.Сажко;рец.:В.В.Рудзінський, С.К.Полянський,А.З.Філіпов.– К. : Каравела,2008.–400с.:іл.
6. Лудченко, О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління : підручник / О. А. Лудченко.–К. : Знання-Прес, 2004.–478с.:іл.
7. Бабіч, Б. С., Лущик В. В. Технічне обслуговування й ремонт металевих кузовів автомобілів: підручник/Б.С. Бабіч,В.В.Лущик.–К. :Либідь,2001.–460с.:іл.
8. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посібник / С. І. Андрусенко, В. О. Білецький, П. І. Бортницький та ін. ; рец.: О. М. Коробочка, В. В. Рудзінський,В.В.Березняцький.–К. : Каравела, 2009.– 368с.–(Українська книга)
9. Автомобілі.Тягово-швидкіснівластивості та паливна економічність : навч. посібник/В.П.Сахно,Г.Б.Безбородова, М.М.Маяк, С.М.Шарай.–К. : КВІЦ, 2004.–174с.:іл.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Automobiles : навч. посібник з англійської мови/Н. І.Марченко,Н.О. Курносова, О. В. Забашта та ін.Житомир:ЖДТУ,2005.–256с.
11. Довідник водія. Добірка законодавчих актів для власників транспортних засобів/упорядкув. Є. К. Пашутинського.–К. : КНТ, 2005.–408с.
12. Мельничук,С.В. Гідравлічні системи автомобіля : навч. посібник.–Житомир : ЖДТУ,2004.–294с.:іл.
13. Дерех, З. Д., Душник В. Ф. Підручник водія. Основи керування автомобілем / З. Д. Дерех, В. Ф. Душник. –К. : Арій, 2008. –144 с. : іл.
14. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навч. посібник / Є.Ю. Форнальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мاستикаш,Р.А.Пельо.–Львів:Афіша, 2004.–492с.
15. Полянський, С. К., Коваленко, В. М. Експлуатаційні матеріали: підручник/С.К. Полянський,В.М.Коваленко.–К.:Либідь, 2003.-448с.
16. Окоча, А. І., Білоконь, Я.Ю. Паливномастильні та інші експлуатаційні матеріали : підручник/А. І.Окоча,Я. Ю. Білоконь.–К. : Центр дух. культ., 2004.–448с.
17. Кисликов,В.Ф.,Лущик,В.В.Будова й експлуатація автомобілів : підручник.–5-те вид.–К. :Либідь, 2005.–400с.:іл.

					ДРБАТ.24.20204.000. ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		