

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій,
мехатроніки і робототехніки
Кафедра механічної інженерії та автомобільного транспорту**

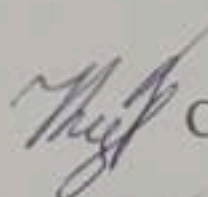
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
освітнього ступеня магістр

Галузь знань 27 - «Транспорт»
Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

на тему: «Підвищення безпеки керування автомобілем шляхом покращення
оглядовості з місця водія»

Виконав: студент групи ААГ - 22м

 Сергій КОНДРАТЮК

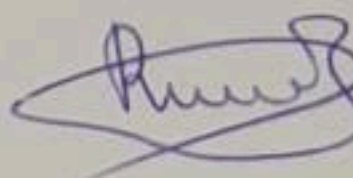
Керівник

 Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

Завідувач кафедри

 / Олександр МЕЛЬНИК

Рецензент

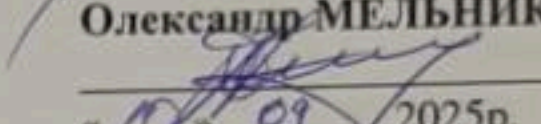
 Дмитро Рубак

Житомир - 2025 р.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

Факультет: комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра: механічної інженерії та автомобільного транспорту
Освітній ступінь: «магістр»
Галузь знань: 27 «Транспорт»
Спеціальність: 274 - Автомобільний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МІ та АТ
Олександр МЕЛЬНИК

« 12 » 09 2025р.

ЗАВДАННЯ

до магістерської роботи освітнього ступеня магістр

Кондратюка Сергія Вадимовича

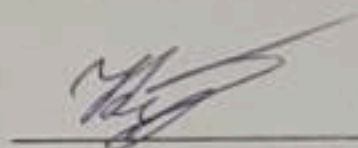
- 1.Тема роботи:** «Підвищення безпеки керування автомобілем шляхом покращення оглядовості з місця водія» затверджена наказом вищого навчального закладу від «6» жовтня 2025р. №569-с
- Керівник роботи:** к.т.н., доц. Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ
- 2. Строк подання студентом завершеної роботи:** 12.12.2025 р.
- 3. Вихідні дані до роботи:** довідникова література, наукові розробки та публікації, державні стандарти.
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):** вступ, стан питання, щодо вдосконалення конструкції дзеркал заднього виду легкового автомобіля, випробування дзеркал заднього виду, аналіз та пошук рішення, щодо оптимізації конструкції дзеркал заднього виду легкового автомобіля, оцінка оглядовості дзеркала базової конструкції, аналіз оглядовості дзеркала удосконаленої конструкції, список використаних джерел.
- 5. Пояснювально - роздавальний матеріал (презентація) - 24 слайди.**

Дата видачі завдання « 10 » вересня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	РОЗДІЛ 1. Стан питання, щодо вдосконалення конструкції дзеркал заднього виду легкового автомобіля	25.09.2025	виконано
2.	РОЗДІЛ 2. Випробування дзеркал заднього виду	08.10.2025	виконано
3.	РОЗДІЛ 3. Аналіз та пошук рішення, щодо оптимізації конструкції дзеркал заднього виду легкового автомобіля	30.10.2025	виконано
4.	РОЗДІЛ 4. Оцінка оглядовості дзеркала базової конструкції	16.11.2025	виконано
5.	РОЗДІЛ 5. Аналіз оглядовості дзеркала удосконаленої конструкції	30.11.2025	виконано
6.	Оформлення роботи	05.12.2025	виконано
7.	Рецензування	12.12.2025	виконано
8.	Захист роботи	14.12.2025	виконано

Студент



Сергій КОНДРАТЮК

Керівник роботи



Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна магістерська робота на тему: «Підвищення безпеки керування автомобілем шляхом покращення оглядовості з місця водія» виконана студентом групи ААГ-22м, факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки державного університету «Житомирська політехніка» Кондратюком Сергієм Вадимовичем, керівник к.т.н. Шумляківський В.П.

Робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаної літератури.

У процесі виконання роботи був проведений аналіз конструктивних особливостей дзеркальних елементів та існуючих систем виявлення сліпих зон. Виявлено, що використання індикаторів датчиків сліпих зон, інтегрованих безпосередньо у дзеркальний елемент, може займати до 15% його корисної поверхні, що знижує оглядовість та ускладнює їх помітність в умовах сонячних відблисків або світла фар.

Оцінка оглядовості базової конструкції дзеркала показала неприпустимі показники: середній відсоток покриття інструктивним полем склав 32,145% , що значно перевищує допустимий рівень у 10% і ставить заборону на омологацію такого дзеркала. Для усунення цього недоліку була запропонована та проаналізована удосконалена конструкція, яка передбачає перенесення індикатора сліпих зон за дзеркальний елемент у внутрішню частину корпусу. Результати перевірки нової конструкції засвідчили, що середній відсоток покриття був знижений до 0%, що повністю відповідає вимогам і підтверджує ефективність запропонованої оптимізації для забезпечення максимальної оглядовості та підвищення безпеки.

Ключові слова: *оглядовість автомобіля, дзеркала заднього виду, сліпа зона, система контролю сліпих зон, оптимізація конструкції.*

ABSTRACT

Master's thesis on the topic: " Increasing driving safety by improving visibility from the driver's seat", performed by a student of the AAG-22m group, the Faculty of Computer-Integrated Technologies, Mechatronics and Robotics of the Zhytomyr Polytechnic State University, Kondratyuk Serhiy Vadymovich, supervised by Ph.D. Shumlyakivskyi V.P.

The work consists of an introduction, five chapters, conclusions, and a list of references.

In the process of performing the work, an analysis of the design features of mirror elements and existing blind spot detection systems was conducted. It was found that the use of blind spot sensor indicators integrated directly into the mirror element can occupy up to 15% of its useful surface, which reduces visibility and makes it difficult to see them in conditions of sun glare or headlight light.

The assessment of the visibility of the basic mirror design showed unacceptable indicators: the average percentage of coverage by the instructional field was 32.145%, which significantly exceeds the permissible level of 10% and prohibits the homologation of such a mirror. To eliminate this drawback, an improved design was proposed and analyzed, which involves moving the blind spot indicator behind the mirror element to the inside of the housing. The results of testing the new design showed that the average percentage of coverage was reduced to 0%, which fully meets the requirements and confirms the effectiveness of the proposed optimization to ensure maximum visibility and increase safety.

Key words: *vehicle visibility, rearview mirrors, blind spot, blind spot monitoring system, design optimization.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. Стан питання, щодо вдосконалення конструкції дзеркал заднього виду легкового автомобіля.....	10
1.1 Конструктивні особливості дзеркал заднього виду.....	10
1.2 Конструктивні елементи дзеркал заднього вид.....	11
1.3 Вимоги до дзеркал заднього виду.....	13
Висновки до розділу.....	16
РОЗДІЛ 2. Випробування дзеркал заднього виду.....	17
2.1 Випробування дзеркал заднього виду для визначення відбивної здатності.....	17
2.2 Процедура проведення випробування дзеркал для визначення відбивної здатності.....	20
2.3 Процедура визначення радіусу кривизни поверхні дзеркала.....	22
2.4 Випробування для визначення центру обертання та фактичного кута нахилу тулуба водія або пасажир, що сидить в автомобілі.....	23
2.5 Вимоги до випробувань датчиків сліпих зон.....	29
Висновки до розділу.....	32
РОЗДІЛ 3. Аналіз та пошук рішення, щодо оптимізації конструкції дзеркал заднього виду легкового автомобіля.....	33
3.1 Аналіз існуючих конструкцій бічних дзеркал заднього виду.....	33
3.2 Принцип роботи системи виявлення сліпих зон	38
3.3. Огляд можливостей модуля CAVA для SOLIDWORKS	45
Висновки до розділу.....	48
РОЗДІЛ 4. Оцінка оглядовості дзеркала базової конструкції	49
Висновки до розділу.....	69
РОЗДІЛ 5. Аналіз оглядовості дзеркала удосконаленої конструкції.....	70
Висновки до розділу.....	75
ВИСНОВКИ.....	76
Список використаних джерел.....	77

ВСТУП

Автомобільні дзеркала заднього виду є ключовим елементом, що забезпечує водієві життєво необхідну візуальну інформацію для безпечної експлуатації транспортного засобу. З огляду на зростання світового автопарку, безпека дорожнього руху залишається пріоритетним, гостро актуальним питанням, оскільки дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) є однією з провідних причин смертності, що вимагає постійного вдосконалення пасивних та активних систем безпеки автомобілів.

Масштаб проблеми підтверджується невтішною статистикою в Україні, де протягом 2024 року було зафіксовано понад 25 тисяч автомобільних аварій, які призвели до загибелі 3,2 тисячі та травмування близько 32 тисяч громадян[1]. Така висока аварійність, значна частина якої пов'язана з маневруванням, демонструє критичну, національного рівня потребу в негайному пошуку та впровадженні інноваційних рішень, спрямованих на підвищення оглядовості та, як наслідок, зниження травматизму.

Основною технічною перешкодою, що ставить під загрозу безпечне маневрування, є так звана «мертва зона» або «сліпа зона» бічних дзеркал. Ця зона, розташована у сусідньому ряду трохи позаду автомобіля, є повністю невидимою для водія у дзеркалах заднього виду, і транспортний засіб, що рухається у ній, може бути «втрачений» з поля зору. Спроба водія розпочати перебудову без усвідомлення присутності іншого авто у цій невидимій області є прямою та частою причиною зіткнень.

Попри використання сучасних дзеркальних елементів, таких як сферичні та асферичні дзеркала, що мають розширену зону огляду, вони все одно не можуть повною мірою вирішити проблему, оскільки залишкові «сліпі зони»[2] зберігаються. Це підкреслює фундаментальну недосконалість базових конструкцій і доводить необхідність технологічної компенсації для досягнення прийняттого рівня безпеки.

Існуючі технологічні системи виявлення сліпих зон VOLVO – BLIS (Blind Spot Information System)[3] та компанії Buick - Side Blind zone alert[4] мають

значні експлуатаційні обмеження. Наприклад, системи, що використовують відеокамери, не можуть ефективно виконувати свою функцію за умов поганої видимості – під час сильного туману, снігопаду чи дощу. Тоді як альтернативні радарні системи, вбудовані у дзеркальний елемент, часто використовують великі світлодіодні індикатори (до 15% площі поверхні), що само по собі є компромісом безпеки[5], оскільки зменшує корисну площу огляду, яка є критично важливою для водія.

Таким чином, наявність високої аварійності, технічна нерозв'язаність проблеми «сліпої зони», обмеженість існуючих електронних систем та, найголовніше, критичне регуляторне порушення у базовій конструкції дзеркал заднього виду, що унеможлиблює їхнє легальне використання, все це формує гостру актуальність дослідження. Необхідним є пошук інноваційного інженерного рішення для оптимізації конструкції дзеркала, яке б забезпечило максимальну оглядовість і, водночас, дозволило інтегрувати системи безпеки без порушення технічних вимог та компромісу для водія.

Метою роботи є підвищення безпеки керування автомобілем шляхом оптимізації конструкції дзеркал заднього виду для покращення оглядовості з місця водія.

Для досягнення поставленої мети у роботі поставлені такі задачі:

- проаналізувати існуючі типи дзеркальних елементів з метою виявлення їхніх конструктивних обмежень, щодо забезпечення повної оглядовості та безпеки маневрування;
- провести аналіз технічних вимог до дзеркал заднього виду та проаналізувати вимоги до датчиків сліпих зон. Виявити недоліки існуючих конструкцій систем виявлення сліпих зон;
- визначити обмеження та недоліки існуючих технологічних систем виявлення сліпих зон;
- виявити невідповідність базової конструкції дзеркала заднього виду чинним технічним та регуляторним вимогам;

- запропонувати варіант оптимізації конструкції дзеркала заднього виду, який передбачає перенесення індикатора датчика сліпих зон безпосередньо за дзеркальний елемент, з метою максимального звільнення корисної площі огляду;
- провести верифікацію та розрахункову перевірку оглядовості вдосконаленої конструкції дзеркала, щоб підтвердити її повну відповідність технічним вимогам та значне підвищення експлуатаційних характеристик автомобіля.

Об'єкт дослідження - оглядовість з місця водія легкового автомобіля.

Предмет дослідження - конструктивні та експлуатаційні параметри дзеркала заднього виду.

Практична цінність дослідження полягає в наступному:

1. Підвищення безпеки дорожнього руху. Запропонована оптимізація конструкції дзеркала шляхом перенесення індикатора датчика сліпих зон дозволяє звільнити критично важливу площу огляду та мінімізувати «сліпу зону». Це суттєво знижує ризик виникнення ДТП під час маневрування та перестроювання, безпосередньо впливаючи на зниження травматизму та смертності на дорогах.
2. Вдосконалення експлуатаційних характеристик. Результати роботи можуть бути використані автомобільними виробниками та інженерними центрами для модернізації існуючих систем бічних дзеркал, підвищуючи загальні експлуатаційні властивості автомобіля та якість візуальної інформації, яку отримує водій.
3. Економічний ефект. Зменшення кількості ДТП, спричинених недостатньою оглядовістю, потенційно веде до зниження економічних втрат (витрат на ремонт, страхування, медичні послуги), що має позитивний соціально-економічний ефект.

РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДЗЕРКАЛ ЗАДНЬОГО ВИДУ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

1.1. Конструктивні особливості дзеркал заднього виду

Розвиток світової автомобільної промисловості не стоїть на місці – споживачам надано широкий вибір марок автомобілів, здатних задовольнити їхні потреби. Одним із головних факторів для автомобіля є безпека його експлуатації. Дзеркало заднього виду легкового автомобіля є одним із значущих виробів, які забезпечують надання водію візуальної інформації про обстановку за автомобілем, забезпечуючи тим самим безпеку руху.

Виходячи з призначення дзеркального пристрою можна визначити, що дзеркала заднього виду виконують в автомобілі кілька функцій. Однією з таких функцій є функція забезпечення безпеки та зручності маневрування. Так, це актуально у моменти безпосереднього початку руху заднім ходом. При відкритті дверей автомобіля, на проїжджій частині або при зупинці використання такого дзеркал заднього виду є абсолютною необхідністю. Крім того, дзеркала заднього виду дозволяють автомобілісту контролювати дорожню ситуацію під час безпосереднього руху або перебудови транспортного засобу: під час руху вперед, об'їзду перешкод, обгону.

Зовнішні дзеркала заднього виду (інша назва – бічні дзеркала заднього виду) розташовані з правої та лівої сторін автомобіля. Вони розширюють поле зору внутрішнього дзеркала заднього виду. Але сліпа зона присутня і в зовнішніх дзеркалах, що необхідно постійно враховувати при перебудові автомобіля. Система допомоги робить сліпу зону бічних дзеркал видимою.

Оптичний елемент лівого та правого бічних дзеркал заднього виду розрізняються: праве дзеркало має пряму поверхню; ліве, як правило, асферичну (має змінний радіус кривизни та збільшену зону огляду). Користуючись лівим дзеркалом заднього виду, необхідно пам'ятати, що реальні

об'єкти знаходяться ближче, ніж здаються в дзеркалі. Асферичне дзеркало можна відрізнити по вертикальній штриховій лінії, яка розділяє пряму поверхню від закругленої.

Також одним із найпоширеніших видів автомобільних дзеркал заднього виду є сферичне бічне дзеркало - зовнішнє дзеркало заднього виду, обладнане опуклим сферичним оптичним елементом.

Сферичне дзеркало завдяки опуклій формі охоплює ширшу область простору, ніж звичайні плоскі дзеркала, тому при однаковій площі воно забезпечує розширення зони видимості ззаду та з боків транспортного засобу.

Для захисту зовнішніх дзеркал заднього виду від снігу, вологи та льоду широко застосовується система електричного обігріву. Для обігріву застосовуються різні види нагрівальних елементів: дротяні, плівкові, друкарські провідники. Нагрівальний елемент розташований безпосередньо за оптичним елементом.

1.2. Конструктивні елементи дзеркал заднього виду

Більшість зовнішніх дзеркал заднього виду мають 4 основні характерні елементи:

- корпус дзеркала - може бути округлим, прямокутним або овальною формою;
- дзеркальний елемент, покритий спеціальним шаром ударостійкого скла;
- пристрої, призначені для зручного виконання регулювання потрібного кута;
- механізми кріплення, що забезпечують надійну фіксацію.

На рис. 1.1 представлено загальний вигляд дзеркала заднього виду.

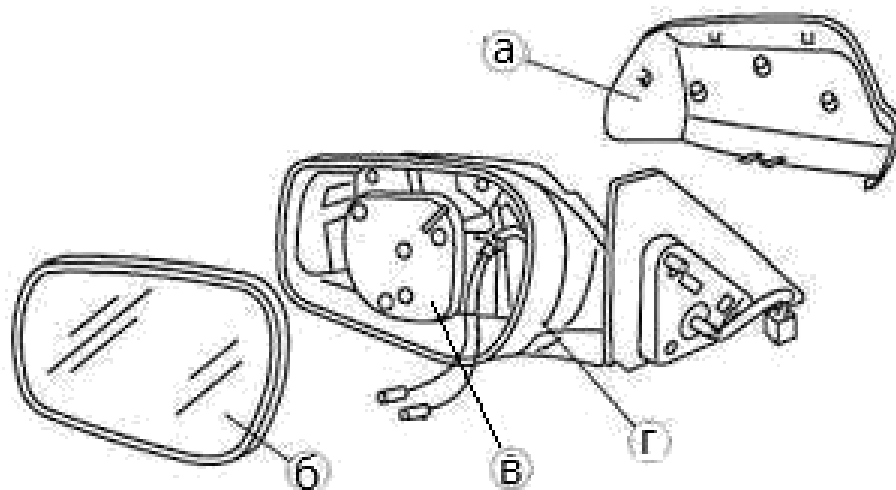


Рис. 1.1 - Дзеркало заднього виду

Положення зовнішніх дзеркал заднього виду регулюється за допомогою спеціального механізму. Найпростіший – шарнірний механізм регулювання – у зовнішніх дзеркалах заднього виду використовувався у минулому столітті. Регулювання положення дзеркала проводиться зовні автомобіля, що дуже незручно.

Більш досконалими рішеннями є важільний (кульовий шарнір із штовхачем) та тросовий механізми. Регулювання положення дзеркал здійснюється із салону автомобіля, але праве дзеркало регулювати все одно дуже незручно. Дані механізми регулювання використовуються у бюджетних автомобілях.

Електричний привід забезпечує дистанційне регулювання положення зовнішніх дзеркал заднього виду, а значить зручність та комфорт керування. Привід на кожне дзеркало включає два електродвигуни та механічну передачу. Один електродвигун відповідає і вертикальне переміщення дзеркала, і горизонтальне. Управління здійснюється із салону автомобіля за допомогою перемикача. Додатковий електродвигун використовується для складання дзеркала заднього виду.

Значно розширює можливості зовнішніх дзеркал заднього приводу із електричним приводом електронна система управління. Система надає допомогу водієві при паркуванні та маневруванні. При включенні задньої передачі бічні дзеркала трохи опускаються і повертаються у бік автомобіля, скорочуючи до мінімуму сліпу зону. При включенні сигналу повороту одне з дзеркал (з боку повороту) повертається від автомобіля, зменшуючи сліпу зону при маневрі. Автоматично проводиться і складання зовнішніх дзеркал під час встановлення автомобіля на охорону.

Система контролю сліпих зон (також її називають: система мертвих зон, система допомоги при перебудові, допомога при перебудові, Blind Spot Detect, Control System, Blind Spot Detection, Warning System і т. д.) [6] допомагає водію здійснювати безпечне маневрування, сповіщаючи про наявність іншого транспортного засобу в невидимих для нього.

1.3. Вимоги до дзеркал заднього виду

Усі дзеркала заднього виду мають бути регульованими [6].

Контур відбиваючої поверхні, повинен бути оточений захисним корпусом (кожухом і т. д.), який за своїм периметром у будь-якій точці і в усіх напрямках повинен мати значення більше або дорівнює 2,5 мм.

Якщо дзеркало заднього виду встановлено на рівну поверхню, всі його частини при будь-якому регулюванні пристрою, а також усі частини, що залишаються прикріпленими до захисного корпусу, після проведення випробування повинні мати радіус не менше 2,5 мм.

Пристрій кріплення на транспортному засобі повинен бути сконструйований таким чином, щоб циліндр радіусом 50 мм, що має як осі вісь або одну з осей повороту або обертання, що забезпечує відхилення дзеркала заднього виду в напрямку удару, принаймні частково проходив через поверхню, на якій воно кріпиться.

Положення, що стосуються кронштейнів, не поширюються на частини внутрішніх дзеркал заднього виду, які виготовлені з матеріалу, твердість якого за Шором А становить менше 50 одиниць, та встановлені на жорстких кронштейнах [7].

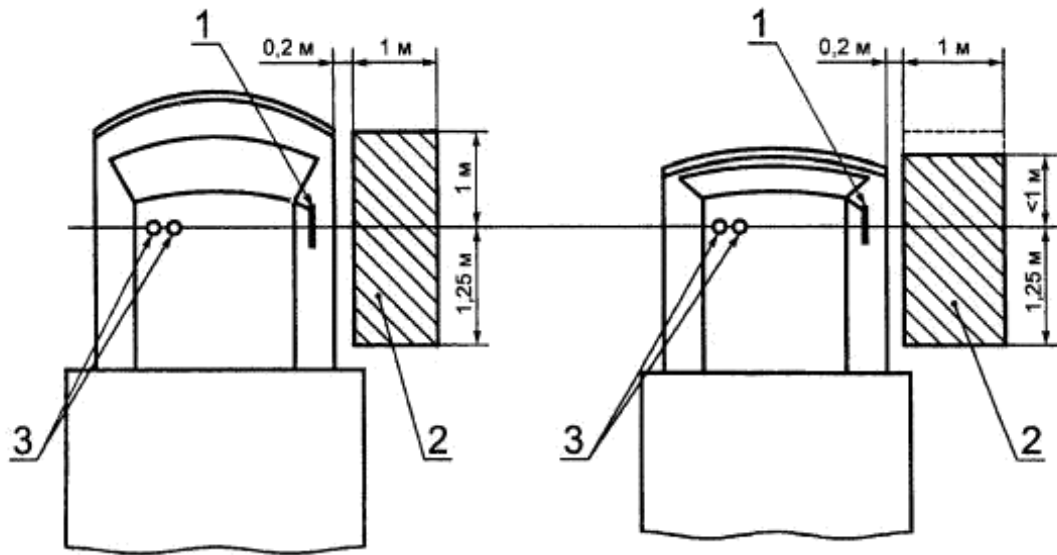
Зовнішнє дзеркало «бічного огляду» (клас ІІІ).

Поле огляду повинно бути таким, щоб водій міг бачити збоку транспортного засобу частину рівної горизонтальної дороги, обмежену наступними вертикальними площинами (рис. 1.2):

- площиною, паралельною вертикальній поздовжній середній площині транспортного засобу і проходить через точку, що знаходиться на відстані 0,2 м від правої (для транспортних засобів, що рухаються праворуч) або від лівої (для транспортних засобів, що рухаються ліворуч) крайньої точки габаритної ширини кабіни транспортного;

- ззаду площиною, паралельною вертикальній площині, що проходить через окулярні точки водія та розташованої на відстані 1,25 м ззаду від неї;

- спереду площиною, паралельною вертикальній площині, що проходить через окулярні точки водія і розташованої на відстані 1 м спереду від неї. У разі коли вертикальна поперечна площина, що проходить через передній край бампера транспортного засобу, знаходиться на відстані не менше 1 м спереду від вертикальної площини, що проходить через окулярні точки водія, поле огляду обмежується цією площиною.



1 - дзеркало бічного огляду; 2 - поле огляду лише на рівні дороги; 3 – окулярні точки.

Рис. 1.2 - Поля огляду дзеркала заднього виду

Якщо дзеркала заднього виду складаються з декількох поверхонь, що мають різний ступінь вигину або утворюють між собою кут, то необхідно, щоб принаймні одна поверхня, забезпечувала таке поле огляду і мала такі розміри, які приписуються для того класу, до якого відносяться дані дзеркала.

Висновки до розділу:

- проаналізовано типи дзеркальних елементів (плоскі, сферичні та асферичні) та визначено їх як основні варіанти;
- встановлено, що попри широке використання сферичного та асферичного варіантів, вони не повною мірою забезпечують безпеку маневрування автомобіля через недостатню оглядовість;
- визначено, що для вирішення проблеми недостатньої оглядовості застосовується система виявлення сліпих зон;
- вибрано об'єкт дослідження — оглядовість з місця водія легкового автомобіля через дзеркало заднього виду класу (ІІІ) — згідно з технічними вимогами та наведено вимоги до його конструкції та поля огляду.

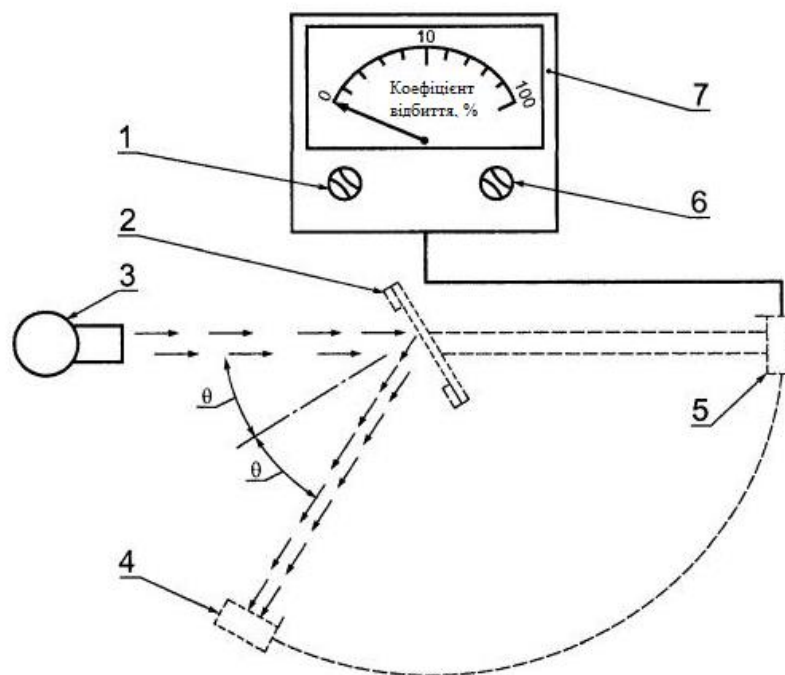
РОЗДІЛ 2. ВИПРОБУВАННЯ ДЗЕРКАЛ ЗАДНЬОГО ВИДУ

2.1. Випробування дзеркал заднього виду для визначення відбивної здатності

Вимоги до обладнання для випробування дзеркал:

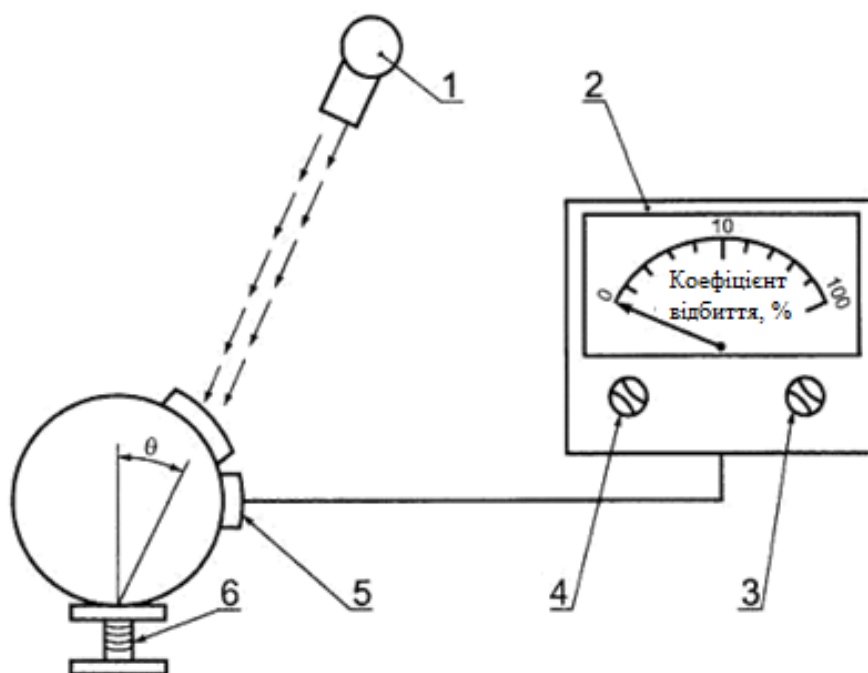
- обладнання повинне включати джерело світла, підставку для зразка, приймач з фотоелементом та індикатор (рис. 2.1), а також засоби, необхідні для усунення впливу стороннього світла [8];

- для того, щоб полегшити зміну коефіцієнта відображення непласких (опуклих) дзеркал заднього виду, приймальний пристрій повинен включати кулю Ульбріхта [9], представлену на рис. 2.2.



1 – установка на нуль; 2 – штатив для закріплення зразка; 3 - джерело світла та коліматор; 4 - приймальний пристрій з фотоелементом у положенні для вимірювання та «непрямого» градуювання; 5 - штанга приймального пристрою у положенні для прямого градуювання; 6 – регулювання градуювання; 7 - регульований індикатор.

Рис. 2.1 - Загальна схема приладу для вимірювання відбивної здатності



1 - джерело світла та коліматор; 2 - регульований індикатор; 3 – регулювання градуювання; 4 – установка на нуль; 5 – фотоелемент; 6 - штатив для закріплення зразка

Рис. 2.2 - Загальна схема обладнання для вимірювання відбивної здатності, з використанням у приймальному пристрої кулі Ульбріхта

Спектральні характеристики джерел світла та приймального пристрою:

- джерело світла має бути стандартне джерело МКС А, з'єднаний з оптичною системою, що дозволяє отримати пучок практично паралельних світлових променів [10]. Для того, щоб підтримувати постійну напругу лампи протягом усього часу функціонування обладнання, рекомендується передбачити стабілізатор напруги;

- приймальний пристрій має складатися з фотоелемента, спектральна характеристика якого пропорційна функції денного освітлення стандартного колориметричного спостерігача МКС (1931 р.). Значення спектральних координат світла стандартного колориметричного спостерігача МКС (1931) зазначені в таблиці 1. Допускається також будь-яке інше поєднання випромінювач - фільтр - приймальний пристрій, що забезпечує загальний еквівалент стандартного

випромінювача МКС і денного зору. Якщо приймальний пристрій включає кулю Ульбріхта, то внутрішня поверхня кулі повинна бути покрита шаром матової білої (розсіюючої) та невибірної фарби.

Таблиця 1

Значення спектральних координат світла стандартного колориметричного спостерігача МКС

λ	$\tilde{\chi}$	$\tilde{y}$	$\tilde{z}$
380	0,0014	0	0,0065
390	0,042	0,0001	0,0201
400	0,0143	0,0004	0,0679
410	0,0435	0,0012	0,2074
420	0,1344	0,0042	0,6456
430	0,2839	0,0116	1,3856
440	0,3483	0,023	1,7471
450	0,3362	0,038	1,7721
460	0,2928	0,06	1,6692
470	0,1954	0,091	1,2876
480	0,0956	0,139	0,813
490	0,032	0,208	0,4652
500	0,0049	0,323	0,272
510	0,0093	0,503	0,1582
520	0,0633	0,71	0,0782
530	0,1655	0,862	0,0422

Геометричні умови:

- пучок падаючих променів повинен утворювати з перпендикуляром до випробувальної поверхні кут θ , рівний переважно $0,44 \text{ рад} \pm 0,9 \text{ рад}$ або $25 \pm 5^\circ$, проте цей кут не повинен перевищувати верхньої межі допуску, тобто $0,53 \text{ рад}$ або 30° . Вісь приймального пристрою повинна утворювати кут θ , що дорівнює куту, що утворюється пучком падаючих променів з цим перпендикуляром (Рис. 3). Діаметр падаючого пучка променів на випробувальній поверхні повинен становити не менше ніж 19 мм;

- відбитий пучок не повинен бути ширшим, ніж чутлива поверхня фотоелемента, не повинен покривати менше 50 % цієї поверхні і по можливості

повинен покривати ту саму частину поверхні, що і пучок, який використовується для градування приладу;

- якщо приймальний пристрій включає кулю Ульбріхта, його мінімальний діаметр повинен становити 127 мм. Розміри отворів в стінці кулі для зразка і пучка, що падає, повинні бути достатніми для того, щоб повністю пропустити падаючі і відбиті світлові пучки. Фотоелемент повинен бути встановлений таким чином, щоб не приймати безпосередньо світло падаючого або відбитого пучка.

Електричні характеристики комплексу фотоелемент-індикатор. Потужність фотоелемента, одержувана на індикаторі, повинна бути лінійною функцією сили світла світлочутливої поверхні.

Для спрощення встановлення на нуль та регулювання градування мають бути передбачені відповідні засоби:

- електричні;
- оптичні;
- електричні та оптичні одночасно.

Ці засоби не повинні впливати на лінійність чи спектральні характеристики приладів. Точність комплексу приймальний пристрій - індикатор має бути в межах:

- Або $\pm 2\%$ повної шкали;
- Або 10% вимірюваної величини залежно від того, яка величина є меншою.

Штатив для зразка.

Механізм повинен дозволяти встановлювати зразок таким чином, щоб вісь кронштейна джерела і вісь кронштейна приймального пристрою перетиналися на рівні відбиваючої поверхні. Ця відбиваюча поверхня, може знаходитися в межах будь-якої з площин зразка дзеркала або на одній з цих площин в залежності від того, йдеться про дзеркало першої поверхні, другої поверхні або про призматичне дзеркало типу «фліп».

2.2 Процедура проведення випробування дзеркал для визначення відбивної здатності

Метод прямого градування.

При прямому градуванні вихідним еталоном є повітря. Цей метод застосовують для приладів, виготовлених таким чином, щоб можна було проводити градування всієї шкали, орієнтуючи приймальний пристрій безпосередньо на вісь джерела світла (рис. 2.1). Метод дозволяє в деяких випадках (наприклад, для вимірювання поверхні зі слабкою відбивною здатністю) встановлювати точку проміжного градування між 0% або 100% шкали. У цьому випадку оптичну траєкторію необхідно помістити фільтр нейтральної щільності з відомим коефіцієнтом пропускання і регулювати систему градування доти, поки індикатор не покаже відсоток передачі відповідної фільтру нейтральної щільності. Перед початком проведення вимірів відбивної здатності, цей фільтр необхідно зняти.

Метод непрямого градування.

Метод застосовують до приладів, у яких джерело світла і пристрій, що приймає, мають встановлену геометричну форму.

Для використання методу необхідний відповідним чином градуваний та технічно справний еталон відображення. Еталон повинен по можливості являти собою плоске дзеркало, коефіцієнт відображення якого якомога ближче до коефіцієнта відображення випробуваних зразків [11].

Вимірювання на непоганому (опуклому) дзеркалі заднього виду.

Вимірювання коефіцієнта відбиття неплоских (опуклих) дзеркал заднього виду вимагають використання приладу, в прийальному пристрої якого є куля Ульбріхта (рис. 2.2). Якщо прилад зчитування з кулі з еталонним дзеркалом, що має коефіцієнт відображення E [6], %, дає поділів, то з невідомим дзеркалом число поділок буде відповідати коефіцієнту відбиття X %, що отримується за формулою:

$$X = E \frac{n_x}{n_e} \quad (2.1)$$

де E – коефіцієнт відображення еталонного дзеркала, %;

n_x - кількість поділок вимірювального приладу для невідомого дзеркала;

n_e - кількість поділок вимірювального приладу для еталонного дзеркала.

2.3. Процедура визначення радіусу кривизни поверхні дзеркала

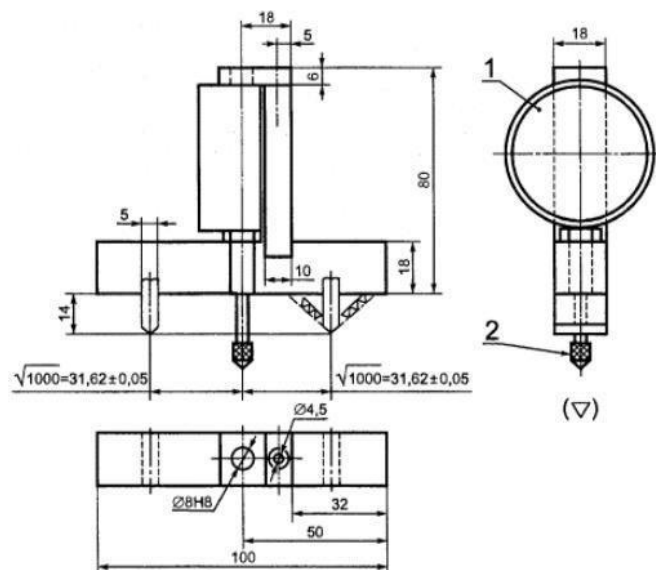
Точки виміру.

Вимірювання основних радіусів кривизни проводять у трьох точках, розташованих якомога ближче до $1/3$, $1/2$ і $2/3$ дуги відбиваючої поверхні, проходить через центр дзеркала і паралельної сегменту b , або перпендикулярної їй дуги, що проходить через центр дзеркала, якщо остання дуга довша.

Однак якщо розміри дзеркала не дозволяють зробити виміри у напрямках, технічні служби, на які покладено проведення випробувань, можуть провести виміри у цій точці у двох перпендикулярних напрямках, розташованих якомога ближче до визначених вище напрямків.

Устаткування.

Використовують прилад, який називається «сферометром», показаний на рис. 2.3.



1 – компаратор; 2 – рухлива точка.

Рис. 2.3 – Сферометр

Радіус кривизни r розраховують за такою формулою:

$$r = \frac{r_{p1} + r_{p2} + r_{p3}}{3}, \quad (2.2)$$

де r_{p1} - радіус кривизни першої точки виміру, мм;

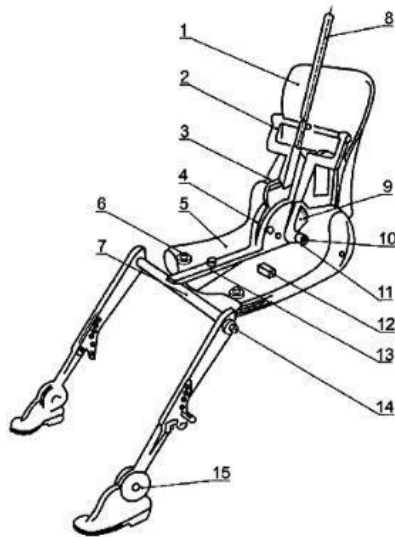
r_{p2} - радіус кривизни другої точки виміру, мм;

r_{p3} - Радіус кривизни третьої точки вимірювання, мм.

2.4. Випробування для визначення центру обертання та фактичного кута нахилу тулуба водія або пасажирів, що сидить в автомобілі

Опис об'ємного механізму визначення точки Н - центру обертання представлено нижче.

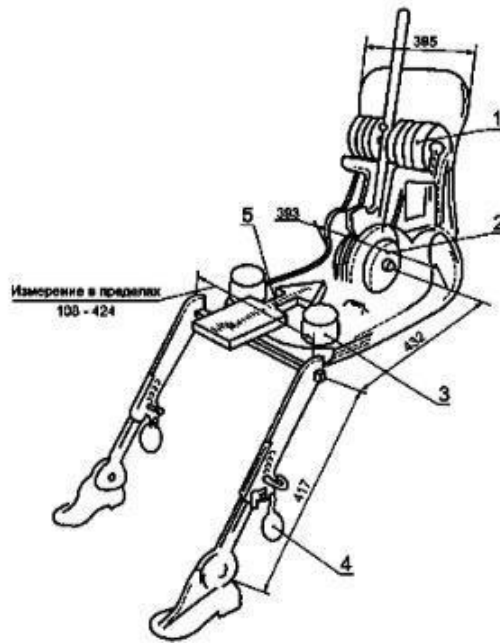
Спинка та основа, представлені на рис. 2.4, виготовлені з арматурного пластику та металу [12]. Вони моделюють тулуб і стегна людини і кріпляться один до одного механічно у точці Н. На штир, укріплений у точці Н, встановлюють круговий сектор для вимірювання фактичного кута нахилу спинки. Регульований шарнір стегна, що з'єднується з основою тулуба, визначає центральну лінію стегна і є вихідною лінією для кругового сектора нахилу стегна [13].



1 – спинка; 2 – кронштейн спинних вантажів; 3 – кут нахилу спинки; 4 – круговий сектор нахилу стегна; 5 - основа; 6 - кронштейн стегонних вантажів; 7 - Т-подібний колінний шарнір; 8 - штир; 9 – круговий сектор нахилу спинки; 10 - візирні точки Н; 11 - вісь обертання точки Н; 12 – поперечний рівень; 13 – кронштейн стегна; 14 - круговий сектор згину коліна; 15 - круговий сектор згину ступні.

Рис. 2.4 - Елементи об'ємного механізму визначення точки Н

Елементи, що моделюють ступні та гомілки, з'єднують з основою тулуба за допомогою колінного шарніра, який є поздовжнім продовженням регульованого кронштейна стегна. Для вимірювання кута згину коліна елементи гомілки та кісточки обладнані круговими секторами. Елементи, що моделюють ступні, мають градування для визначення кута нахилу ступні. Орієнтацію пристрою забезпечують за рахунок використання двох рівнів. Вантажі, які представлені на рис. 2.5, розміщені на тулубі, встановлюють у відповідних центрах тяжкості і забезпечують тиск на подушку сидіння, що дорівнює пасажиром-чоловіком вагою 76 кг [8]. Всі зчленування механізму визначення точки Н повинні бути перевірені, щоб забезпечити їх вільний рух і виключити помітне тертя.



1 - спинні вантажі; 2 - сидничні вантажі;

Рис. 2.5 - Розміри елементів та об'ємного механізму визначення точки Н та розподілу вантажів

Порядок встановлення об'ємного механізму:

- випробуваний транспортний засіб повинен бути витриманий при температурі 20 ± 10 °С на вибір підприємства-виробника, для того щоб температура матеріалу, з якого виготовлені сидіння, досягла кімнатної. Якщо випробуване сидіння ніколи не використовувалося, на нього необхідно помістити двічі протягом однієї хвилини людини або пристрій вагою від 70 до 80 кг, щоб розім'яти подушку сидіння та спинку. На прохання підприємства-виробника всі комплекти сидінь витримують у ненавантаженому стані протягом принаймні 30 хв до встановлення на них об'ємного механізму визначення точки Н;

- транспортний засіб має зайняти положення для виміру;

- якщо сидіння є регульованим, його спочатку встановлюють у крайнє заднє нормальне при керуванні або використанні положення, передбачене підприємством-виробником транспортного засобу, за рахунок лише поздовжнього регулювання сидіння, і без переміщення сидіння, передбаченого для цілей, інших, ніж нормальне керування або використання. У разі наявності інших способів регулювання сидіння (вертикального, кута нахилу спинки тощо), воно потім

повинно наводитися в положення, визначене підприємством-виробником транспортного засобу. Для відкидних сидінь жорстка фіксація сидіння у вертикальному положенні повинна відповідати нормальному положенню під час керування транспортним засобом, вказаним підприємством-виробником;

- поверхня місця для сидіння, з якою стикається об'ємний механізм визначення точки Н, покривають бавовняною тканиною достатнього розміру і відповідної текстури, що визначається як гладка бавовняна тканина, що має 18,9 ниток на 1 см і важить 0,228 кг/м;

- якщо випробування проводять на сидінні поза транспортним засобом, то підлога, на яку встановлюють сидіння, повинна мати ті ж основні характеристики, що й підлога транспортного засобу, в якому буде встановлене таке сидіння;

- поміщають основу і спинку об'ємного механізму визначення точки Н таким чином, щоб центральна площина водія або пасажирів (C/L) збігалася з центральною площиною механізму.

- прикріплюють ступні та гомілки до основи корпусу або окремо, або за допомогою шарнірного Т-подібного з'єднання. Лінія, що проходить через візирні мітки визначення точки Н, повинна бути паралельною до ґрунту і перпендикулярною до поздовжньої центральної площини сидіння;

- ступні та ноги переміщують вперед таким чином, щоб ступні зайняли природне положення у разі потреби між робочими педалями. Ліву ступню по можливості встановлюють таким чином, щоб вона знаходилася приблизно на такій відстані з лівого боку від центральної площини механізму визначення точки Н, на якому знаходиться права ступня з правої сторони. За допомогою рівня перевірки поперечної орієнтації пристрою його приводять у горизонтальне положення за рахунок регулювання у разі необхідності основи корпусу або за рахунок переміщення ступнів та ніг назад. Лінія, що проходить через візирні мітки точки Н, повинна бути перпендикулярною до поздовжньої центральної площини сидіння;

- якщо ліва нога не може утримуватись паралельно правій нозі, а ліва ступня не може бути встановлена на елементах конструкції транспортного засобу,

необхідно перемістити ліву ступню таким чином, щоб встановити її на опору. Горизонтальність визначають візирними мітками.

Розміщення вантажів на гомілках та стегнах та встановлення об'ємного механізму визначення точки Н у горизонтальне положення:

- нахиляють задню частину основи тулуба вперед до зупинки та відводять об'ємний механізм визначення точки Н від спинки сидіння за допомогою колінного шарніра. Знову встановлюють механізм на місце на сидіння за допомогою одного з нижченаведених способів;

- якщо об'ємний механізм визначення точки Н ковзає назад, застосовують таку процедуру: дають механізму можливість ковзати назад доти, доки не відпаде необхідність у використанні переднього обмежувального горизонтального навантаження на колінний Т-подібний шарнір, тобто доти, доки задня частина механізму не доторкнеться до спинки сидіння. У разі потреби слід змінити положення гомілки та ступні;

- якщо об'ємний механізм визначення точки Н не ковзає назад, використовують наступну процедуру: відсунути механізм назад за рахунок використання горизонтального заднього навантаження, що додається до колінного Т-подібного шарніра, доти, доки задня частина механізму не увійде в контакт зі спинкою сидіння;

- прикладають навантаження 100 ± 10 Н до задньої частини і підставі механізму визначення точки Н на перетині кутового квадранта стегна і кожуха колінного Т-подібного шарніра. спинку механізму до зіткнення зі спинкою сидіння.

Процедуру, що залишилася, необхідно проводити з обережністю, для того щоб не допустити зісковзування механізму вперед;

- розміщують вантажі на правій та лівій частинах основи тулуба і потім поперемінно вісім вантажів на спині. Горизонтальне положення об'ємного механізму визначення точки Н перевіряють за допомогою рівня;

- нахиляють спинку об'ємного механізму визначення точки Н вперед, щоб усунути тиск на спинку сидіння. Виробляють три повних цикли бокового хитання

механізму на дузі 10° (5° в кожную сторону від вертикальної центральної площини), щоб виявити та усунути можливі точки тертя між механізмом та сидінням;

- під час розгойдування колінний Т-подібний шарнір механізму може відхилятися від встановленого горизонтального та вертикального напрямку. Тому під час розгойдування механізму Т-подібний шарнір повинен утримуватись відповідною поперечною силою. При утримуванні шарніра та розгойдуванні механізму необхідно виявляти обережність, щоб не допустити появи непередбачених зовнішніх вертикальних чи поздовжніх навантажень. При цьому не слід утримувати ступні механізму або обмежувати їхнє переміщення. Якщо ступні змінять своє становище, вони повинні залишатися деякий час у новому положенні;

- обережно повертають спинку механізму до зіткнення зі спинкою сидіння і виводять обидва рівні в нульове положення. У разі переміщення ступнів під час розгойдування механізму їх слід знову встановити в такий спосіб;

- поперемінно піднімають кожную ступню з підлоги на мінімальну величину, необхідну для того, щоб запобігти її додатковому переміщенню. При цьому необхідно утримувати ступні таким чином, щоб вони могли обертатися; застосування будь-яких поздовжніх чи поперечних сил виключається. Коли кожна ступня знову встановлюється у своє нижнє положення, п'ята повинна увійти до контакту з відповідним елементом конструкції;

- виводять поперечний рівень у нульове положення; у разі потреби прикладають поперечне навантаження до верхньої частини спинки механізму; величина навантаження повинна бути достатньою для установки горизонтальне положення спинки об'ємного механізму на сидіння;

- притримують колінний Т-подібний шарнір для того, щоб не допустити зісковзування механізму визначення точки Н вперед на подушку сидіння;

- повертають назад спинку механізму до зіткнення зі спинкою сидіння;

- поперемінно застосовують і прибирають горизонтальне навантаження, що діє в задньому напрямку, що не перевищує 25 Н, до штанги кута нахилу спинки на

висоті приблизно центру кріплення вантажів до спини, поки круговий сектор стегна не покаже, що після усунення дії навантаження досягнуто стійке положення. Необхідно забезпечити, щоб на механізм не діяли будь-які зовнішні сили, спрямовані вниз або вбік.

У разі необхідності повторної орієнтації механізму горизонтальному напрямку нахиляють спинку механізму вперед, знову повертають його в горизонтальне положення і повторюють процедуру;

- виробляють всі вимірювання координати точки Н щодо тривимірної системи координат.

Співвідношення отриманих даних та конструктивних специфікацій:

- координати точки Н та величина фактичного кута нахилу тулуба, встановлені згідно з порядком, зазначеним у пункті 3, порівнюють відповідно з координатами точки R та величиною конструктивного кута нахилу тулуба, зазначеними підприємством-виробником;

- відносне положення точок R, Н і співвідношення між конструктивним кутом нахилу тулуба і фактичним кутом нахилу тулуба вважають задовільними для розглянутого місця для сидіння, якщо точка Н, визначена її координатами, знаходиться в межах квадрата, горизонтальні і вертикальні сторони якого, рівні 50 мм, мають діагоналі тулуба не відрізняється від конструктивного кута нахилу тулуба більш як на 5°;

- у разі задоволення цих умов точку R та конструктивний кут нахилу тулуба використовують для перевірки відповідності положенням цих Правил.

2.5. Вимоги до випробувань датчиків сліпих зон

Метою випробувань є проведення оптичних вимірювань у кутах огляду світлодіодів датчика сліпих зон. Принцип полягає у вимірі яскравості (результат у кд/м^2), кольору (результат за координатами x , y та за довжиною хвилі, пов'язаної з чистотою відтінку) та однорідності [6].

Для виконання оптичних вимірювань, необхідне наступне зовнішнє середовище та обладнання:

- темна кімната, освітленість якої не перевищує 1 люкс. Перед початком випробувань необхідно виміряти довкілля з допомогою люксметра;
- вимірювальний пристрій для отримання вимірювань;
- яскравість вимірювального пристрою вимірюється в кд/м² з точністю до 0,01 кд/м², як мінімум [15];
- колір у колірних координатах по x/y з точністю 0,01 і в довжині хвилі з точністю 1 нанометр з індексом чистоти відтінку.

Цей пристрій повинен мати датчик роздільної здатності, достатнім, щоб бути як мінімум еквівалентним роздільній здатності ока від 700 до 1800 мм.

Рухлива підставка для орієнтації вимірюваної деталі на 180° у всіх напрямках (напівсфера, орієнтована вимірювальний пристрій).

Поздовжня рухлива підставка для регулювання відстані відповідно до використовуваної фокусної відстані та досягнення мінімальної роздільної здатності 9 пікселів/мм².

Процедура випробування:

- встановити дзеркало заднього виду щодо вимірювального приладу, встановивши відносну відстань відповідно до роздільної здатності вимірювального приладу (не фактичною відстанню до транспортного засобу);
- орієнтація дзеркала заднього виду відповідно до кутів огляду, наданих компанією-виробником як вхідні дані (кути огляду, взяті для ока 50 % після налаштування дзеркал), за допомогою регульованого кронштейна (кульовий шарнір) та лазерних покажчиків;
- виконувати вимірювання денного та нічного рівнів з урахуванням системних налаштувань (вхідні дані: напруга, струм);
- результат вимірювання яскравості/колір/однорідності повинен враховувати всю відбивну поверхню з підсвічуванням мінус 1 піксель кордону, щоб уникнути вимірювання яскравості/колір пікселів, які мають градієнт яскравості та/або хроматичне спотворення.

Для денних умов необхідно:

- Встановити світлову пляму, що забезпечує освітленість 45000 люкс, над дзеркалом заднього виду на 30 °, спрямоване у бік скла [16].

- Виміряти яскравість світлодіода і кола, щоб дізнатися коефіцієнт контрастності;

- має залишатися більше 0,5 для забезпечення читання. Для запобігання насиченню датчика перед об'єктивом вимірювального пристрою може знадобитися захисний фільтр [9].

Коефіцієнт контрастності вираховується за формулою:

$$C_r = \frac{L_{\text{кола}}}{L_{\text{дзеркала}}} \quad (2.3)$$

де $L_{\text{кола}}$ - відносна яскравість кола, кд/м²;

$L_{\text{дзеркала}}$ - відносна яскравість світлодіода, кд/м².

Яскравість датчика сліпих зон, для транспортних засобів наступних ззаду, повинна становити при денному режимі менше 1500 кд/м²[2], а при нічному режимі менше 150 кд/м².

Яскравість датчика сліпих зон:

- при вимкненому датчику - 0 кд/м²;
- денний режим – від 3000 до 4500 кд/м²;
- нічний режим – від 300 до 450 кд/м².

Електричні параметри датчика сліпих зон:

- номінальна напруга в межах діапазону від 12 до 14 V;
- струм в межах діапазону від 30 до 200 мА;
- частота повинна бути вищою або дорівнює 200 Гц.

Час відгуку датчика сліпих зон - при денному режимі світлодіод датчика сліпих зон повинен підсвічуватись, мінімум на 90 % від його максимальної яскравості, менш ніж за 10 мілісекунд після отримання сигналу.

Висновки до розділу:

- описано хід виконання випробувань для визначення відображає здатності дзеркал заднього виду та також описане обладнання необхідне його виконання;
- наведено процедуру випробувань для визначення радіуса кривизни відбиваючої поверхні дзеркала, приладом під назвою сферометр. Показаний вид приладу та формула для визначення радіуса кривизни;
- докладно описано виконання випробування для визначення центру обертання та фактичного кута нахилу тулуба водія, що сидить в автомобілі чи пасажирів, а також обладнання необхідного для виконання;
- відображено вимоги до випробувань датчиків сліпих зон, описано обладнання для виконання випробувань і також наведено Технічні характеристики датчика сліпих зон.

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ТА ПОШУК РІШЕННЯ, ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЇ ДЗЕРКАЛ ЗАДНЬОГО ВИДУ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

3.1. Аналіз існуючих конструкцій бічних дзеркал заднього виду

У цьому розділі наводиться оцінка світлової індикації системи контролю сліпих зон зовнішніх дзеркал у різних умовах зовнішньої освітленості. Варто заздалегідь відзначити, що датчики сліпих зон мають два режими роботи: денний та нічний. Нижче наведено аналіз роботи індикатора кожного з режимів. Для аналізу світіння використовувався пристрій з ручним регулюванням яскравості з цифровою індикацією значень від 0 до 100 одиниць [17].

Для денного режиму рекомендується застосувати найбільшу можливу яскравість індикатора 100 одиниць для забезпечення максимальної помітності в умовах яскравих сонячних відблисків. Варто відзначити, що навіть при максимальній яскравості індикатора світло сонячних відблисків може перекривати свічення індикатора, що добре видно на рис. 3.1 і 3.2.



Рис. 3.1 - Перекриття сонячними відблисками індикатора сліпих зон



Рис. 3.2 - Вигляд відблисків із салону автомобіля

Для умов низького освітлення рекомендується застосувати яскравість індикатора 3 одиниці, що забезпечить достатню видимість індикатора, і при цьому не виникатиме відволікаючого і дратівливого ефекту від його надмірної яскравості(рис. 3.3-3.4).



Рис. 3.3 - Перекриття індикатора сліпих зон світлом фар



Рис. 3.4 - Вид на індикатор із салону

Індикатор помаранчевого кольору в дзеркалі може помилково сприйматися іншими учасниками руху, як покажчик повороту. У зв'язку з чим краще застосувати червоний колір світіння індикаторів, як показано на рис. 3.5 [18].



Рис. 3.5 - Приклад застосування індикатора червоного кольору в автомобілях Mercedes-Benz

На новий проект автомобіля планувалося установка сферичного дзеркала, представленого на рис. 3.6, з датчиком сліпих зон, що займає досить велику площу дзеркального елемента і має помаранчевий колір індикації світлодіода.

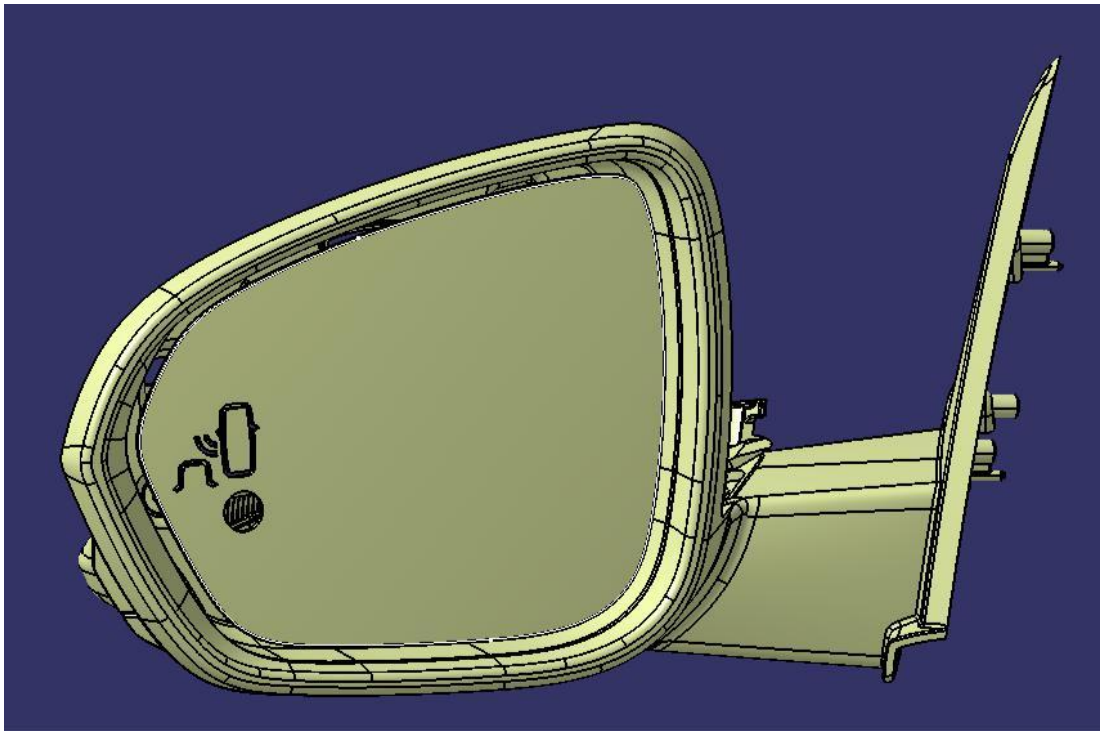


Рис. 3.6 - Базова конструкція датчика сліпих зон

Індикатор, винесений з відбиваючої поверхні дзеркала, на внутрішню стінку дзеркала, представленому на рис. 3.7, або підстава стійки А, представленому на рис. 3.8, помітний в будь-яких ситуаціях, незалежно від джерел світла, що потрапляють у дзеркало. Крім того, зникає ризик помилкового сприйняття індикатора як показчик повороту іншими учасниками руху, що згодом знижує ризик виникнення аварійних ситуацій під час виконання водієм автомобіля маневрів під час руху. Даний фактор слід враховувати під час проектування дзеркал заднього виду з датчиком сліпих зон.



Рис. 3.7 - Приклад застосування індикатора винесеного на внутрішню стінку дзеркала в автомобілях AUDI



Рис. 3.8 - Приклад застосування індикатора, винесеного на основу стійки А в автомобілях NISSAN

Провівши аналіз на основі даних про вимоги до дзеркал заднього виду, їхню номенклатуру, можна зробити наступний висновок: для забезпечення максимальної оглядовості необхідно задіяти всю корисну площу дзеркального елемента. Датчик сліпих зон на дзеркалі заднього виду базової конструкції займає досить велику площу на дзеркальному елементі, що як показує аналіз вже діючих конструкцій, не повною мірою відповідає заявленим вимогам щодо забезпечення безпечного маневрування автомобіля, оскільки зберігається

ймовірність перекриття сонячними відблисками і світлом фар позаду індикаторів, що йдуть автомобілів. Також варто зазначити, що датчик сліпих зон на дзеркалі базової конструкції зменшує поле огляду для водія, доказом чого є проведений розрахунок на оглядовість у розділі 4. Колір світіння індикатора сліпих зон у базовій конструкції дзеркала заднього виду помаранчевий, що може призвести до аварійних ситуацій. Вважаючи ці фактори неприпустимими, була поставлена мета з оптимізації конструкції датчика сліпих зон, для збільшення оглядовості дзеркала заднього виду на проекті автомобіля, що розробляється.

3.2. Принцип роботи системи виявлення сліпих зон

BSW (Blind Spot Warning) - система допомоги водієві, функцією якої є виявлення та контроль транспортних засобів навколо: наприклад, що наближаються збоку або ззаду розташовані в сліпій зоні. При наближенні до транспортного засобу система BSM попереджає водія про їхню присутність за допомогою звукових або візуальних сигналів [19]. Такі системи ефективні в ситуаціях, коли водій намагається змінити смугу руху або звернути на смугу, зайняту іншими транспортними засобами, які не видно, отже, вони знаходяться в сліпій зоні. За допомогою встановлених сенсорів, контрольованих системою, автомобіль здатний розрізняти кілька транспортних засобів одночасно. Система BSW контролює присутність транспортного засобу в радіусі дії сенсорів, і їх максимальне зближення з транспортним засобом, у якому змонтована дана система [20].

В даний час розрізняють декілька типів сенсорів систем BSW:

- радари, що представлені на рис. 3.9;
- відеокамери, представлені рис. 3.10;
- комбіновані системи.



Рис. 3.9 - Розташування сенсорів у вигляді радарів на автомобілі



Рис. 3.10 - Дзеркало заднього виду із сенсором сліпої зони у вигляді камери

Найбільш поширеним типом системи контролю сліпих зон є та, яку виробники автомобілів пропонують у стандартній комплектації або як опція на певних рівнях комплектації.

Незважаючи на те, що деякі з виробників пропонують ці системи безкоштовно, більшість продовжують резервувати їх для більш дорогих транспортних засобів. У результаті вони зазвичай налаштовуються на

замовлення для конкретної моделі [21]. У таблиці 2 представлені деякі назви пропонуваніх автовиробниками систем моніторингу сліпих зон, а також сенсори, що використовуються в них.

Таблиця 2

Системи моніторингу сліпих зон різних марок автомобілів

Марка автомобіля	Назва систем контролю сліпих зон	Тип сенсора системи контролю сліпих зон
Mercedes Benz	Blind Spot Assist	Радар
Mercedes Benz	Active Blind spot Assist	Радар
Buick	Side Blind zone alert	Радар
Volvo	Blind Spot Information system	Дві камери
Форд	Blind spot Information system	Радар
Volkswagen	Blind Spot monitor	Радар

Наприклад, система Active Blind Spot Assist Mercedes Benz може попереджати водія при зміні смуги руху, застосовуючи вибіркове гальмування до окремих колес, і запобігати можливому зіткненню. На рис 3.11 представлено роботу радарних датчиків Active Blind Spot Assist від Mercedes Benz. Радарні датчики системи Active Blind Spot Assist контролює положення дороги з обох боків та позаду автомобіля. Якщо автомобіль виявлено у сліпій зоні, то у відповідному зовнішньому дзеркалі з'являється червоний трикутник. Якщо водій не помічає попередження і подає сигнал про зміну смуги руху, індикатор починає блимати і лунає звукове попередження [22, 23]. При спробі водієм змінити смугу руху, незважаючи на попередження, система може знову попередити водія за допомогою конкретних коригувальних заходів гальмування. Якщо водій, як і раніше, не реагує, система може допомогти вивести автомобіль із небезпечної зони.

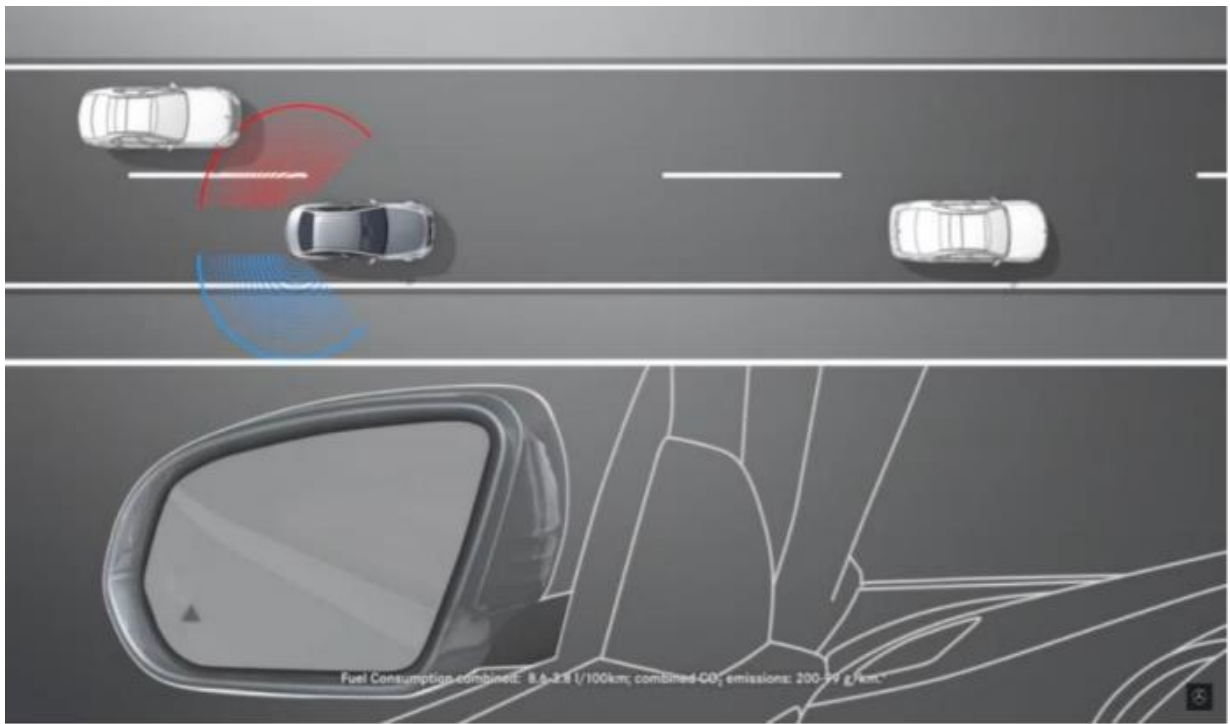


Рис. 3.11 - Датчики сліпих зон Active Blind Spot Assist від Mercedes Benz

Active Blind Spot Assist працює на швидкості понад 30 км/год [24]. Операції гальмування можуть виконуватись у діапазоні швидкостей від 30 до 200 км/год. Система BLIS від FORD, наприклад, виявляє автомобілі у сліпих зонах, але не пішоходів, велосипедистів чи інші об'єкти. На рис. 3.12 представлена робота сенсорів системи BLIS від FORD [23].

Volvo використовує дві камери для роботи системи Blind Spot Information system, представленої на рис. 3.13, що охоплюють площу 3 м збоку від дзеркала заднього виду та 9,5 м ззаду. Вони встановлюються у нижній частині корпусу дзеркала заднього виду [25, 26].



Рис. 3.12 - Радіус дії датчиків система BLIS від FORD

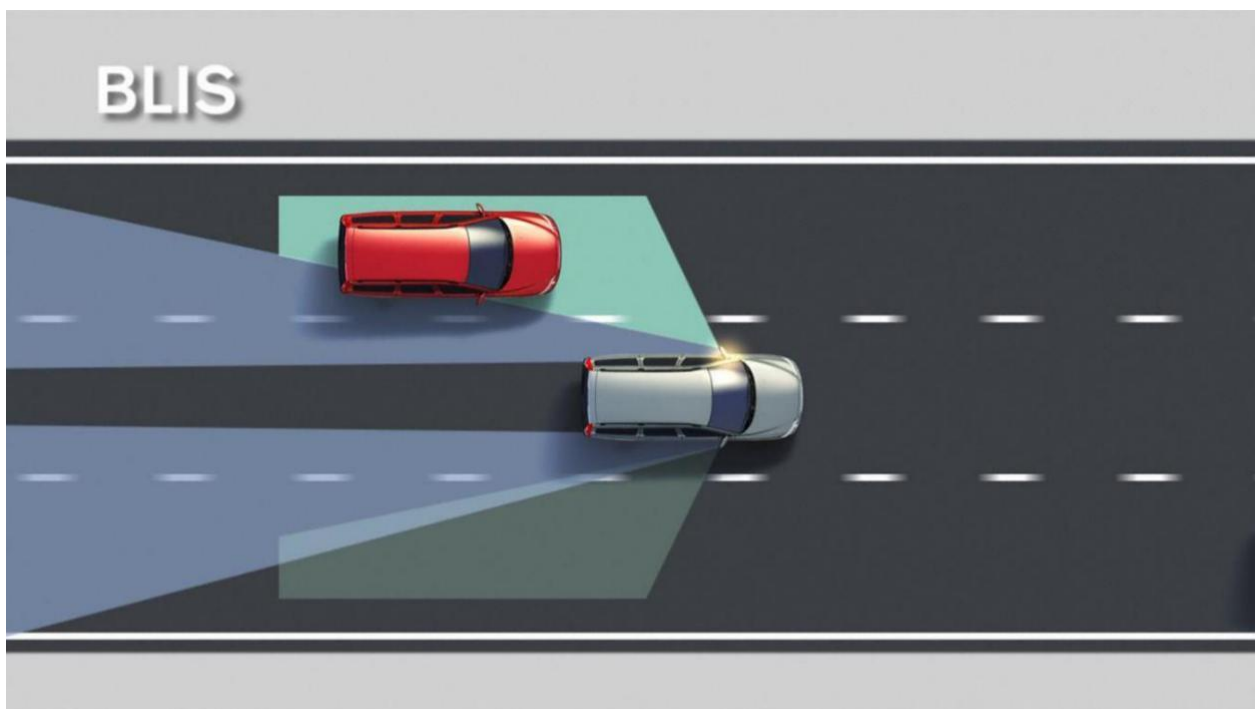


Рис. 3.13 - Радіус дії датчиків Blind Spot Information system

Buick використовує два радари, які вмонтовані у задній бампер транспортного засобу. Радіус дії радарів охоплює 3 м збоку автомобіля та 5 м ззаду. Даною системою оснащено дзеркало заднього виду базової конструкції [26, 27]. На рис. 3.14 представлено роботу системи Side Blind zone alert від Buick.



Рис. 3.14 - Радіус дії датчиків Side Blind zone alert

Однією з найбільш важливих характеристик, які відрізняються в різних системах, є точність датчиків: наскільки однозначно вони можуть ігнорувати помилкові сигнали тривоги (об'єкти, які не становлять небезпеки). Високоякісні датчики, як правило, забезпечують більш високу точність, але для зниження частоти помилкових спрацьовувань також потрібен удосконалений контролер, запрограмований на максимально можливе розрізнення позитивних та хибних спрацьовувань [12].

Що ж до сегменту легкових автомобілів, то класі легких комерційних автомобілів система контролю сліпих зон викликає мало інтересу. Однак збільшення габаритних розмірів автомобіля призводить до того, що збільшується сліпа зона автомобіля. У зв'язку з цим актуальним є використання системи, яка може відстежувати задні сліпі зони транспортного засобу та допомагати водію при зміні смуги руху на сусідні смуги.

Система попередження водія про транспортні засоби у «сліпих» зонах складається з наступних компонентів:

- задній лівий радар;
- задній правий радар;
- блок управління BSW;
- індикатори системи BSW.

Обидва радари встановлені в задньому бампері так, щоб у зоні їхнього охоплення виявилася зонами роботи системи BSW, а блок управління системою знаходяться всередині салону автомобіля. Також система BSW отримує сигнал від датчика дощу та світла для коригування яскравості світіння світлодіода системи BSW. На рис. 3.15 представлено розташування датчика дощу та світла в автомобілі.



Рис. 3.15 - Датчик дощу та світла, розташований у тримачі внутрішнього дзеркала

Водночас система BSM забезпечує такі функції:

- виявлення об'єктів у сліпій зоні транспортного засобу;
- оцінку відносної швидкості руху використовуваного транспортного засобу [28];
- візуальне та звукове попередження водія про можливе зіткнення з транспортним засобом у сліпій зоні;
- самодіагностику системи;
- візуальне подання водієві інформації про статус роботи системи;
- візуальне подання водію інформації про помилку роботи системи [29].

3.3. Огляд можливостей модуля CAVA для SOLIDWORKS

Відповідність транспортного засобу вимогам стандартів є обов'язковою частиною проектування автомобілів. бути встановлена як комплексне рішення або як окремі субпродукти для конкретних областей застосування.

Модуль CAVA OVA для SOLIDWORKS, представлений на рис. 3.16, призначений для розробки та перевірки комплектації транспортного засобу.

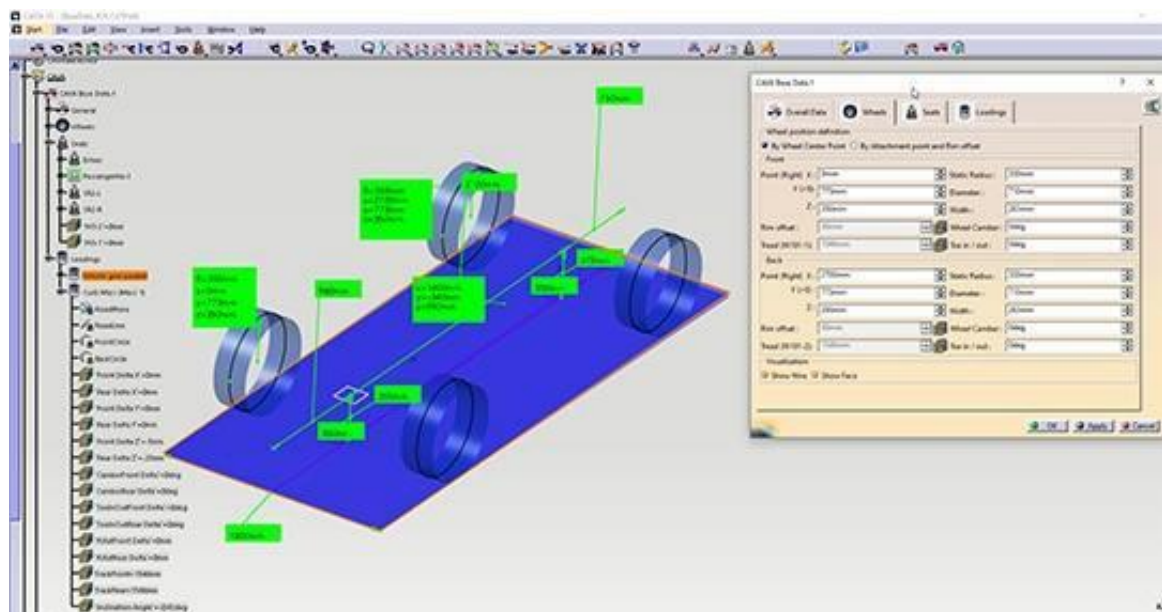


Рис. 3.16 - Інтерфейс модуля CAVA OVA

Даний модуль дозволяє забезпечити правильне розміщення компонентів на ранній стадії розробки транспортного засобу – від ламп, номерних знаків та ременів безпеки. Чи є місця розміщення компонентів у межах встановлених проектних обмежень. Цей модуль необхідний для визначення обмежень розмірів автомобіля, коліс, а також для конфігурації навантаження коліс на землю.

CAVA Manikin: Стандарти SAE визначають двовимірний випробувальний манекен для використання щодо різних положень сидінь пасажирів. CAVA Manikin дозволяє позиціонувати манекен відповідно до геометричних рекомендацій або специфікацій по кутах зчленувань тіла та відповідних параметрів.

Цей модуль, представлений рис. 3.17, створює 2D-шаблон манекена у різних відсоткових розмірах.

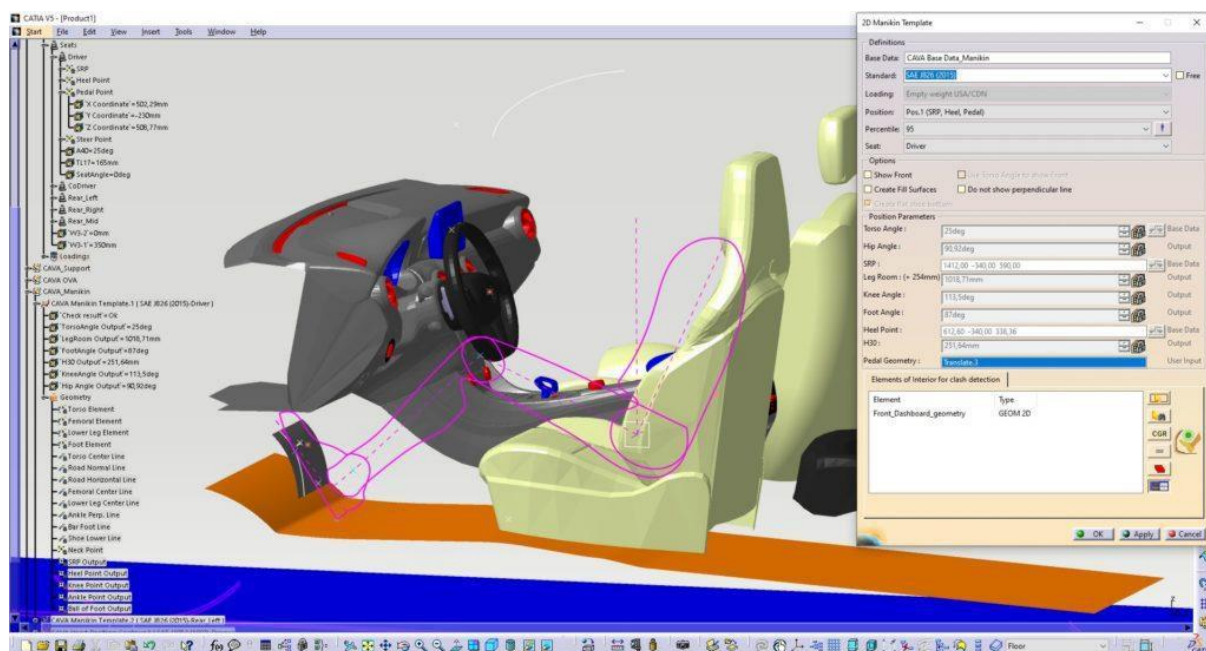


Рис. 3.17 - Інтерфейс модуля CAVA Manicіn

Цей модуль забезпечує практичні методи позиціонування для конкретних цілей, як описано у стандарті SAE J826[4]. Дозволяє визначити опорну точку сидіння на основі опорних точок п'яти, підлоги та педалі та/або рекомендованих кутів суглобів, геометрію педалі та точку п'яти на основі опорних точок сидіння, геометрії підлоги та кутів суглобів. Дає можливість виміряти простір для ніг на задніх сидіннях і також перевірити, чи немає збігу з геометрією (переднє сидіння, панель приладів і т.д.).

CAVA Vision: При проектуванні автомобіля необхідно враховувати безліч норм та вимог щодо прямого та непрямого зору водія. CAVA Vision надає низку функціональних можливостей для аналізу та оцінки законодавчих вимог, а також візуальних аспектів ергономіки та комфорту водія чи пасажирів. За допомогою CAVA Vision, вікна яких представлені на рис. 3.18 та 3.19, можна оцінити такі аспекти, як, наприклад, які ділянки дороги видно водію, чи зможе водій побачити світлофор на заданій відстані, і яку зону на панелі приладів загороджує рульове колесо.

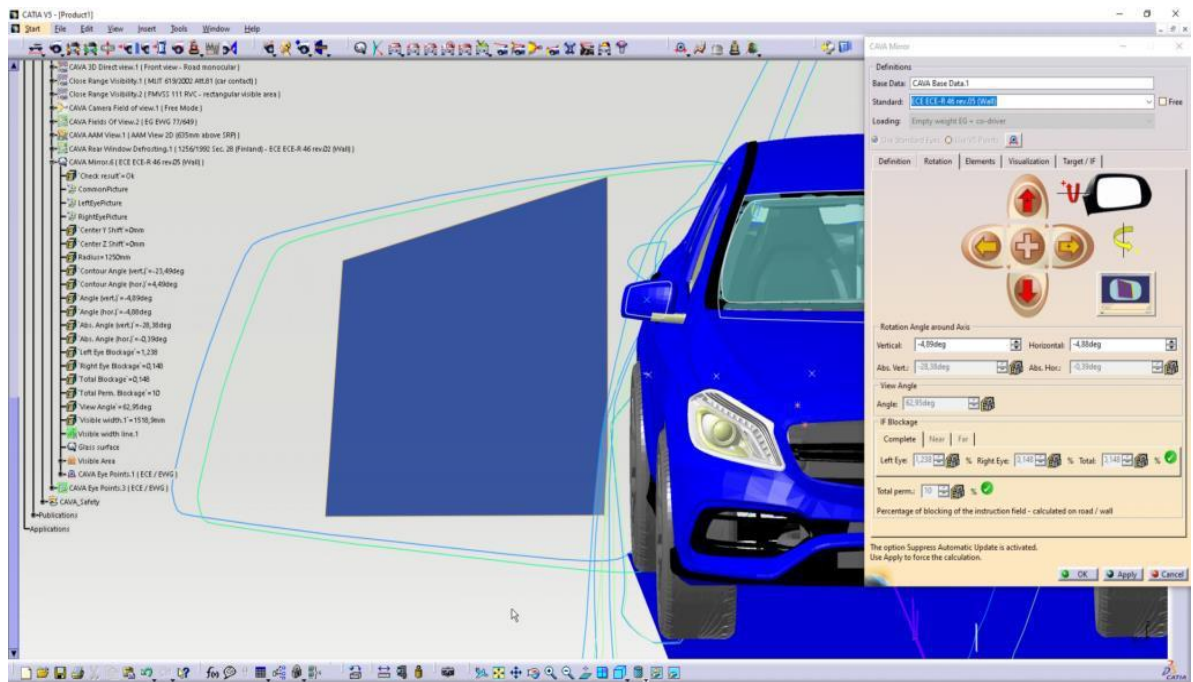


Рис. 3.18 – Загальний вигляд інтерфейсу модуля CAVA Vision

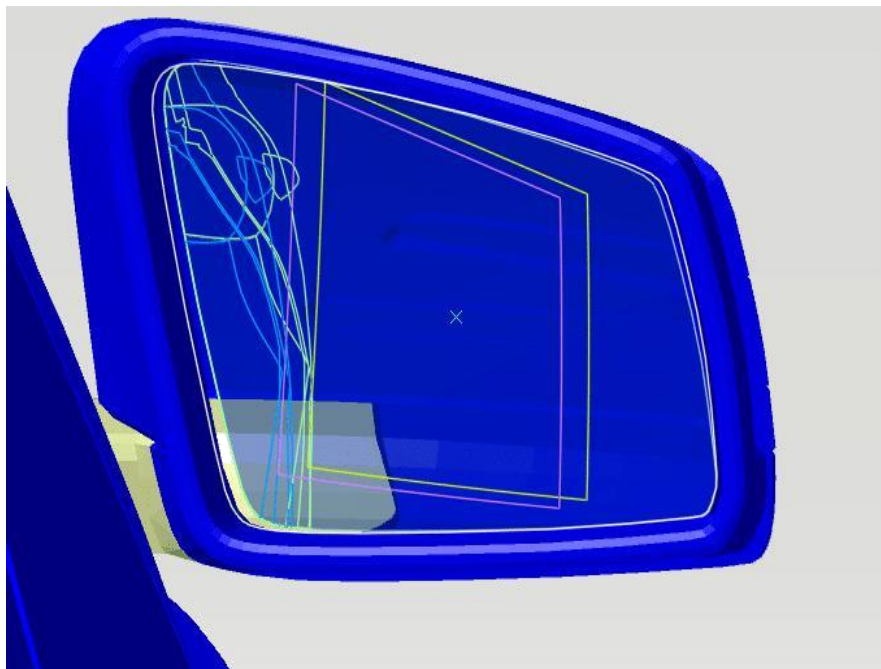


Рис. 3.19 - Вид дзеркала в інтерфейсі модуля CAVA Vision

Висновки до розділу:

- проведено розрахунок базової конструкції дзеркала заднього виду;
- доведено неможливість встановлення базової конструкції системи виявлення сліпих зон на автомобіль, оскільки вона не задовольняє вимогам оглядовості;
- запропоновано нову конструкцію датчика сліпих зон, що передбачає перенесення індикатора з дзеркального елемента на корпус дзеркала заднього виду;
- визначено нове місце для монтажу датчика сліпих зон (внутрішня частина корпусу дзеркала заднього виду), яке визнано більш оптимальним та візуально зручним для контролю водієм;
- встановлено, що запропонована конструкція задовольняє вимогам оглядовості.

РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА ОГЛЯДОВОСТІ ДЗЕРКАЛА БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Базова конструкція дзеркала заднього виду оснащена датчиком сліпих зон (BSW – Blind spot warning)[30], яка через своє розташування заважає водієві об'єктивно оцінювати ситуацію на дорозі під час виконання маневрів на автомобілі.

Для доказу вищесказаного було проведено моделювання оглядовості в програмі CAVA. Базовим автомобілем був обраний проект автомобіля, що розробляється, і прототип сферичного дзеркала для нього, який представлений на рис. 4.1.

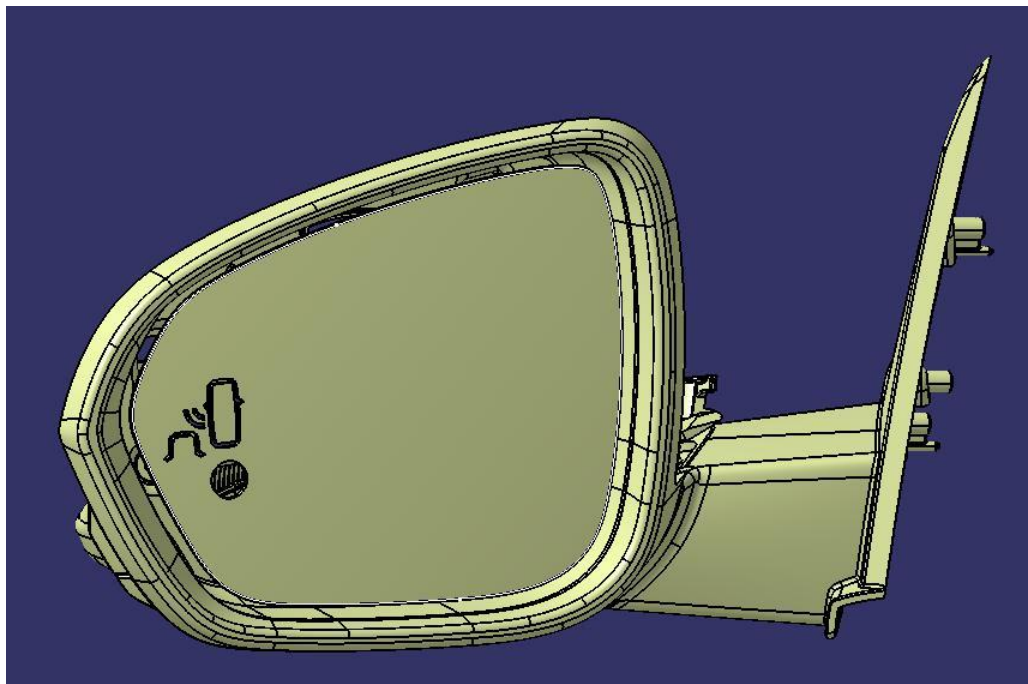


Рис. 4.1 - Дзеркало базової конструкції

Всі дані в подальшому моделюванні оглядовості дзеркала заднього виду були обрані виходячи зі схеми місткості проекту автомобіля, що представлена на рис. 4.2.

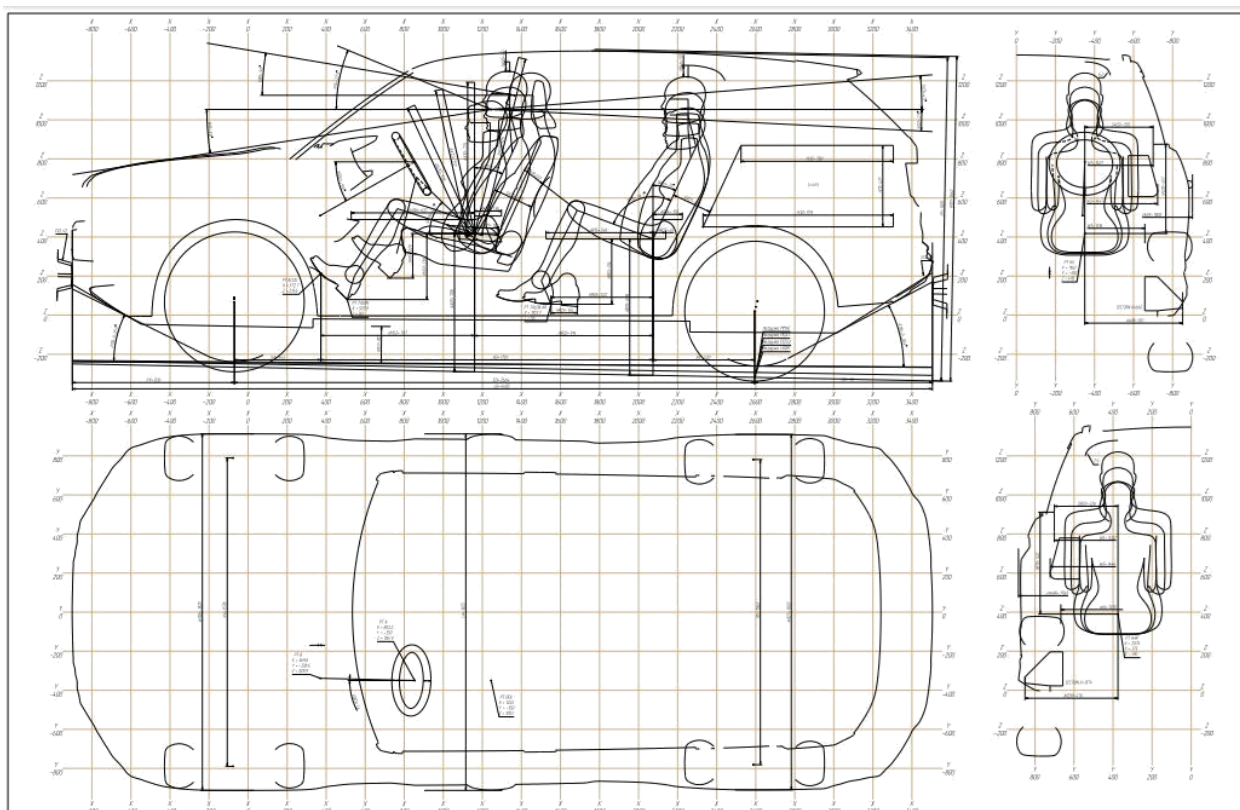


Рис. 4.2 - Геометричні параметри проекту, що розробляється

Ескізна компоновка - це первинне графічне опрацювання конструкції автомобіля з дотриманням масштабних геометричних пропорцій. За її результатами видають перші графічно оформлені документи, які є вихідною інформацією для подальших проектних робіт. Результатом ескізного компонування є схема місткості.

Схема місткості - це компонування, яке визначає основні геометричні параметри автомобіля; розміщення в салоні людей різної репрезентативності; основні вимоги до оглядовості, досяжності; розташування передніх та задніх сидінь; положення кермового колеса та інших органів управління; розміщення паливного бака та запасного колеса; габарити моторного та багажного відділень.

На рис. 4.3 представлено вікно модуля CAVA OVA "Base Data", в якому необхідно задати параметри землі автомобіля у вкладці Overall Data:

The screenshot shows the 'Overall Data' tab of the 'CAVA Base Data.1' window. The vehicle is configured as a 'Limousine'. The parameters are as follows:

Parameter	Value
Vehicle Category :	Limousine
Vehicle Description :	Limousine
Vehicle Length (L103):	4354,271mm
Vehicle Width (W103):	1824mm
Body Width (W116):	0mm
Wheelbase (L101):	2662,271mm
Overhang front (L104)/back (L105):	838mm / 854mm

A small 3D model of a dark-colored limousine is visible on the right side of the 'Overall Data' tab. The bottom of the window features 'OK', 'Apply', and 'Cancel' buttons.

Рис. 4.3 - Параметри кузова автомобіля

У вкладці Overall Data необхідно заповнити розміри автомобіля. Відповідно до карти вимірів їх величина дорівнює:

- Vehicle Width (W103) – ширина автомобіля: (1824 мм);
- Overhang front (L104) – довжина автомобіля від його переднього бампера до середини (838 мм);
- Overhang back (L105) – довжина автомобіля від його середини до заднього бампера (845 мм).

Після введення параметрів кузова автомобіля програма CAVA моделює землю, представлену у вигляді синього прямокутника, показаного на рис. 4.4.

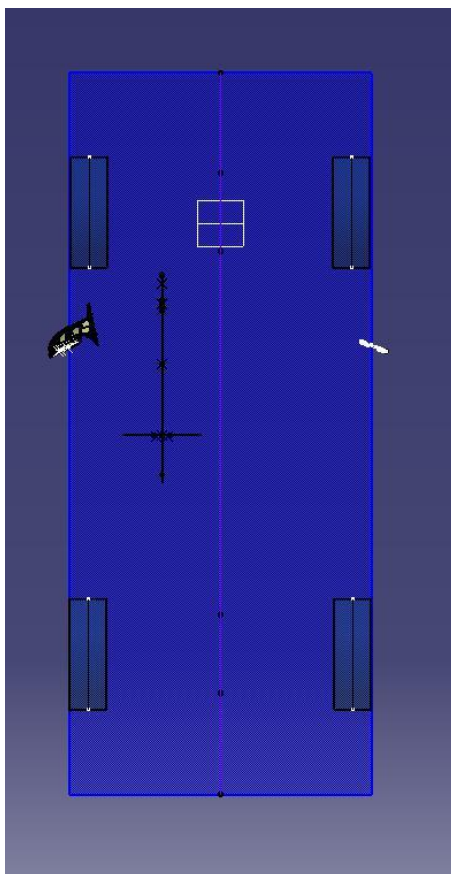


Рис. 4.4 - Моделювання меж автомобіля в CAVA Overall Data

Далі у вкладці Wheels, вікно, із ввідними даними якого представлено на рис. 4.5, необхідно задати параметри для коліс автомобіля, взятих з карти вимірів автомобіля:

- Front/Back - переднє та заднє колесо відповідно;
- Point (Right) X - координата центру переднього та заднього колеса по осі X (- 65,217 та 2597 мм);
- Point (Right) Y – координата центру переднього та заднього колеса по осі Y (791 та 798 мм);
- Point (Right) Z – координата центру переднього та заднього колеса по осі Z (47,925 та 6,559 мм);
- Static Radius – радіус колеса (332,702 мм);
- Diameter – діаметр колеса (665,404 мм);
- Width – ширина колеса (227,5 мм).

CAVA Base Data.1

Overall Data | **Wheels** | Seats | Loadings

Wheel position definition

☒ By Wheel Center Point ☐ By Attachment point and Rim offset

Front

Point (Right) X: -65,271mm Static Radius: 332,702mm

Y (>0): 791mm Diameter: 665,404mm

Z: 47,925mm Width: 227,5mm

Rim offset: 30mm Wheel Camber: 0deg

Track (W101-1): 1582mm Toe in / out: 0deg

Back

Point (Right) X: 2597mm Static Radius: 332,702mm

Y (>0): 798mm Diameter: 665,404mm

Z: 6,559mm Width: 227,5mm

Rim offset: 30mm Wheel Camber: 0deg

Track (W101-2): 1596mm Toe in / out: 0deg

Visualization

☐ Show Wire ☐ Show Face

OK Apply Cancel

Рис. 4.5 - Вікно модуля CAVA OVA коліс автомобіля

Після введення параметрів для коліс автомобіля програма CAVA моделює їхню геометрію. Результат моделювання геометрії коліс представлений рис. 4.6.

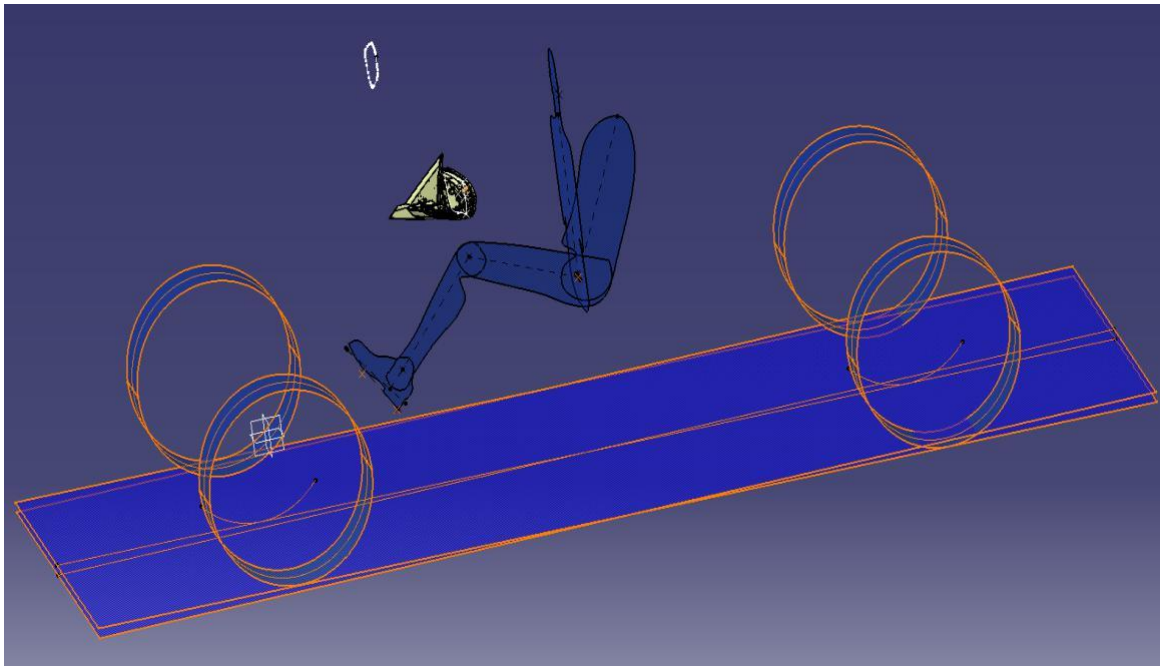


Рис. 4.6 - Колеса автомобіля в CAVA OVA Wheels

У вкладці Seats задаються координати точок, з карти вимірів, які надалі необхідні створення геометрії манекена водія. Необхідно заповнити такі параметри, що представлені на рис. 4.7:

- Seat Reference Point – координата центру обертання тулуба та стегна водія (1275,1 мм; -350 мм; 383 мм);
- Heel Reference Point – координата точки контакту ноги пасажиря та педалі автомобіля (481 мм; -350 мм; 80 мм);
- Steering Wheel Center Point – координата центру рульового колеса (865,4 мм; -350 мм; 766, 6 мм);
- Pedal Reference Point – координата точки педалі автомобіля (359 мм; -350 мм; 225,8 мм).

CAVA Base Data.1

Overall Data | Wheels | **Seats** | Loadings

Shoulder Room Front (W3-1): 1396mm Shoulder Room Rear (W3-2): 1351mm

☐ Vehicle with automatic gear

Driver | Passengers

Seat Reference Point (SRP) Left Driven

Ref: No Reference Point X: 1275,1mm Y: -350mm Z: 383mm

Heel Reference Point

☒ Active Ref: No Reference Point X: 481mm Y: -350mm Z: 80mm

Steering Wheel Center Point

☒ Active Ref: No Reference Point X: 865,4mm Y: -350mm Z: 766,6mm

Pedal Reference Point

☒ Active Ref: No Reference Point X: 359mm Y: -350mm Z: 225,8mm

HPoint Travel (TL17): 165mm

Back Angle (A40): 25deg ☐ Fixed

OK Apply Cancel

Рис. 4.7 - Вікно модуля CAVA OVA водія автомобіля

В результаті створюються точки манекена, що представлені на рис. 4.8.

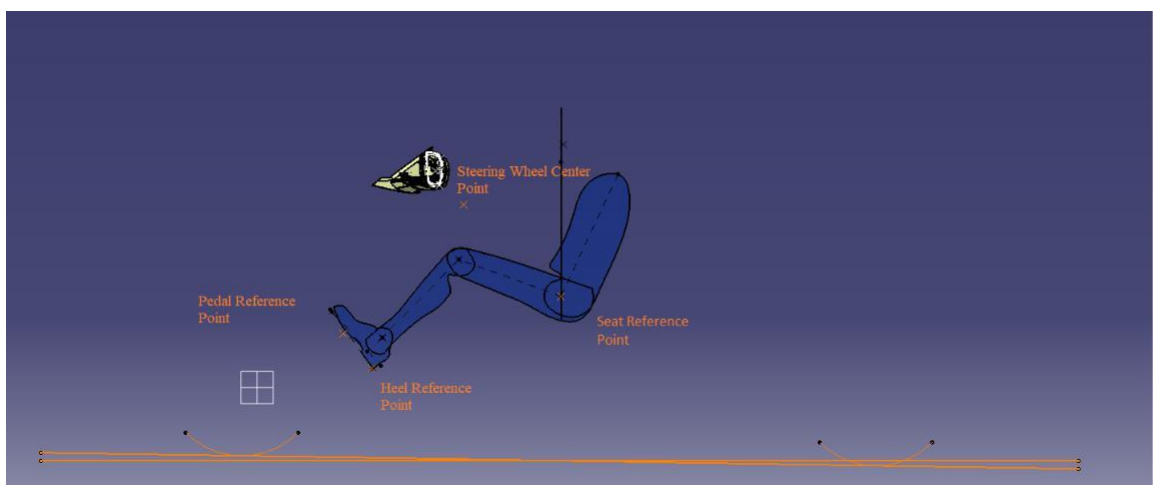


Рис. 4.8 - Манекен з точками вкладки Seats

У вкладці Loadings, представлений рис. 4.9, вибирається навантаження автомобіля на землю. Необхідно вибрати рядок Empty weight EG co-driver та задати параметри навантаження:

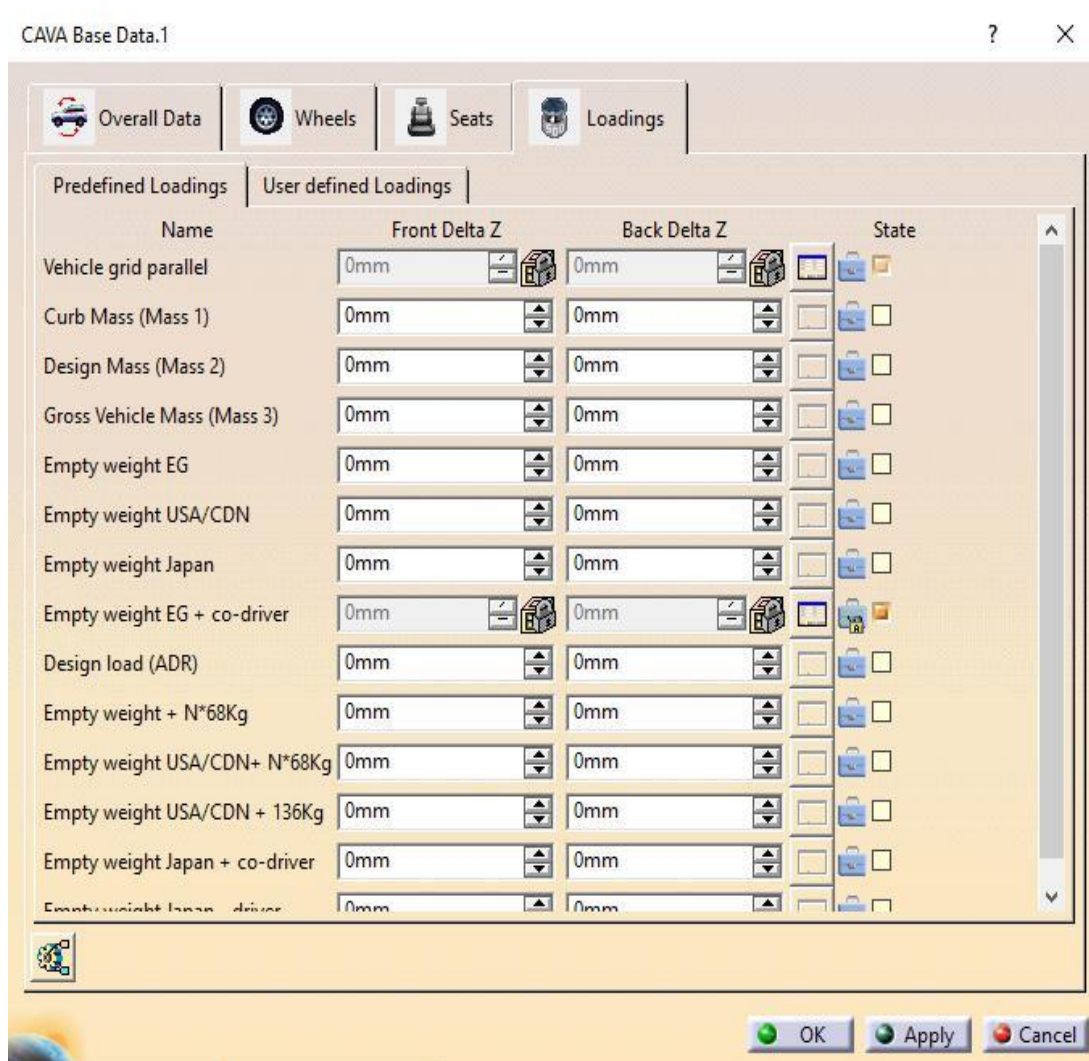


Рис. 4.9 - Вікно модуля CAVA OVA навантаження автомобіля

У вікні Empty weight EG + co-driver, представленому рис. 4.10, задаються координати центрів коліс аналогічно вкладці Wheels. Empty weight EG+co-driver - навантаження при порожньому автомобілі з водієм та пасажиром вагою 75 кг. Дане навантаження стандартне для перевірок оглядовості дзеркал заднього виду.

Empty weight EG + co-driver

Loading data definition : Absolute

Front

Point (Right) X : -65,271mm Static Radius : 332,702mm

Y(>0) : 791mm Wheel Camber : 0deg

Z : 47,925mm Toe in / out : 0deg

Rear

Point (Right) X : 2597mm Static Radius : 332,702mm

Y(>0) : 798mm Wheel Camber : 0deg

Z : 6,559mm Toe in / out : 0deg

Track

Front (W101-1): 1582mm Back (W101-2): 1596mm

Loading Plane

Color : Reference Plane : no selection

Description : Mass 1 (Curb Mass) plus driver (75kg) and codriver.
Used e.g. for most of European Vision studies.

OK Apply Cancel

Рис. 4.10 - Вікно із вступними даними навантаження автомобіля

У модулі "2D Manikin Template", представленому на рис. 4.11, задаються раніше створені параметри в модулі "CAVA Base Data" і також ті, які вказані нижче.

У "Base Data" вибираємо в дереві побудов, яке показано на рис. 4.12, створений раніше параметр "CAVA Base Data".

У Options виділяємо Show Front для малювання тулуба манекена.

У Seat вибираємо Driver, так як розраховується оглядовість для водія автомобіля.

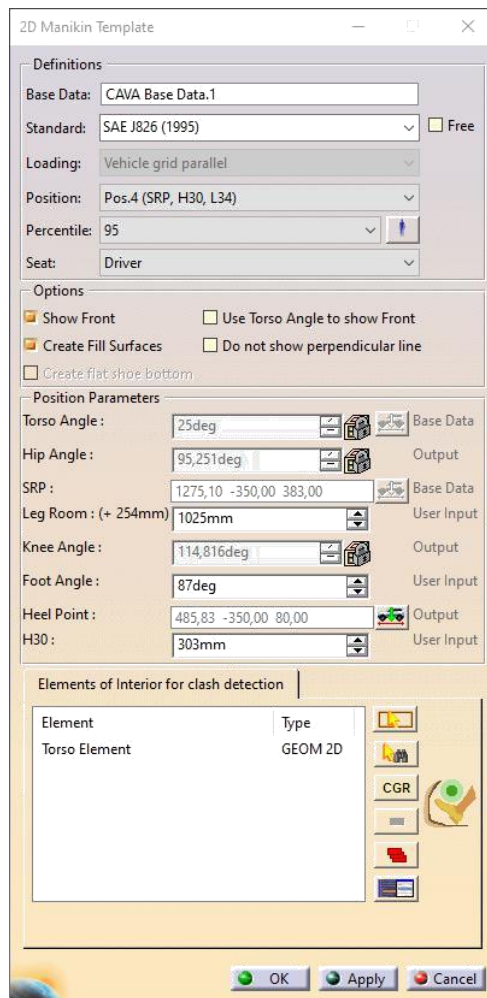


Рис. 4.11 – Вікно параметрів манекена водія

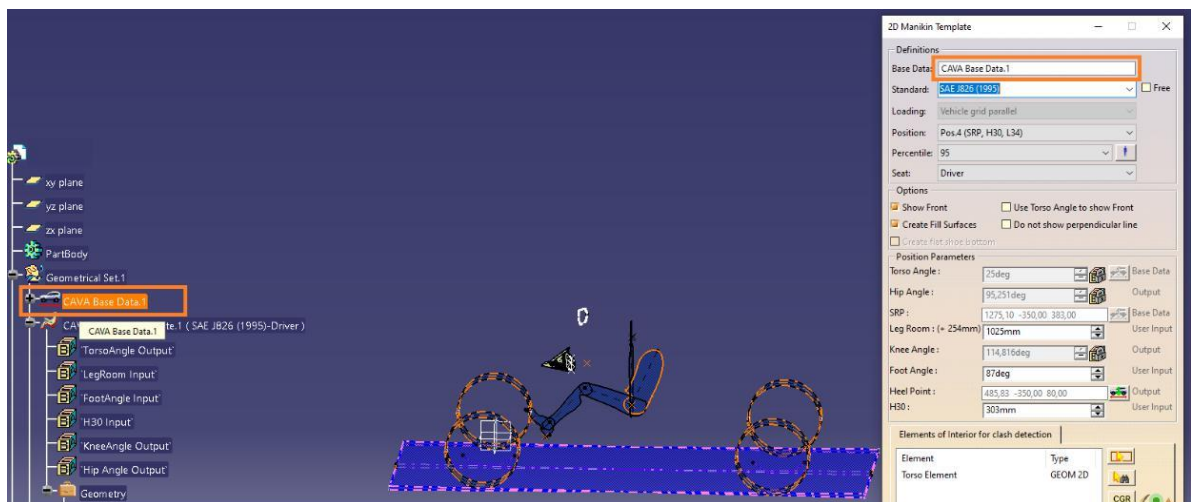


Рис.

4.12 - Вибір Base Data

Для виконання розрахунку оглядовості дзеркала заднього виду необхідно додати геометрію дзеркала заднього виду та частини кузова автомобіля. З метою

спрощення розрахунку та підвищення швидкості обробки вступних даних програмою CAVA було вирішено використовувати не всю геометрію кузова автомобіля, а лише ту частину, представлену на рис. 4.13, яку бачить водій у дзеркалі заднього виду.

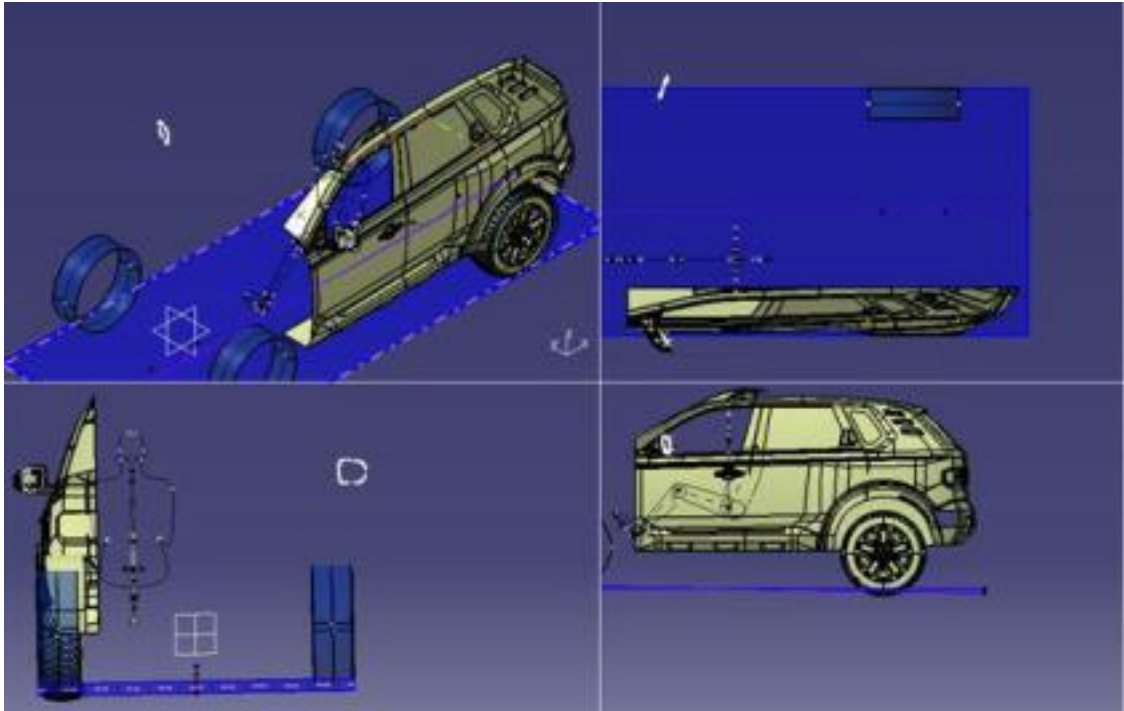


Рис. 4.13 - Частина кузова автомобіля із дзеркалом заднього виду базової конструкції (Surface 5)

Необхідно встановити параметри в модулі «CAVA Vision Mirror».

У вкладці Definition, що представлена рис. 4.14, вводяться такі дані дзеркала заднього виду:

- тип дзеркального елемента – Spherical (Сферичний);
- Radius – радіус дзеркального елемента (1260 мм);
- Rotation Point – точка обертання дзеркального елемента (Point 3, дана точка завантажується в CAVA з 3D моделі дзеркала);
- Contour – контур поверхні дзеркального елемента (Curve 12, контур створюється інженером до розрахунку).

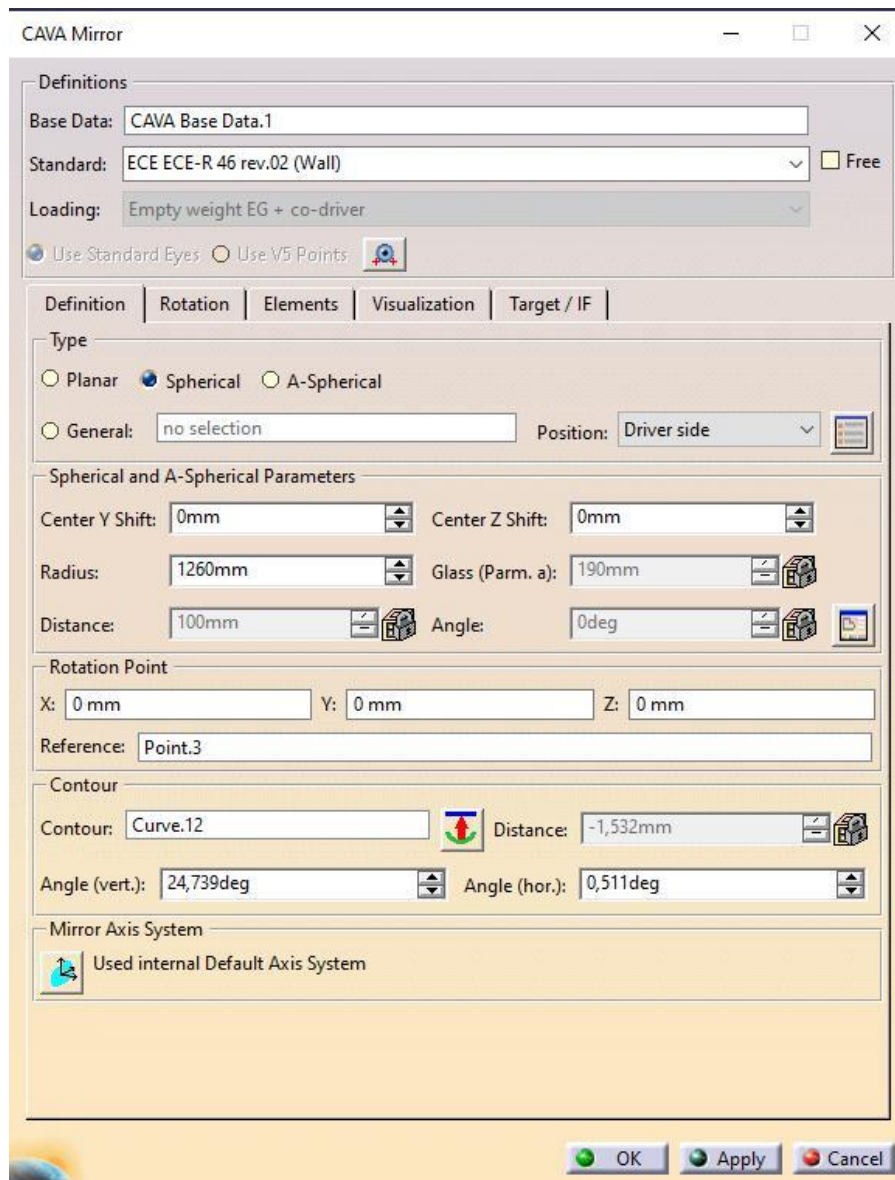


Рис. 4.14 - Вкладка Definition у модулі CAVA Vision

Вступні дані для модуля CAVA Vision Mirror представлені рис. 4.15.

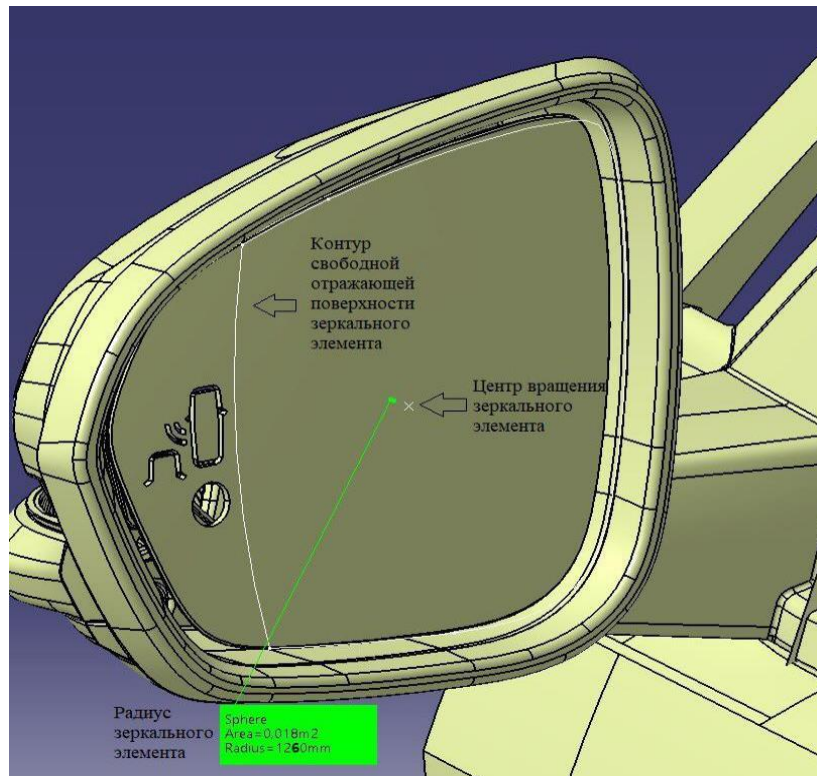


Рис. 4.15 - Дзеркало базової конструкції

Ділянка дзеркального елемента, де розташовується датчик сліпих зон, який представлений на рис. 4.15, не є відбиваючою поверхнею через свою конструкцію і, отже, не входить в контур відбиваючої поверхні Curve 12.

У вкладці Elements, представлений рис. 4.16, необхідно задати такі параметри:

- поверхня перекриття, тобто геометрію частини кузова автомобіля Surface 5, представлену на рис. 4.2, яка відображатиметься в контурі дзеркального елемента;
- on mirror Surfaces – функція для створення геометрії відображення на поверхні контуру дзеркального елемента;
- use for Blocking Calculation - функція обліку кузова під час розрахунку перешкоди;
- indirect - ця функція вибирається т.к. кузов є елементом, розташованим по дорозі променів за дзеркальним елементом;
- outside Blocking - ця функція вибирається так як кузов є зовнішнім елементом.

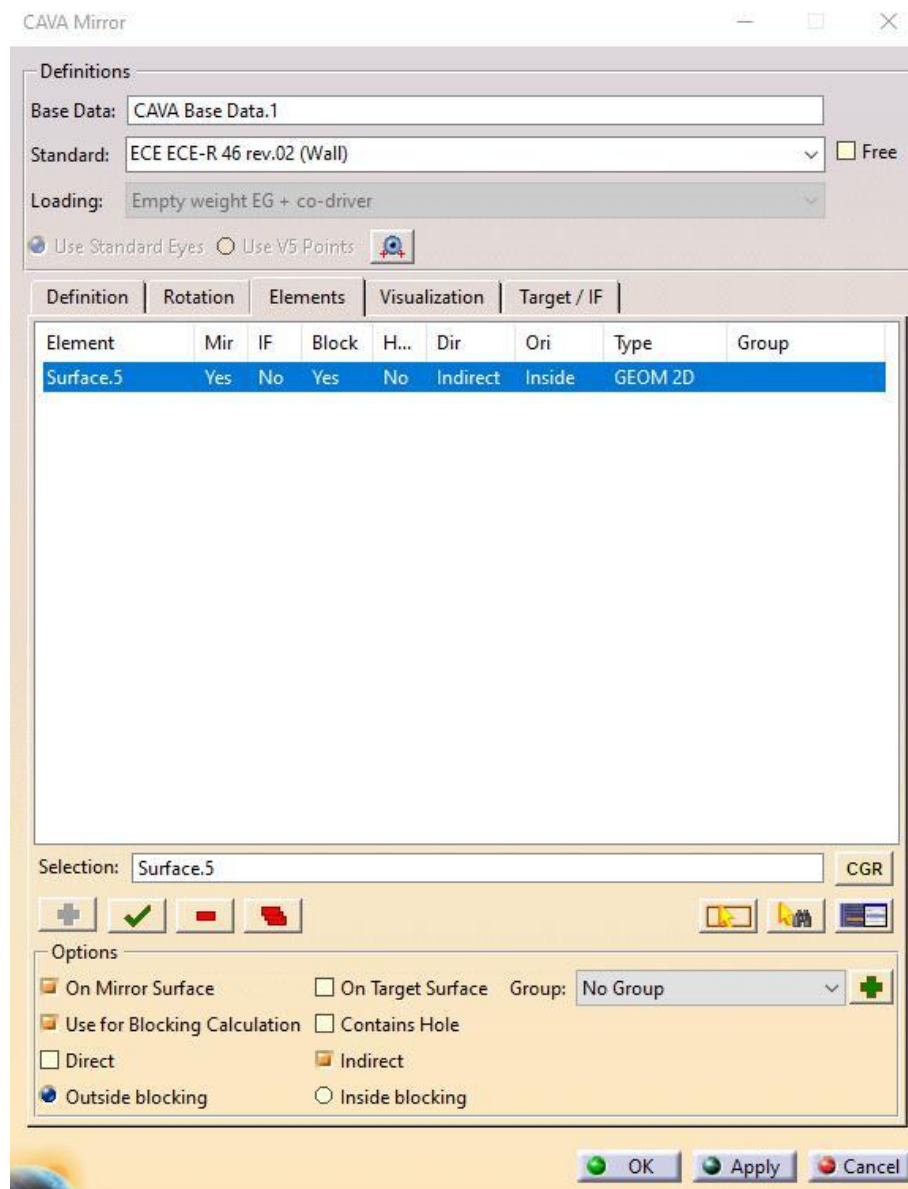


Рис. 4.16 - Вікно модуля CAVA Mirror Elements

У вкладці Visualization, представлений рис. 4.17, вибираються налаштування візуалізації розрахунку.

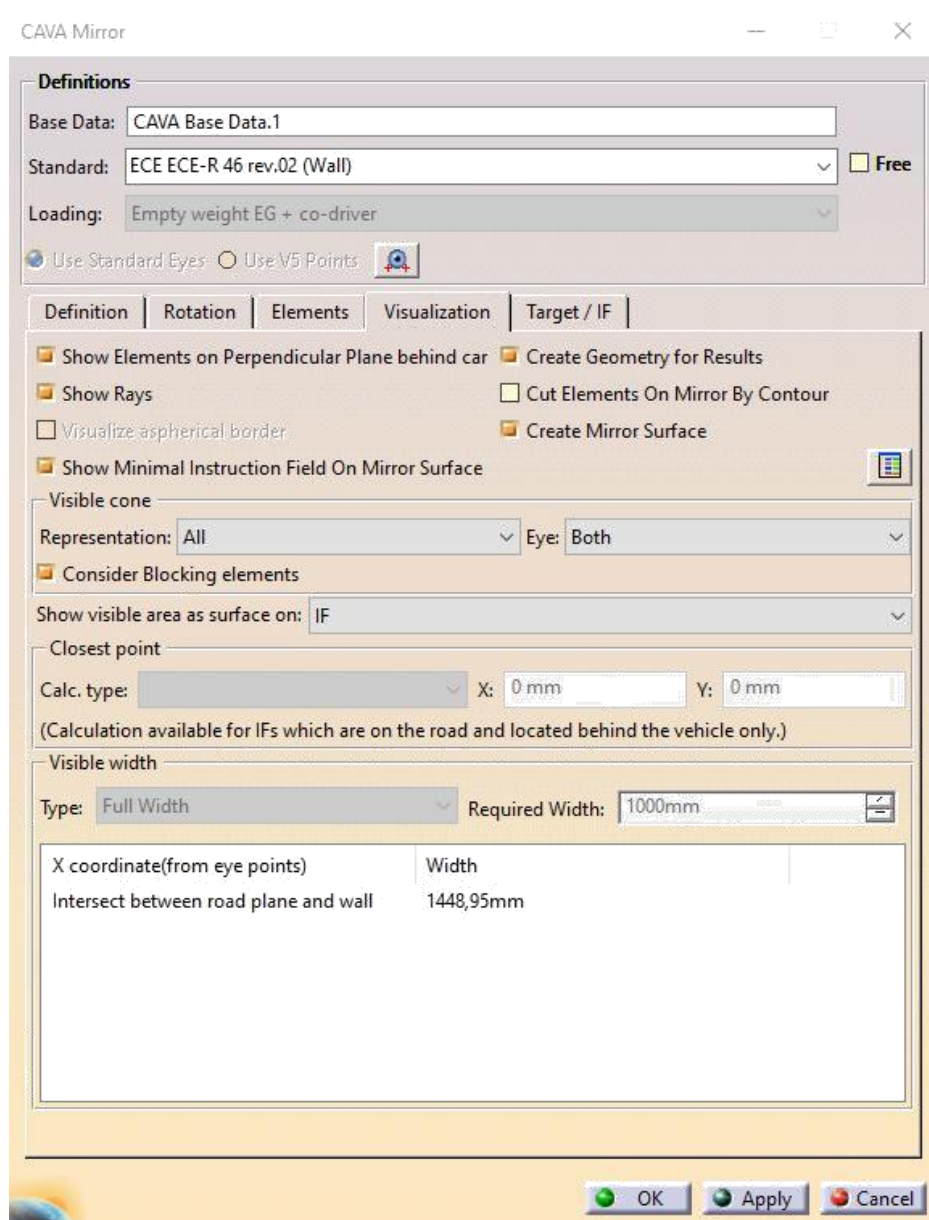


Рис. 4.17 - Вікно модуля CAVA Mirror Elements Visualization

Тут вибираються такі параметри:

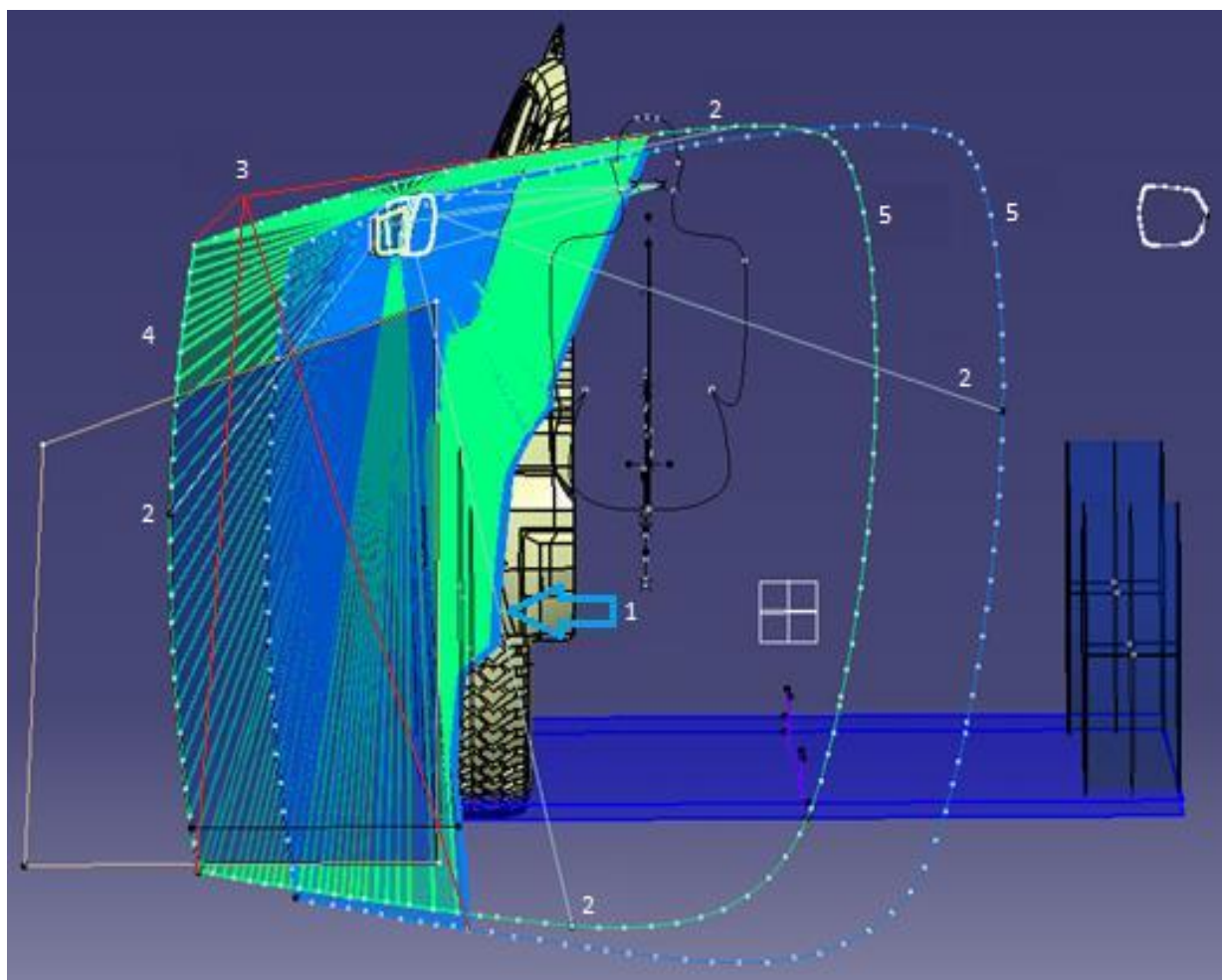
- Show Elements on Perpendicular Plane behind car – моделювання відображення кузова на контурі дзеркального елемента;
- Show rays – функція для відображення додаткових чотирьох променів від контуру дзеркального елемента до вимірювальної площини. Необхідно визначення крайніх видимих меж контуру дзеркального елемента;
- Show Minimal Instruction Field On Mirror Surface - функція для моделювання вільної площі контуру дзеркального елемента, яка не включає кузов автомобіля;

- Create Geometry for Result Create Mirror Surface – моделювання променів відбиття від контуру дзеркального елемента до обчислювального поля;
- Representation (All) - відображення всіх променів, що генеруються при розрахунку;
- Eye (Both) – створення променів від обох очей водія;
- Consider Blocking Elements - включення у перевірку оглядовості видимих елементів автомобіля;
- Show visible area as surface on (IF) – видима область генерується на вимірювальній площині як поверхню.

На рис. 4.18 представлена візуалізація розрахунку та також позначені цифрами пункти вибраних параметрів у вкладці CAVA Mirror Elements Visualization.

У вкладці Rotation відображається результат перевірки на рис. 4.19, а також відсоток покриття інструктивним полем контуру дзеркального елемента.

Інструктивне поле (англ. Instruction field) – це трапеція, що генерується програмою CAVA, яка є показником покриття контуру дзеркального елемента. Як можна бачити, відсоток покриття для лівого та правого ока у пункті IF Blockage відповідно дорівнюють 55,782 % та 32,145 %, що в середньому обчислюється програмою CAVA як 32,145 %. Середній відсоток покриття перевищує допустимі Total Perm рівний 10%. Величина покриття 32,145 % означає, що лише 67,875 % інструктивного поля вважаються видимими на дзеркальному елементі. Це неприпустимо і ставить заборону на омологацію цього типу дзеркала на автомобіль. Відповідно до вимог щонайменше 90 % інструктивного поля має покриватися контуром дзеркального елемента, тобто мають бути видимі на дзеркальному елементі.



1 – моделювання відображення кузова на дзеркальному елементі; 2 - чотири крайні промені; 3 – мінімальна площа контуру дзеркального елемента (без кузова); 4 - моделювання променів відображення (промені зеленого та синього кольору); 5 - моделювання обчислювальних полів за контуром дзеркального елемента (поле зеленого кольору - ліве око водія, поле синього кольору - праве око водія)

Рис. 4.18 - Результат моделювання оглядовості дзеркала базової конструкції

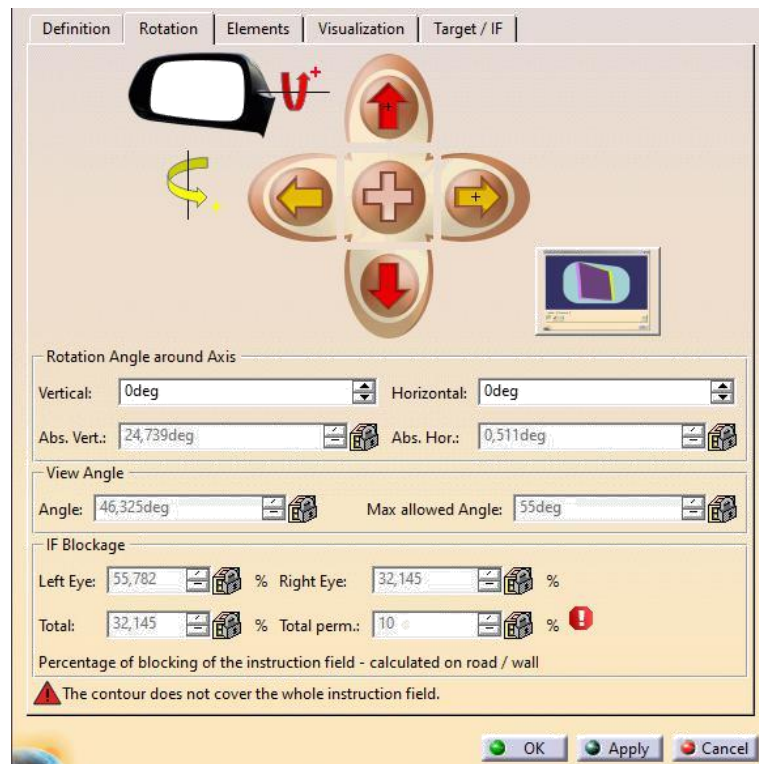


Рис. 4.19 - Результат перевірки оглядовості дзеркала базової конструкції

На рис. 4.20 та 4.21 представлена візуалізація перевірки оглядовості.

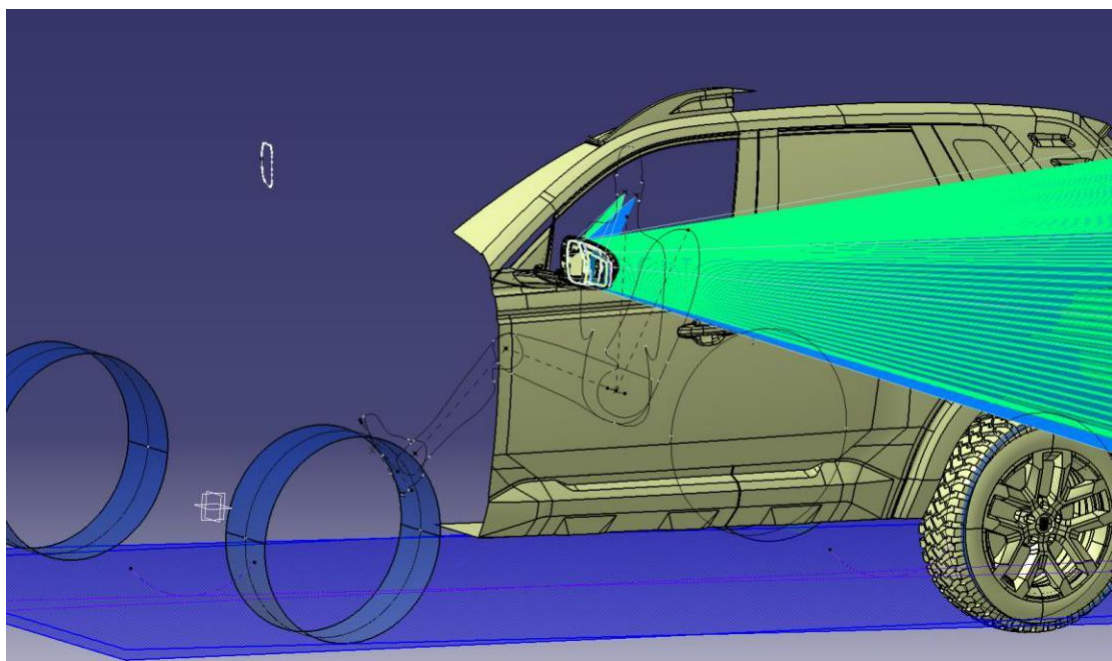


Рис. 4.20 - Бічний вид візуалізації моделювання дзеркала базової конструкції

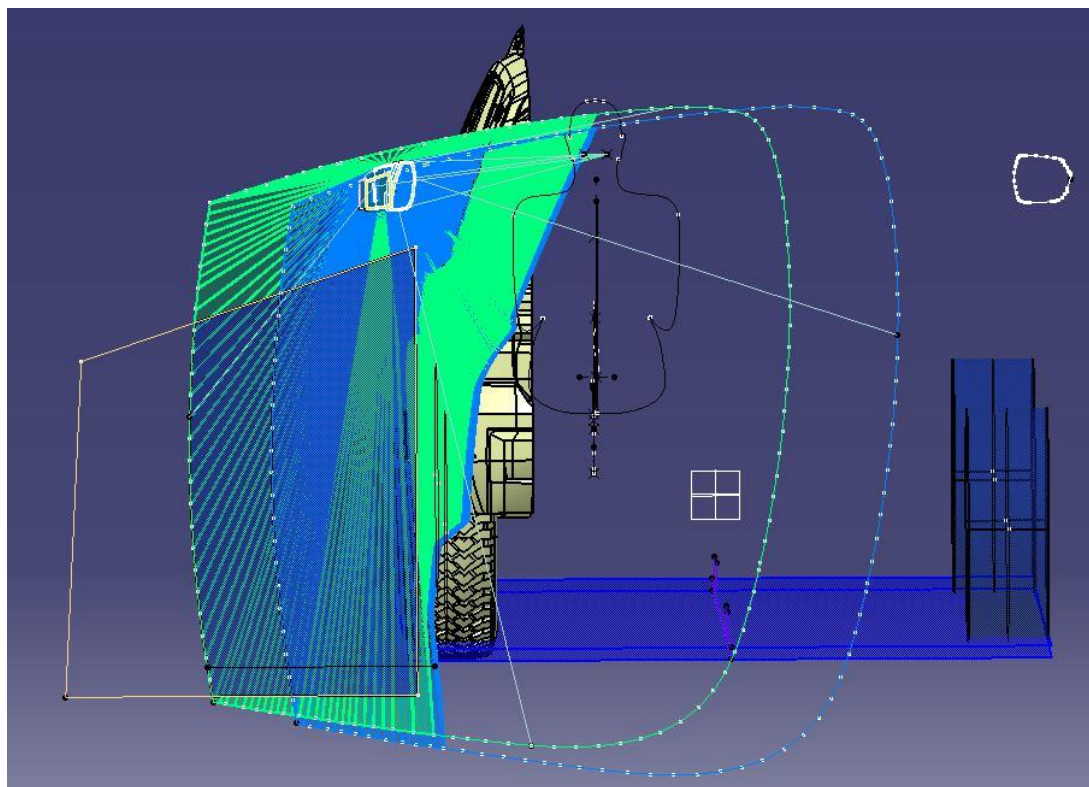


Рис. 4.21 - Основний вид візуалізації моделювання дзеркала базової конструкції

Проведене моделювання та розрахункова оцінка оглядовості дзеркала базової конструкції за допомогою спеціалізованого модуля CAVA Vision від SOLIDWORKS дозволили отримати кількісні показники його відповідності чинним регуляторним вимогам. Основна мета розрахунку полягала у верифікації критично важливого параметра — відсотка покриття контуру дзеркального елемента так званим інструктивним полем (IF Blockage), яке є індикатором площі, що перекривається елементами кузова або, у даному випадку, елементами самого дзеркального пристрою. Вихідні дані моделювання, включно з координатами окулярних точок водія та контуром дзеркального елемента, були ретельно внесені для забезпечення максимальної достовірності результатів, що відображають реальну ситуацію з місця водія.

Результати перевірки підтвердили фундаментальну конструктивну проблему дзеркала базового виконання, яке передбачає інтеграцію індикатора датчика сліпих зон безпосередньо у відбивний елемент. Зокрема, розрахунок показав, що середній відсоток покриття інструктивним полем становить 32,145%.

Цей показник більш ніж утричі перевищує максимально допустимий регуляторний ліміт, встановлений на рівні 10%. Така невідповідність означає, що частина відбивної поверхні, яка є критичною для забезпечення безпечної оглядовості та маневрування, виявилася заблокованою через розміщення на ній елемента системи безпеки, що прямо забороняє омологацію та легальне використання такого дзеркала.

Таким чином, оцінка оглядовості дзеркала базової конструкції чітко засвідчила її непридатність для використання з погляду нормативних вимог, а також підтвердила наявність експлуатаційних ризиків, пов'язаних із потенційним перекриттям світіння індикатора сонячними відблисками або світлом фар автомобілів, що рухаються позаду. Цей висновок наголошує на гострій потребі в інженерному втручанні та оптимізації конструкції. Виходячи з цього, подальше дослідження має бути спрямоване на пошук рішення, яке б дозволило повністю звільнити критично важливу відбивну площу дзеркального елемента, перемістивши індикатор сліпих зон таким чином, щоб досягти показника покриття інструктивним полем, що відповідає вимозі не більше 10%

Висновки до розділу:

Базова конструкція датчика сліпих зон не задовольняє вимогам оглядовості. Для підтвердження цього було виконано таке:

- проаналізовано базову конструкцію датчика сліпих зон;
- проведено розрахунок на оглядовість базової конструкції, з докладним описом процесу введення даних та описом функцій модулів програми CAVA;
- проведено аналіз головного показника розрахунку, яким є відсоток покриття для лівого та правого ока, який у середньому обчислювався програмою CAVA як 32 %, що у результаті відповідає вимогам оглядовості.

РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ОГЛЯДОВОСТІ ДЗЕРКАЛА УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

У ході аналізу проведеного розрахунку на перевірку оглядовості дзеркала базової конструкції було виявлено неприпустимі показники величин покриття конструктивним полем контуру дзеркального елемента. Для вирішення цієї проблеми пропонується нова конструкція датчика сліпих зон, яка передбачає під собою перенесення індикатора за дзеркальний елемент, тим самим звільняючи корисне місце дзеркального елемента і досягаючи максимальної оглядовості. Дзеркало нової конструкції представлено рис. 5.1.

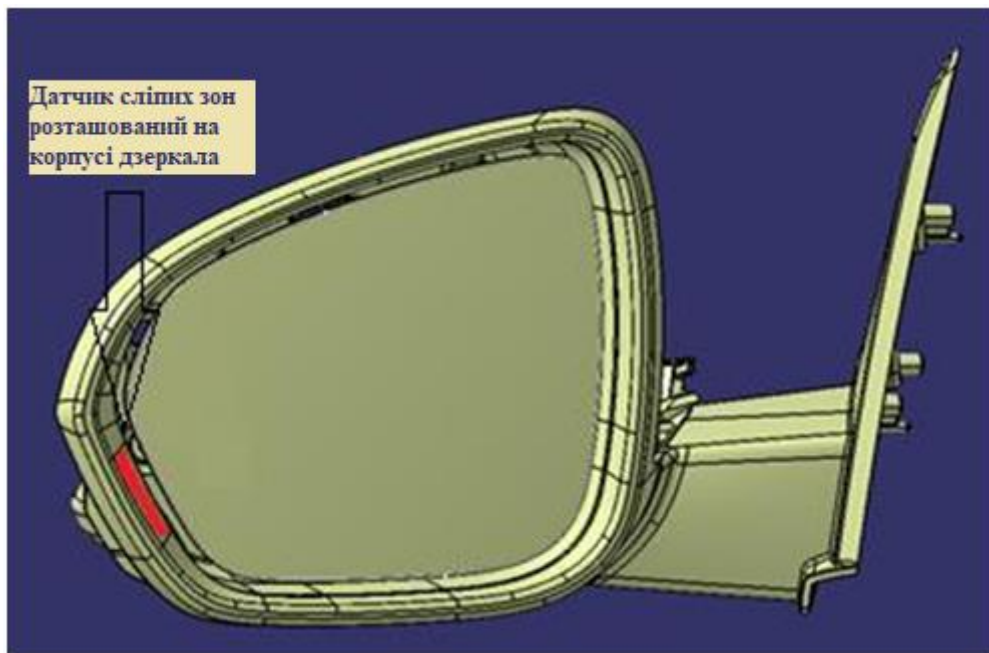


Рис. 5.1 - Дзеркало з перенесеним датчиком сліпих зон

Аналіз оглядовості дзеркала нової конструкції проводили з такими ж вступними параметрами як і під час перевірки дзеркала базової конструкції, за винятком контуру дзеркального елемента. Зважаючи на те, що датчик сліпих зон був перенесений з дзеркального елемента, площа контуру вільної поверхні, що відображає, представлена на рис. 5.2, стала більше, що сприяло поліпшенню показників покриття інструктивним полем контуру дзеркального елемента.

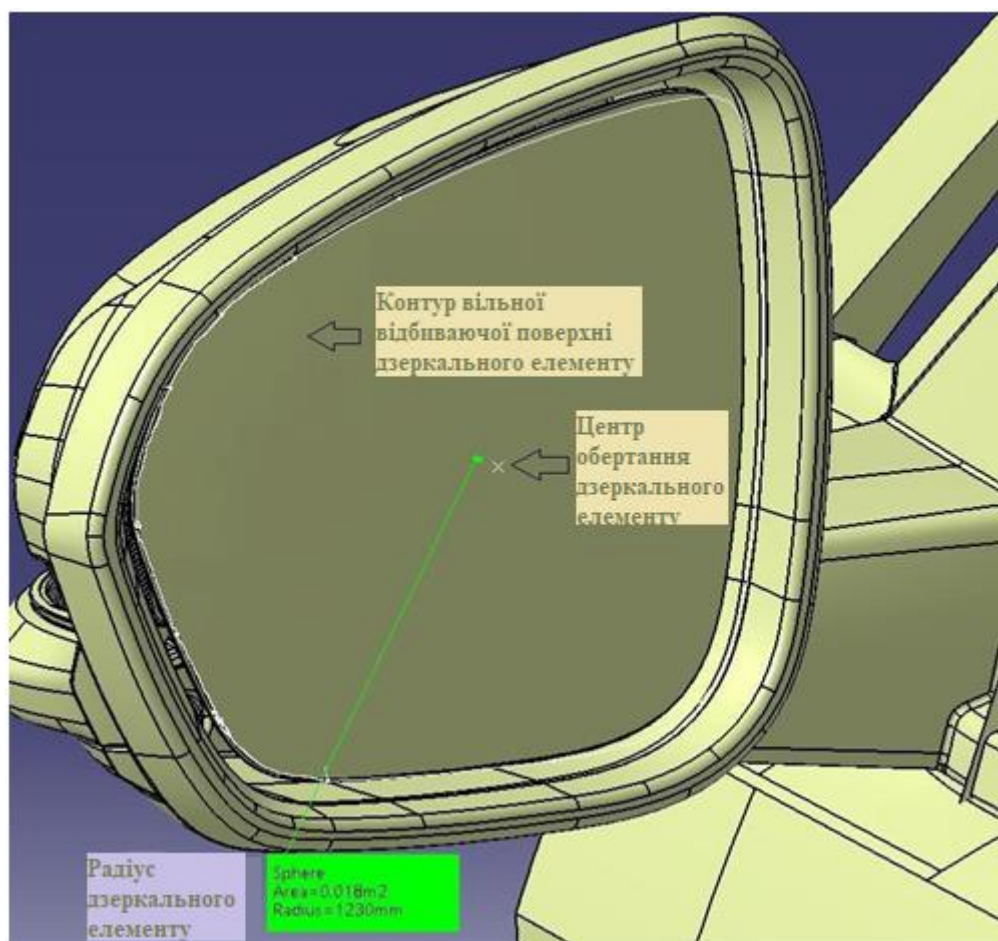


Рис. 5.2 - Контур дзеркального елемента нової конструкції, виділений білою лінією

За результатами перевірки, представленими на рис. 5.3, відсоток покриття для лівого та правого ока у пункті IF Blockage відповідно становив 0 % та 0,502 %, що в середньому вираховується як 0 %. Цей відсоток покриття, очевидно, не перевищує допустимі 10%. Отже, дзеркало даної конструкції повністю відповідає вимогам та омологатія дзеркала допустима. Підсумкова візуалізація розрахунку представлена рис. 5.4.

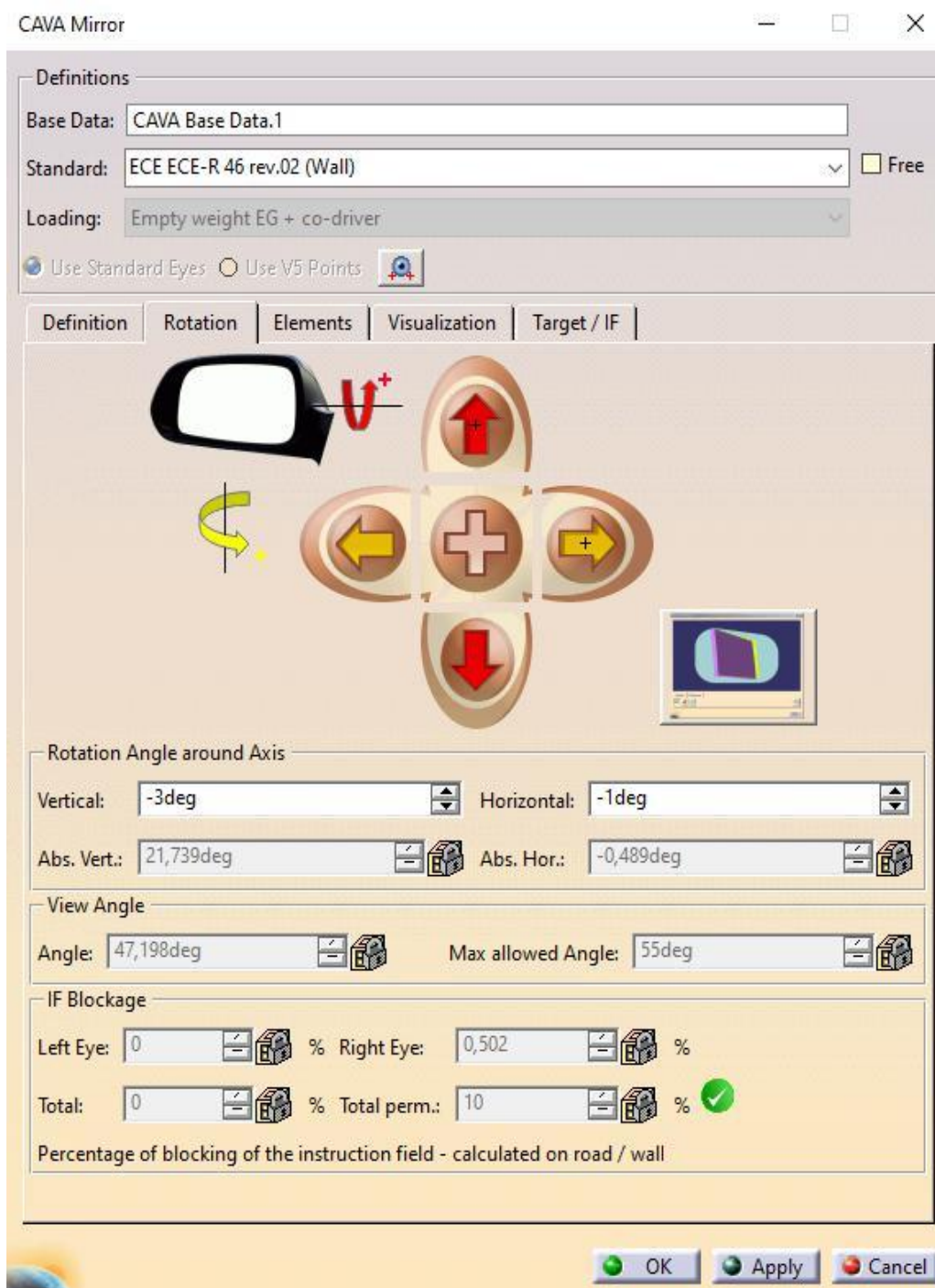
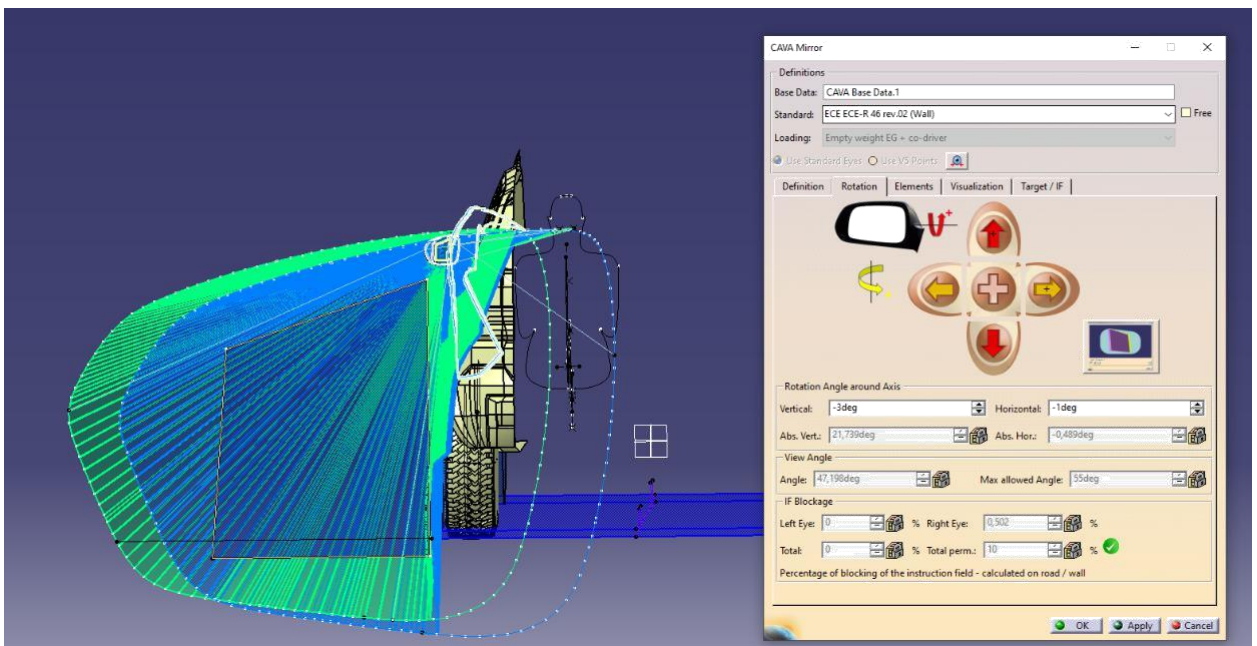
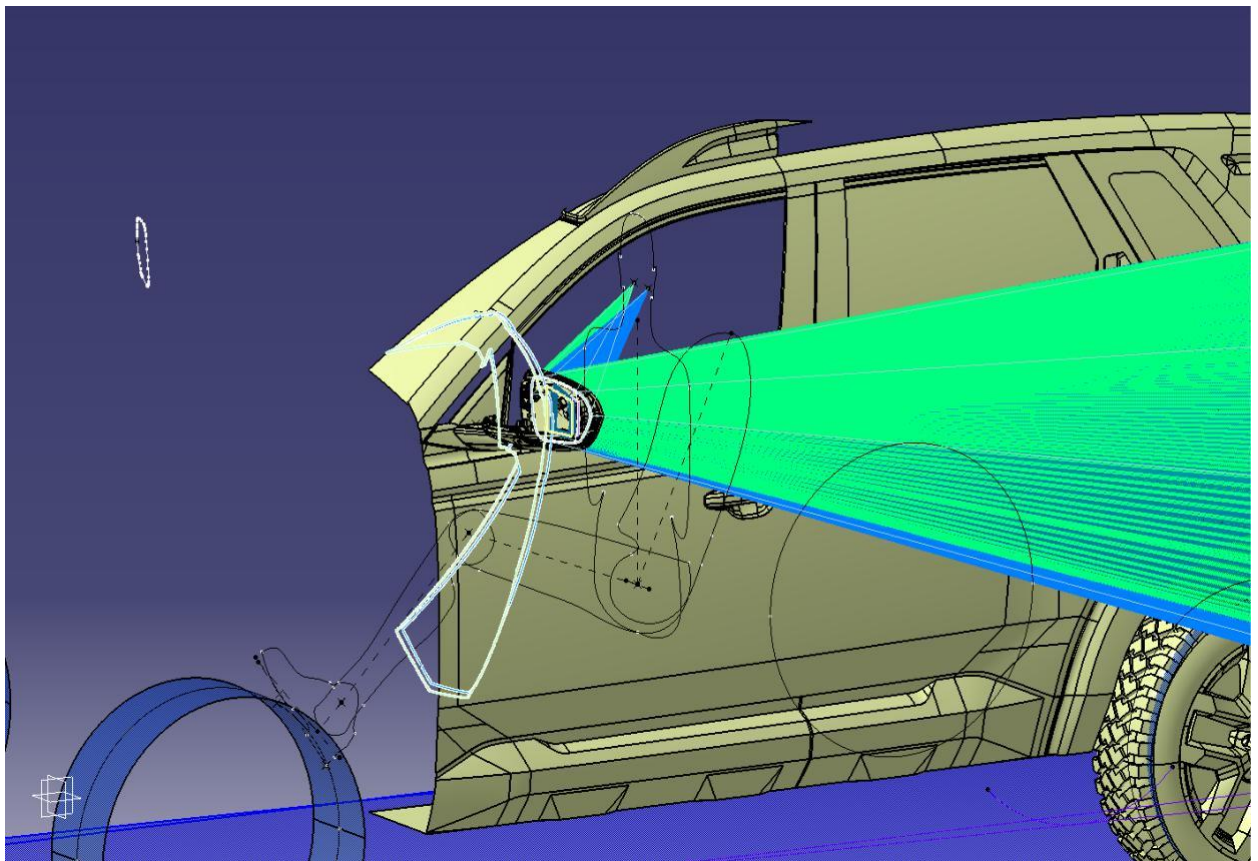


Рис. 5.3 - Результат перевірки дзеркала нової конструкції



а

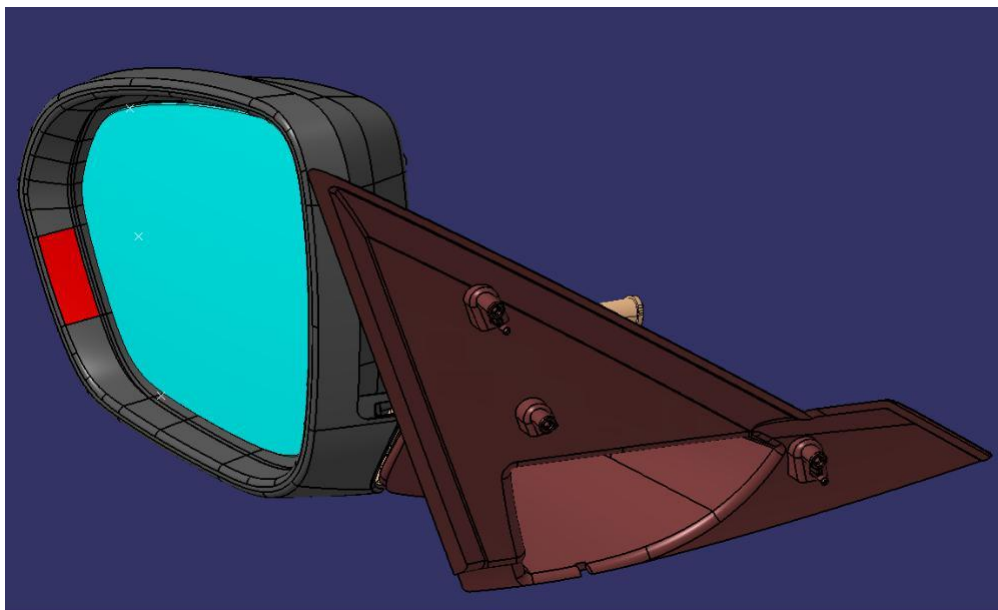


б

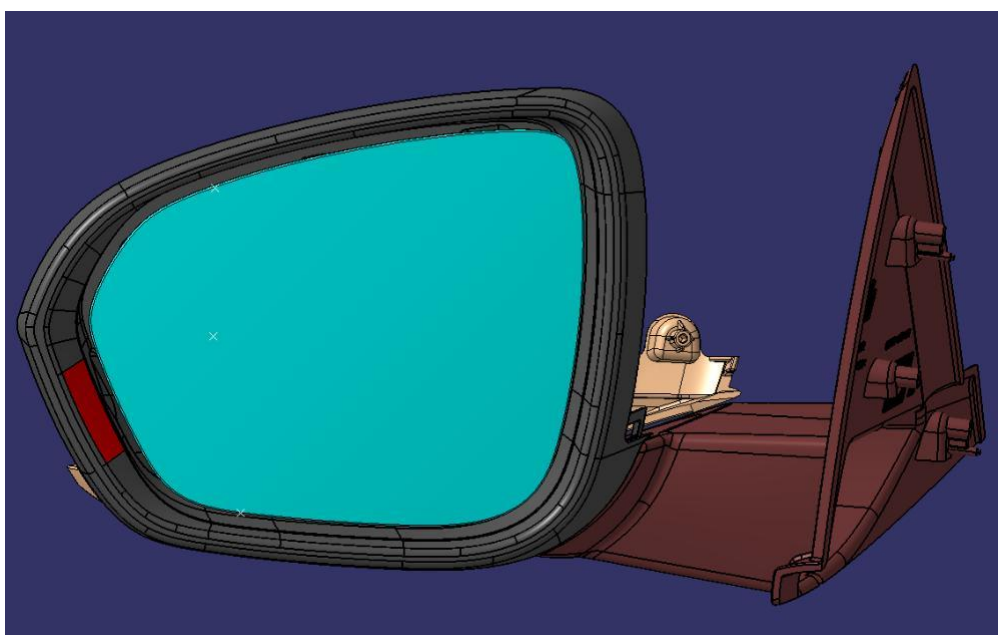
Рис. 5.4 - Результат перевірки оглядовості дзеркала нової конструкції:

а - вид ззаду; б - вид збоку.

На рис. 5.5 представлений загальний вигляд дзеркала заднього виду нової конструкції з перенесеним датчиком сліпих зон із дзеркального елемента на внутрішню частину корпусу.



а



б

Рис. 5.5 - Дзеркало нової конструкції з перенесеним датчиком сліпих зон: а - вид збоку; б – вид спереду

Висновки до розділу.

Запропонована нова конструкція датчика сліпих зон повністю задовольняє вимогам оглядовості. Для підтвердження цього було виконано наступне:

- проаналізовано базову конструкцію датчика сліпих зон та запропоновано нову, яка вимагає підтвердження розрахунком;
- виконано розрахунок, головним показником якого є відсоток покриття для лівого та правого ока, що в середньому вираховується програмою CAVA, як 0 %, що в результаті відповідає вимогам оглядовості;
- запропоновано нове місце для монтажу датчика сліпих зон, а саме внутрішню частину корпусу дзеркала заднього виду, так як цей варіант більш оптимальний та візуально зручний для контролю водієм ситуації на дорозі при виконанні маневрів.

ВИСНОВКИ

1. Порушено питання актуальності оптимізації конструкцій дзеркал заднього виду в автомобілях.
2. Проведено аналіз наявної номенклатури автомобільних дзеркал у світі та проаналізовано вимоги до об'єктів, що досліджуються.
3. Проведено аналіз технічних вимог до дзеркал заднього виду та проаналізовано вимоги до датчиків сліпих зон.
4. Виявлено недоліки існуючих конструкцій систем виявлення сліпих зон.
5. Виконано огляд можливостей програмного забезпечення CAVA, необхідного для розрахунку на оглядовість.
6. Проведено розрахунок базової конструкції дзеркала заднього виду, який доводить неможливість встановлення на автомобіль базової системи виявлення сліпих зон.
7. Запропоновано використовувати нову конструкцію датчика сліпих зон, що передбачає перенесення індикатора з дзеркального елемента на корпус дзеркала заднього виду, що задовольняє вимогам оглядовості. Вибрано червоний колір свічення індикатора датчика сліпих через те, що помаранчевий колір може помилково сприйматися іншими учасниками руху, як показчик повороту, що спричиняє ризик виникнення аварійних ситуацій.
8. Обґрунтовано нове місце для монтажу датчика сліпих зон (внутрішня частина корпусу дзеркала заднього виду), як більш оптимальний та візуально зручний варіант для контролю водієм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Статистика ДТП за 2024 рік. В Україні за рік сталося понад 25 тисяч ДТП – поліція. Korrespondent.net. [Електронний ресурс]. URL: <https://ua.korrespondent.net/ukraine/4750048-v-ukraini-za-rik-stalosia-ponad-25-tysiach-dtp-politsiia> (Дата публікації: 23.01.2025 р.)
2. Правила ЄЕК ООН № 46: Єдинообразні приписи, що стосуються офіційного затвердження дзеркал заднього виду та механічних транспортних засобів стосовно установки на них дзеркал заднього виду. ООН, Економічна комісія для Європи (ЄЕК). Женева, 2017.
3. Volvo Cars [Електронний ресурс]: URL: <https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/photos>
4. Buick. Side Blind Zone Alert in Buick LaCrosse. Електронний ресурс. URL: <https://www.auto123.com/en/news/side-blind-zone-alert-in-buick-lacrosse/21661> (Дата звернення: 14.11.2025).
5. SAE J2802-2015. Blind Spot Monitoring System (BSMS): Operating Characteristics and User Interface. Warrendale, PA: SAE International, 2015. 10 p.
6. ISO 17387:2008. Intelligent transport systems — Lane change decision aid systems (LCDAS) — Performance requirements and test procedures. Geneva: ISO, 2008. 60 p.
7. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги, щодо безпечності технічного стану та методи випробування. Київ: Держспоживстандарт України, 2010.
8. Choi Kyoungtaek, Jung Ho Gi. Cut-in vehicle warning system exploiting multiple rotational images of SVM cameras. Expert Systems with Applications. 2019. Vol. 125. P. 81–99. doi:10.1016/j.eswa.2019.01.081.
9. Ra Moonsoo, Jung Ho Gi, Suhr Jae Kyu, Kim Whoi-Yul. Part-based vehicle detection in side-rectilinear images for blind-spot detection. Expert Systems with Applications. 2018. Vol. 98. P. 116–128. doi:10.1016/j.eswa.2018.02.005.
10. Dooley D., McGinley B., Glavin M. A Blind-Zone Detection Method

Using a Rear-Mounted Fisheye Camera. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2017. Vol. 18(12). P. 3254–3264. doi:10.1109/TITS.2017.2687989.

11. Jung Ho Gi, Suhr Jae Kyu. Rearview Camera-based Stixel Generation for Backing Crash Prevention. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2020. Vol. 21. Iss. 1. P. 117–134. doi:10.1109/TITS.2019.2908092.

12. Nardi F. R., D'Amico A., Vizzari G. Blind Spot Detection Radar System Design for Safe Driving of Smart Vehicles. Applied Sciences. 2023. Vol. 13. Iss. 10. P. 6147. doi:10.3390/app13106147.

13. Sobe J., Stankovic D., Jakovljevic Z. Comparative analysis of flat, convex and aspherical rearview mirror efficiency. Transportation Research Procedia. 2016. Vol. 13. P. 2014–2021. doi:10.1016/j.trpro.2016.05.201.

14. Vachon M. Blind spot monitoring systems: Sensor technologies and performance evaluation. SAE Technical Paper. 2016. No. 2016-01-1433. doi:10.4271/2016-01-1433.

15. Корнієнко В. І., Герасименко О. О. та ін. Конструкція автомобілів: Системи керування та безпеки. Харків: ХНАДУ, 2018. 320 с.

16. Смирнов А. С. Автомобільні сенсорні системи: Навчальний посібник. Київ: НТУ, 2021. 250 с.

17. Bosch GmbH. Bosch Automotive Handbook. 11th ed. Stuttgart: Robert Bosch GmbH, 2018. 1472 p.

18. Jaksch S. Advanced Driver Assistance Systems: From active safety to autonomous driving. Berlin: Springer Vieweg, 2020. 325 p.

19. NHTSA. Blind Spot Monitoring in Light Vehicles - System Performance. Report No. DOT HS 812 558. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration, 2018. 48 p. URL: https://rosap.nhtl.bts.gov/view/dot/24587/dot_24587_DS1.pdf

20. Cicchino J. B. Effects of blind spot monitoring systems on police-reported lane-change crashes. Injury Prevention. 2017. Vol. 23. Iss. 4. P. 250–255. doi:10.1136/injuryprev-2016-042245. URL: <https://www.iihs.org/research->

21. Bhagat A. et al. Development & Testing of a Camera-Based Driver Monitoring System. SAE Technical Paper. 2024. No. 2024-26-0028. doi:10.4271/2024-26-0028. URL: <https://www.sae.org/papers/development-testing-a-camera-based-driver-monitoring-system-2024-26-0028>
22. Abdullah, Mohamad Syafiq. Modelling of Lane Departure Warning System as Car-Driving Assistance using Android-Based System. 2020. 57-61 p.
23. Bing-Fei Wu, Hao-Yu Huang, Chao-Jung Chen, Ying-Han Chen, Chia-Wei Chang, Yen-Lin Chen. A vision-based blind spot warning system for daytime and nighttime driver assistance // Computers & Electrical Engineering. Volume 39. Issue 3. 2020. 846-862 p.
24. Ford. Enhanced Active Park Assist and Blind Spot Information System (BLIS). Электронный ресурс. URL: <https://www.ford.com/technology/driver-assist-technology/enhanced-active-park-assist> (Дата звернення: 14.11.2025).
25. Kyoungtaek Choi, Ho Gi Jung. Cut-in vehicle warning system exploiting multiple rotational images of SVM cameras / Expert Systems with Application. 2019. 81-99 p.
26. MERCEDES-BENZ. Blind Spot Assist: Intelligent Technologies. Электронный ресурс. URL: <https://www.mercedes-benz.com/en/vehicles/intelligent-technologies/blind-spot-assistance> (Дата звернення: 14.11.2025).
27. Moonsoo Ra, Ho Gi Jung, Jae Kyu Suhr, Whoi-Yul Kim. Part-based vehicle detection in side-rectilinear images for blind-spot detection / Expert Systems with Applications. 2018, 116-128 p.
28. VOLVO [Электронный ресурс]: URL: <https://www.volvocars.com/en-th/support/manuals/driver-support/blis/blis-blind-spot-information-system---operation>
29. SOLIDWORKS [Электронный ресурс]. Dassault Systèmes. – URL: <https://help.solidworks.com/> (дата звернення: 19.11.2025).
30. Wu Bing-Fei, Kao Chih-Chung, Li Ying-Feng, Tsai Min. A Real-Time Embedded Blind Spot Safety Assistance System / International Journal of Vehicular Technology. 2020. 12-23 p.