

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: «Підвищення активної і пасивної безпеки автобуса особливо ма-
лого класу БАЗ-2215»

Виконав: студент IV курсу групи Ат-42сп

Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

Кирило Бровченко
(ім'я та прізвище)

Керівник: Олег Миронюк
(ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

Бровченко К. А. Підвищення активної і пасивної безпеки автобуса особливо малого класу БАЗ-2215 : кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 62 с.

Табл. 3; рис. 28; бібліогр. джерел 21.

Розглянуто вимоги, що ставляться до конструктивної безпеки автомобілів. Особлива увага зосереджена на забезпеченні пасивної безпеки з огляду зменшення травмування пасажирів і водіїв автотранспортних засобів.

Проведений аналіз травматизму водіїв та пасажирів внаслідок ДТП за участю автобусів особливо малого класу. З'ясовано конструктивні недоліки автобусів, що проявляються за вказаних умов. Приведені дані стосовно стендових, полігонних та експлуатаційних випробувань автобусів на конструктивну безпеку.

Метою випускної кваліфікаційної роботи є розробка заходів із забезпечення пасивної безпеки автобусів особливо малого класу завдяки запропонованому технічному рішенню встановлення ременів безпеки та вирішення проблем кріплення сидінь.

Практична цінність випускної кваліфікаційної роботи полягає в тому, що запропоновані заходи дозволять підвищити пасивну безпеку автобусів особливо малого класу.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	6
1.1 Загальні вимоги до конструктивної безпеки автомобілів.....	6
1.2 Вимоги до автомобіля стосовно його активної безпеки	13
1.3 Пасивна безпека автомобілів	18
Висновки	19
2 АНАЛІЗ СТАНУ ТРАВМАТИЗМУ ПАСАЖИРІВ АВТОБУСІВ...	20
2.1 Аналіз травматизму водіїв та пасажирів внаслідок ДТП за участю автобусів особливо малого класу	20
2.2 Характеристика автобуса особливо малого класу БАЗ-2215	22
2.3 Аналіз конструктивних недоліків автобусів особливо малого класу .	25
2.4 Дані стендових, полігонних та експлуатаційних випробувань на конструктивну безпеку.....	27
2.5 Вітчизняні та закордонні вимоги до конструктивної безпеки автомобілів	32
Висновки	33
3 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ З ПІДВИЩЕННЯ ПАСИВНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОБУСА БАЗ-2215	35
3.1 Аналіз рішень відносно застосування ременів безпеки.....	35
3.2 Пропоноване рішення встановлення ременів безпеки.....	41
3.3 Аналіз технічних рішень кріплення сидінь.....	47
3.3.1 Підсилення підлоги.....	47
3.3.2 Модернізація вузла кріплення сидінь до підлоги.....	51
Висновки	54
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	55
4.1 Методика визначення економічних показників автобуса	55
4.2 Розрахунок економічної ефективності використання удосконаленого автобуса.....	58
Висновки	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62

ВСТУП

На теперішній час автомобільний транспорт займає провідне місце в задоволенні постійно зростаючих потреб ринкової економіки України, що розвивається. Досягнення науково-технічного процесу, сприяють здійснюванню масового випуску легкових автомобілів для задоволення потреб населення. Останні роки характеризуються значним збільшенням їх виробництва та продажу, особливо на вторинному ринку.

Проте процес автомобілізації не обмежується лише збільшенням парку автомобілів. Швидкі темпи розвитку автотранспорту зумовили певні проблеми, такі як безпечна експлуатація, якісне та недороге обслуговування, забруднення навколишнього середовища, для вирішення яких потрібен науковий підхід та значні матеріальні витрати [12].

Передбачається переважаючий розвиток автомобільного транспорту загального користування. Характерною рисою у розвитку міських пасажирських перевезень є підвищення ролі автобусів.

Незважаючи на зростаючий обсяг перевезень, розвиток автобусного транспорту ще значно відстає від зростаючих потреб населення.

Разом із технічним вдосконаленням автомобілів неухильно зростає і їхня потужність. Цей позитивний розвиток у поєднанні зі зростаючою щільністю транспортних потоків спричиняє посилення вимог до уважності та пильності водія.

Але, незважаючи на впроваджені, особливо останнім часом, інноваційні ідеї стосовно активної та пасивної безпеки повністю виключити або уникнути аварійної ситуації неможливо.

Тому тема випускної кваліфікаційної роботи є дуже актуальною.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Загальні вимоги до конструктивної безпеки автомобілів

На безпеку дорожнього руху впливає велика кількість чинників. Для зручності вивчення всі ці чинники умовно ділять на чотири взаємопов'язані частини (водій, автомобіль, дорога, середовище) і розглядають як елементи єдиного комплексу (ВАДС) [9].

Забезпечити БДД або безпеку комплексу ВАДС означає домогтися мінімально можливого числа ДТП і числа постраждалих в умовах автомобілізації: зростання кількості автомобілів і збільшення швидкостей руху.

Кінцевою метою забезпечення безпеки комплексу ВАДС є створення та експлуатація високоефективних транспортних систем на основі раціонального використання можливостей людини та технічних засобів з мінімальним негативним впливом останніх. Конструктивна безпека автомобіля є складною його властивістю. Для зручності вивчення окремих аспектів її ділять на активну, пасивну, післяаварійну та екологічну [2, 9, 14].

Активна безпека автомобіля – властивість автомобіля запобігати дорожньо-транспортній пригоді (знижувати ймовірність її виникнення). Активна безпека проявляється у період, що відповідає початковій фазі ДТП, коли водій може змінити характер руху автомобіля.

Активну безпеку ТЗ визначають такі властивості:

- компонувальні параметри автомобіля (габаритні та вагові);
- тягова динамічність;
- гальмівні властивості;
- стійкість;
- керованість;
- інформативність;
- обладнання робочого місця водія, його відповідність вимогам ергономіки;
- надійність транспортних засобів, їх комплектуючих та елементів

обладнання, що впливають на ймовірність виникнення ДТП.

Важливими факторами активної безпеки автомобіля є оглядовість дороги водієм через вітрове скло та дзеркала заднього виду, зручність розміщення водія на сидінні, захищеність його від вібрацій та шуму, характеристики мікроклімату, доступність та зручність користування органами управління, оглядовість та інформативність панелі приладів та багато іншого (рис.1.1).

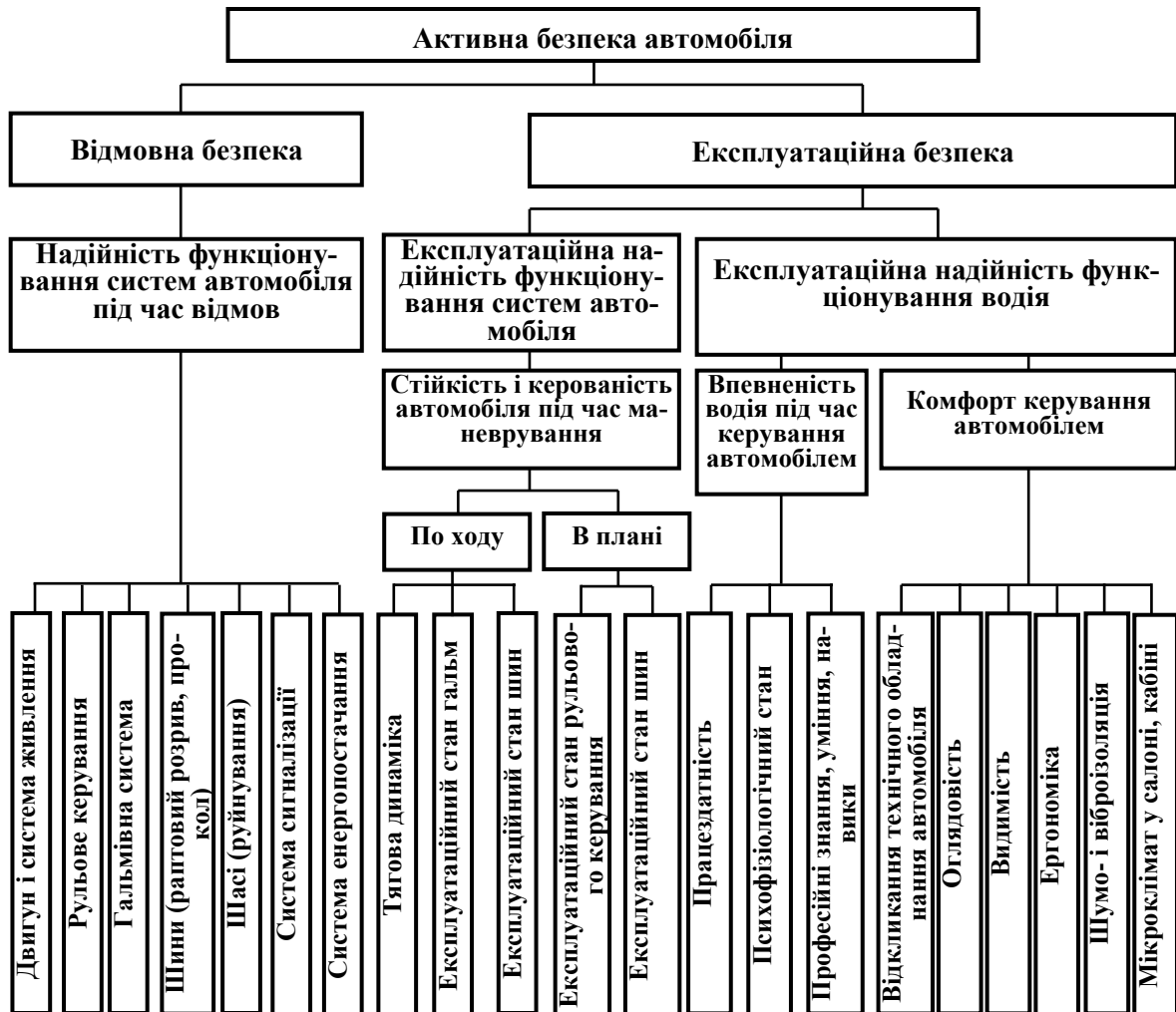


Рисунок 1.1 – Структурна схема активної безпеки автомобіля

Пасивна безпека автомобіля – властивість автомобіля зменшувати тяжкість наслідків ДТП. Пасивна безпека проявляється в період, коли водій, незважаючи на прийняті заходи безпеки, не може змінити характер руху автомобіля і запобігти дорожньо-транспортній пригоді (кульмінаційна фаза ДТП).

Розрізняють внутрішню пасивну безпеку, що знижує травматизм пасажирів, водія та забезпечує збереження вантажів, що перевозяться автомобілем та зовнішню безпеку, що зменшує можливість завдання пошкоджень іншим учасникам руху.

Післяаварійна безпека автомобіля – властивість автомобіля зменшувати тяжкість наслідків дорожньо-транспортної пригоди після його зупинки (кінцева фаза ДТП). Ця властивість характеризується можливістю швидко ліквідувати наслідки події та запобігати виникненню нових аварійних ситуацій.

Пасивна безпека тісно взаємопов'язана з післяаварійною безпекою ТЗ і зазвичай розглядають їх спільно.

Структурну схему елементів пасивної безпеки автомобіля представлено на рисунку 1.2.

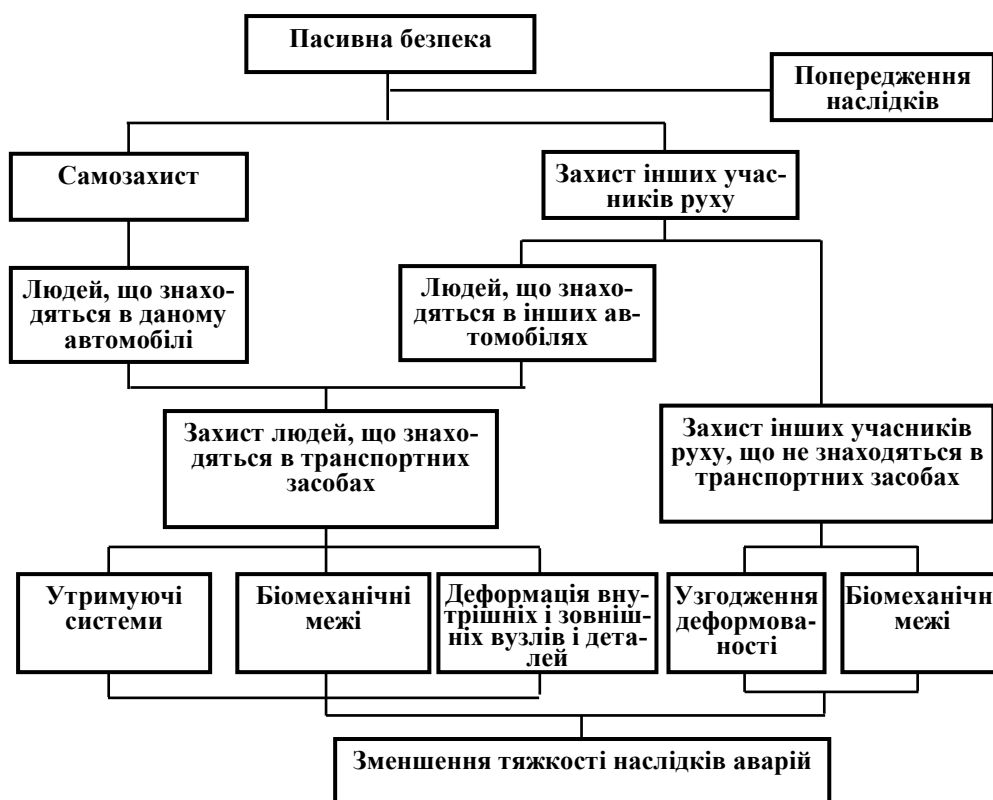
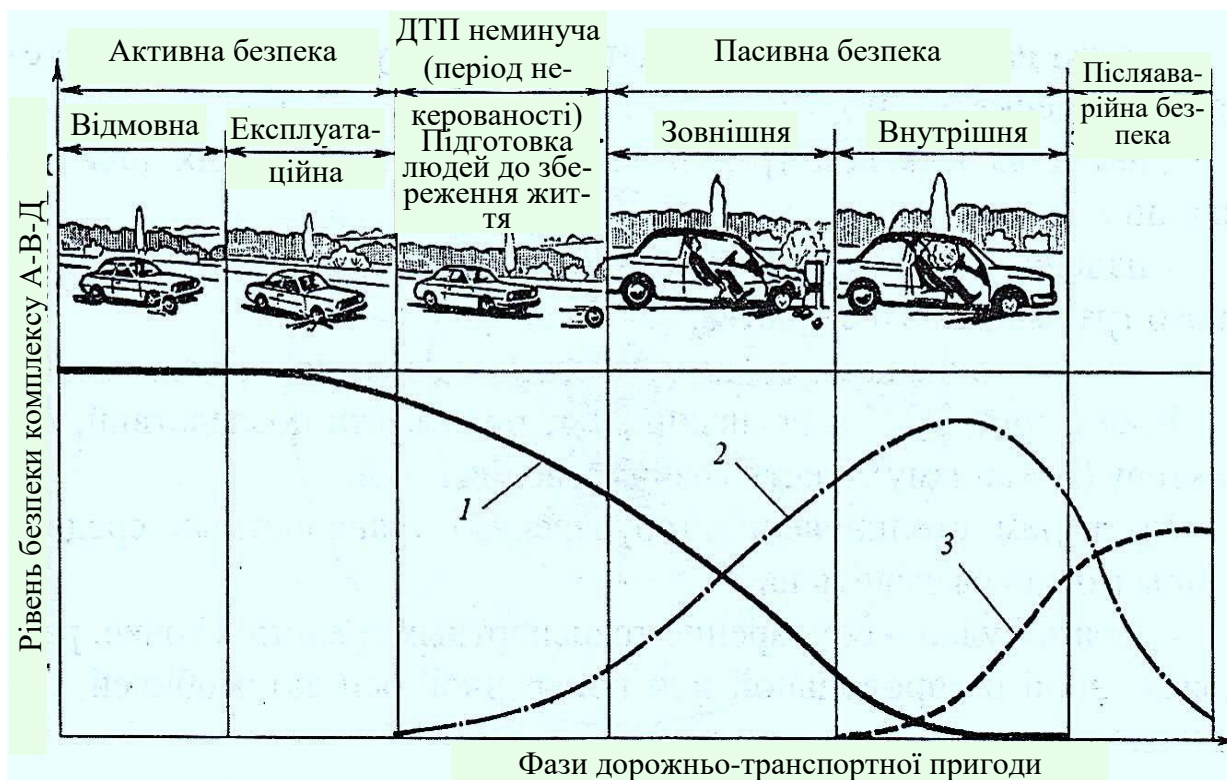


Рисунок 1.2 – Структурна схема пасивної безпеки автомобіля [2]

На рис. 1.3 умовно показано динаміку зміни рівнів безпеки системи «Водій-Автомобіль-Дорога-Середовище» у різних фазах дорожньо-транспортної пригоди.



1 – рівень активної безпеки; 2 – рівень пасивної безпеки; 3 – рівень післяаварійної безпеки

Рисунок 1.3 – Динаміка зміни рівнів безпеки системи «ВАДС» у різних фазах дорожньо-транспортної пригоди:

Екологічна безпека автомобіля – властивість автомобіля, що дозволяє зменшувати шкоду, яку завдають учасникам руху та навколишньому середовищу в процесі його нормальної експлуатації. Таким чином, екологічна безпека, що проявляється під час повсякденної роботи автомобіля, докорінно відрізняється від перерахованих вище трьох видів безпеки, які проявляються лише за дорожньо-транспортної пригоди (явищі екстраординарному, хоч і поширеному).

Описані вище види безпеки розглядаються ізольовано один від одного, проте це робиться лише для простоти вивчення. Насправді всі вони пов'язані між собою, впливають один на одного, і не завжди можна провести чітку межу між окремими видами безпеки. Так, наприклад, хороша гальмівна система, що дозволяє зупинити автомобіль на короткій відстані, підвищує ймовірність

запобігання ДТП, покращуючи активну безпеку автомобіля. Крім того, чим ефективніша гальмівна система, тим більше сповільнення автомобіля вона забезпечує на тій самій відстані. Отже, якщо навіть не вдасться запобігти наїзду чи зіткненню, то ймовірна тяжкість наслідків ДТП все ж таки буде меншою, тобто підвищиться пасивна безпека. Замки автомобільних дверей повинні витримувати великі навантаження, не відкриваючись, щоб запобігти випаданню пасажирів під час ДТП (пасивна безпека). Водночас вони не повинні заклинюватись та перешкоджати евакуації постраждалих з автомобіля (післяаварійна безпека).

Безпека транспортних засобів як джерела виникнення ДТП великою мірою визначає безпеку дорожнього руху загалом [3].

Конструкція ТЗ на відміну від інших складових комплексу ВАДС знає безперервної модернізації, тому з'являються практичні можливості для досить оперативного впровадження заходів щодо підвищення безпеки.

Приписи нормативних документів, що регламентують технічні вимоги, що ставляться до транспортних засобів та методів їх випробувань, покладено в основу регламентації вимог активної та пасивної безпеки, забезпечення відповідності яким є основним завданням сертифікації.

Сертифікація транспортних засобів – це дія третьої сторони (незалежної від виробників та споживачів продукції), що доводить, що належним чином ідентифікована продукція – транспортні засоби – відповідають певним нормативним документам, що становлять нормативну базу сертифікації [21].

Визначення переліку нормативних документів, що регламентують технічні вимоги до транспортних засобів, є важливим етапом створення системи сертифікації.

У системі сертифікації ТЗ нормативну базу можуть становити міжнародні та національні нормативні документи. У кожній системі сертифікації встановлюється перелік нормативних документів для обов'язкової та добровільної сертифікації. Цей перелік зазвичай уточнюється і переглядається раз на

кілька років, що зумовлено розвитком сертифікації.

Україна як сторона Женевської Угоди 1958 р., додатком до якої є Правила ЄЕК ООН, прийняла як нормативні документи під час сертифікації транспортних засобів міжнародні (Правила ЄЕК ООН) та національні стандарти (ДСТУ, ГСТ, КД), які були покладені в основу Системи сертифікації механічних транспортних засобів та причепів [3].

У прийнятій у Женеві 20 березня 1958 р. «угоді про прийняття односторонніх технічних приписів для колісних транспортних засобів, предметів обладнання та частин, які можуть бути встановлені та/або використані на колісних транспортних засобах, та про умови взаємного визнання офіційних тверджень, що видаються на основі цих приписів» визначено, що термін «колісні транспортні засоби, предмети обладнання та частини» включає будь-які колісні транспортні засоби, предмети обладнання та частини, характеристики яких впливають на безпеку дорожнього руху та охорону навколишнього середовища.

Таким чином, Правила ЄЕК ООН, які є додатком до Угоди 1958 як нормативні документи, встановлюють рівень конструктивної безпеки колісних транспортних засобів (легкових та вантажних автомобілів та їх причепів, автобусів, мопедів та мотоциклів, тракторів) та безпосередньо впливають на безпеку дорожнього руху та екологічну безпеку.

Наразі прийнято понад 120 Правил ЄЕК ООН та п'ять проектів Правил перебувають у процесі розробки та підготовки до прийняття.

Правила ЄЕК ООН, які регламентують вимоги, що ставляться безпосередньо до легкових та вантажних автомобілів, автобусів, їх напівпричепів та причепів (їх загальна кількість понад 90), можна розділити за такими ознаками безпеки:

- активна безпека (число Правил 44 чи 49 % від загальної кількості);
- пасивна безпека (23 або 26%);
- екологічна безпека (14 чи 15 %);

- загальні приписи безпеки (9 або 10 %).

Нормативи, що регламентують активну безпеку, можна класифікувати на три групи:

- приписи щодо забезпечення безпечної кінематики та динаміки ТЗ (тобто ходові властивості);

- приписи щодо інформаційного забезпечення;

- приписи, що опосередковано впливають на активну безпеку.

Приписи, що регламентують окремі властивості активної безпеки, визначено такими Правилами ЄЕКООН:

ходові властивості:

- гальмівні властивості (Правила № 13, 13-Н, 90);

- шини та колеса (Правила № 30, 54, 64, 108, 109);

- органи управління, керуваність та стійкість (Правила № 35, 79);

- зчпні пристрої (Правила № 55, 102);

інформаційне забезпечення:

- оглядовість (ДСТУ 51266-99);

- дзеркала заднього виду та їх встановлення (Правила № 46);

- склоочисники, склоомивачі (ДСТУ 18699 (зі змінами));

- система освітлення та світлової сигналізації: фари (Правила № 1, 5, 8, 19, 20, 31, 98, 99, 112, 113), лампи розжарювання (Правила № 2, 37), пристрої світлової сигналізації - габаритні вогні, стоп-сигнали, покажчики повороту та ін. (Правила № 3, 4, 6, 7, 23, 38, 77, 87, 91), розпізнавальні та попереджувальні знаки (Правила № 27, 65, 69, 70, 104), встановлення пристроїв освітлення та світлової сигналізації (Правила № 48), пристрої очищення фар (Правила № 45), система сигналізації (Правила № 97);

- звукові сигнальні прилади та їх встановлення (Правила №28);

- пристрої вимірювання та обмеження швидкості (Правила № 39, 68,89).

Приписи, що регламентують властивості пасивної безпеки, можна ро-

зділити умовно на дві групи: для внутрішньої та зовнішньої ПБ.

Крім того, приписи щодо ПБ, зокрема, Правила ЄЕК ООН, можна поділити на умовні групи:

- захисні утримуючі системи – ремені безпеки (РБ), дитячі утримуючі системи (ДУС), надувні захисні системи (НЗЗ), так звані подушки безпеки (Правила № 16, 44, 114 відповідно);

- безпека внутрішнього обладнання (Правила № 11, 12, 14,17, 21, 25, 34, 80);

- міцність кузова ТЗ (Правила № 29, 32, 33, 66, 94, 95);

- зовнішня травмобезпека ТЗ, що є актуальним для інших учасників дорожнього руху (Правила № 26, 42, 58, 61, 73, 93).

Приписи, що регламентують окремі види впливу КТЗ на екологію, можна згрупувати так:

- рівень шуму (Правила № 51, 59);

- викиди відпрацьованих газів (Правила № 15, 24, 49, 83, 103);

- економія енергії (Правила № 67, 84, 85, 100, 101);

- інші шкідливі впливи (ДСТУ 50993, ДСТУ 50992-96).

Загальні приписи безпеки до конструкції транспортних засобів поєднують у собі вимоги і активної, і пасивної безпеки.

1.2 Вимоги до автомобіля стосовно його активної безпеки

Активна безпека – це сукупність конструктивних та експлуатаційних властивостей автомобіля, спрямованих на запобігання дорожньо-транспортним пригодам та виключення передумов їх виникнення, пов'язаних із конструктивними особливостями автомобіля [1].

Основним призначенням систем активної безпеки автомобіля є запобігання аварійній ситуації.

Застосування систем активної безпеки дозволяє в різних критичних

ситуаціях зберігати контроль за автомобілем або, іншими словами, зберігати курсову стійкість і керованість автомобіля.

Під курсовою стійкістю розуміється здатність автомобіля зберігати рух заданою траєкторією, протидіючи силам, що викликають занесення і перекидання.

Керованість полягає у здатності автомобіля рухатися у заданому водієм напрямку.

Безвідмовність вузлів, агрегатів та систем автомобіля є визначальним фактором активної безпеки. Особливо високі вимоги ставляться до надійності елементів, пов'язаних із здійсненням маневру – гальмівної системи, кермового управління, підвіски, двигуна, трансмісії і так далі. Підвищення безвідмовності досягається вдосконаленням конструкції, застосуванням нових технологій та матеріалів.

Тягові властивості (тягова динаміка) автомобіля визначають його здатність інтенсивно збільшувати швидкість руху. Від цих властивостей залежить впевненість водія під час обгону, проїзду перехресть. Особливо важливе значення тягова динаміка має для виходу з аварійних ситуацій, коли гальмувати вже пізно, маневрувати не дозволяють складні умови, а уникнути ДТП можна лише випередивши події.

Так само як і у випадку з гальмівними силами, сила тяги на колесі не повинна бути більшою за силу зчеплення з дорогою, інакше воно почне пробуксовувати. Запобігає цьому протибуксувальна система (ПБС). Під час розгону автомобіля вона пригальмовує колесо, швидкість обертання якого більша, ніж у інших, а за необхідності зменшує потужність двигуна.

Стойкість – здатність автомобіля зберігати рух по заданій траєкторії, протидіючи силам, що викликають його занесення та перекидання в різних дорожніх умовах за високих швидкостей.

Розрізняють такі види стійкості:

- поперечна під час прямолінійного руху (курсозна стійкість)

Її порушення проявляється в нишпоренні (зміні напрямку руху) автомобіля по дорозі і може бути викликана дією бічної сили вітру, різними величинами тягових або гальмівних сил на колесах лівого або правого борту, їх буксуванням або ковзанням, більшим люфтом в рульовому управлінні, неправильними кутами установки коліс тощо;

- поперечна під час криволінійного руху

Її порушення призводить до занесення або перекидання під дією відцентрової сили. Особливо погіршує стійкість підвищення розташування центру тяжіння автомобіля (наприклад, велика маса вантажу на знімному багажнику на даху чи в кузові вантажного автомобіля);

- поздовжня

Її порушення проявляється в буксуванні ведучих коліс під час подолання затяжних обмерзлих або засніжених підйомів і сповзанні автомобіля назад. Особливо це характерно для автопоїздів.

Керованість – здатність автомобіля рухатися у напрямку, заданому водієм.

Однією з характеристик керованості є поворотність – властивість автомобіля змінювати напрямок руху за нерухомого рульового колеса. Залежно від зміни радіусу повороту під впливом бічних сил (відцентрової сили на повороті, сили вітру тощо) поворотність може бути:

- недостатньою – автомобіль збільшує радіус повороту;
- нейтральна – радіус повороту не змінюється;
- надмірна – радіус повороту зменшується. Розрізняють шинну та кренову поворотність .

Шинна поворотність пов'язана з властивістю шин рухатися під кутом до заданого напрямку у випадку бічного відведення (зміщення плями контакту з дорогою відносно площини обертання колеса). У випадку встановлення шин іншої моделі поворот може змінитися і автомобіль на поворотах під час руху з великою швидкістю поведеться інакше. Крім того, величина бокового

відведення залежить від тиску в шинах, який повинен відповідати вказаному в інструкції з експлуатації автомобіля.

Кренова поворотність пов'язана з тим, що під час нахилу кузова (крені) колеса змінюють своє положення відносно дороги та автомобіля (залежно від типу підвіски). Наприклад, якщо підвіска двоважільна колеса нахиляються в сторону крену, збільшуючи відведення [10].

Інформативність – якість автомобіля забезпечувати необхідною інформацією водія та інших учасників руху. Недостатня інформація від інших транспортних засобів, що знаходяться на дорозі, про стан дорожнього покриття і т.д. часто стає причиною аварії. Інформативність автомобіля поділяють на внутрішню, зовнішню та додаткову.

Внутрішня забезпечує можливість водієві сприймати інформацію, необхідну для керування автомобілем.

Вона залежить від наступних факторів:

- огляд повинен дозволяти водієві своєчасно і без перешкод отримувати всю необхідну інформацію про дорожню обстановку. Несправні або неефективно працюючі омивачі, система обдування та обігріву скла, склоочисники, відсутність штатних дзеркал заднього виду різко погіршують оглядовість за певних дорожніх умов;

- розташування панелі приладів, кнопок та клавіш керування, важеля перемикачів швидкостей тощо, має забезпечувати водієві мінімальний час для контролю за показами приладів, впливу на перемикачі і т.д.

Зовнішня інформативність – забезпечення інших учасників руху інформацією від автомобіля, яка потрібна для правильної взаємодії з ними. До неї входять система зовнішньої світлової сигналізації, звуковий сигнал, розміри, форма та фарбування кузова. Інформативність легкових автомобілів залежить від контрастності їхнього кольору відносно дорожнього покриття.

За статистикою автомобілі, пофарбовані в чорний, зелений, сірий і синій кольори, вдвічі частіше потрапляють в аварії через труднощі їхнього роз-

пізнавання в умовах недостатньої видимості та вночі. Несправні покажчики поворотів, стоп-сигнали, габаритні вогні не дозволяють іншим учасникам дорожнього руху вчасно зрозуміти наміри водія та ухвалити правильне рішення.

Додаткова інформативність – властивість автомобіля, що дозволяє експлуатувати його в умовах обмеженої видимості: вночі, тумані і т.д. Вона залежить від характеристик приладів системи освітлення та інших пристроїв (наприклад, протитуманних фар), що покращують сприйняття водієм інформації стосовно дорожньо-транспортної ситуації.

Комфортабельність автомобіля визначає час, протягом якого водій здатний керувати автомобілем без втоми. Збільшенню комфорту сприяє використання АКПП, регуляторів швидкості (круїз-контроль) і т.д. В даний час випускаються автомобілі, обладнані адаптивним круїз-контролем. Він не тільки автоматично підтримує швидкість на заданому рівні, але і за необхідності знижує її до повної зупинки автомобіля.

Гальмівні властивості. Можливість запобігання ДТП найчастіше пов'язана з інтенсивним гальмуванням, тому необхідно, щоб гальмівні властивості автомобіля забезпечували його ефективне сповільнення у будь-яких дорожніх ситуаціях.

Для виконання цієї умови сила, що розвивається гальмівним механізмом, не повинна перевищувати сили зчеплення з дорогою, яка залежить від вагового навантаження на колесо та стану дорожнього покриття. Інакше колесо заблокується (перестане обертатися) і почне ковзати (рухатись юзом), що може призвести (особливо у випадку блокування кількох коліс) до занесення автомобіля та значного збільшення гальмівного шляху.

Щоб запобігти блокуванню, сили, що розвиваються гальмівними механізмами, повинні бути пропорційними ваговому навантаженню на колесо. Реалізується це за допомогою більш ефективних дискових гальм.

На сучасних автомобілях використовується антиблокувальна система (АБС), що коригує силу гальмування кожного колеса і запобігає їх ковзанню.

Взимку та влітку стан дорожнього покриття різний, тому для найкращої реалізації гальмівних властивостей необхідно застосовувати шини, що відповідають сезону.

1.3 Пасивна безпека автомобілів

Пасивна безпека включає безліч елементів, і один з основних – ремінь безпеки. Якщо пасажир не пристебнутий, то дуже малоймовірно, що подушки безпеки, що розкрилися, врятують їх. Другим за значимістю елементом пасивної безпеки є кузов автомобіля. Його передня або задня частина повинні, зминаючись, максимально розсіяти енергію удару, що вивільнилася, а центральна частина кузова повинна надати якомога більше місця для виживання пасажиром автомобіля. Матеріали інтер'єру салону повинні бути не тільки приємними на дотик, радувати око, у разі потреби вони повинні максимально пом'якшити удар. При цьому вони не повинні розтріскатися, щоб своїми уламками не завдати додаткових пошкоджень пасажиром [5].

Після удару бензобак автомобіля повинен не спалахнути і не розтріскатися, щоб унеможливити розлив пального по дорозі. Велике значення надається дверним отворам та замкам. Як показує статистика ДТП, найбільш важкі травми, часто не сумісні з життям, отримують пасажиром, що вивалилися через відкриті двері автомобіля. У той же час після ДТП замки і двері повинні легко відчинитися без використання додаткового обладнання для забезпечення швидкої та своєчасної евакуації людей, що знаходяться в салоні.

Складена з низки чинників, найчастіше суперечливих, пасивна безпека служить досягненню одного головного завдання – у разі ДТП, незалежно від його тяжкості, зробити все максимально можливе задля збереження життя людей, що знаходяться в автомобілі.

Висновки

На безпеку дорожнього руху впливає велика кількість чинників. Для зручності вивчення всі ці чинники умовно ділять на чотири взаємопов'язані частини (водій, автомобіль, дорога, середовище) і розглядають як елементи єдиної системи (Водій–Автомобіль–Дорога–Середовище).

Конструктивна безпека автомобіля є складною його властивістю. Для зручності вивчення окремих аспектів її поділяють на активну, пасивну, після-аварійну та екологічну.

Активну безпеку ТЗ визначають такі властивості:компонувальні параметри автомобіля (габаритні та вагові);тягова динамічність;гальмівні властивості;стійкість;керованість;інформативність;обладнання робочого місця водія, його відповідність вимогам ергономіки; надійність транспортних засобів, їх комплектуючих та елементів обладнання, що впливають на ймовірність виникнення ДТП.

Пасивна безпека автомобіля – властивість автомобіля зменшувати тяжкість наслідків ДТП. Пасивна безпека проявляється в період, коли водій, незважаючи на прийняті заходи безпеки, не може змінити характер руху автомобіля і запобігти дорожньо-транспортній пригоді.

Пасивна безпека включає безліч елементів, і один з основних – ремінь безпеки. Другим за значимістю елементом пасивної безпеки є кузов автомобіля. Матеріали інтер'єру салону повинні бути не тільки приємними на дотик, радувати око, у разі потреби вони повинні максимально пом'якшити удар.

2 АНАЛІЗ СТАНУ ТРАВМАТИЗМУ ПАСАЖИРІВ АВТОБУСІВ

2.1 Аналіз травматизму водіїв та пасажирів внаслідок ДТП за участю автобусів особливо малого класу

Характер та тяжкість травм залежать від багатьох причин: виду ДТП, швидкості руху та конструкції автомобіля, наявності захисних пристроїв, віку та здоров'я людини. У середньому людина може витримати без шкоди здоров'ю короткочасне (протягом 0,01-0,1 с) навантаження 40-50g. Перевантаження, що зазнають водій та пасажир під час зустрічних зіткнень автомобілів, досягають 150-200g. Зусилля, що діють на окремі частини тіла, можуть перевищувати 10 кН, що пояснює високу смертність під час деяких ДТП [15].

Тяжкість травм, отриманих у процесі ДТП, у середньому значно вища за тяжкість інших травм – виробничих та побутових. Вид травми, отриманої під час зіткнення автомобілів, та ступінь її тяжкості залежать від напрямку удару під час події. Найчастіші зустрічні зіткнення, які є і найнебезпечнішими, оскільки кінетична енергія пропорційна квадрату відносної швидкості. На рисунку 2.1 показано розташування зон у автобусі особливо малого класу за ступенем їхньої травмонебезпечності під час зіткнень. Близько 20,4% постраждалих припадає на зону 1, що включає кабінку водія. Наступною за ступенем травмонебезпечності є зона 4, яка включає майданчик біля дверей, трохи менш небезпечною є зона 3, що охоплює бічне сидіння та сидіння розташовані проти руху. Великі показники небезпеки також у зоні бічних сидінь. І менше за інших страждають пасажирів, що сидять у зонах 5 і 6.

Пошкодження, одержані людиною під час автомобільної аварії, різноманітні: забиття, розтягування і розрив зв'язок, вивихи суглобів, переломи кісток, здавлювання, струс мозку, розриви кровоносних судин, пошкодження внутрішніх органів та переломи шийних хребців через відкидання голови назад під час лобового зіткнення.



Рисунок 2.1 – Розташування зон травмонебезпеки в автобусі особливо малого класу під час лобових зіткнень

Аналіз травматизму пасажирів та водія мікроавтобуса на підставі випадків ДТП, за фактом яких дані свідчать про те, що в обох випадках пасажирів зон 3 та 4 госпіталізовані з діагнозом забій м'яких тканин забій кісток, гематоми. Також прояснити картину щодо пошкоджень, які отримують люди вдаряючись об внутрішні елементи салону під час ДТП за участю автобусів особливо малого класу дозволяють результати стендових випробувань.

Ці результати свідчать про те, що в салоні маршрутних таксі на базі автобусів особливо малого класу існує велика травмонебезпечність пасажирів, що зумовлена низьким рівнем пасивної безпеки салону автомобіля, зокрема, відсутністю системи утримання пасажирів від переміщення під час зіткнень.

Наведені відомості підтверджуються даними звітів поліції Норвегії, де у 2015 році загинуло або було поранено 8727 осіб. Серед них 5623 (64%) людини – в результаті зіткнення з різними перешкодами всередині салону автомобіля, 123 (1,4%) людини було викинуто з автомобіля [7].

Таким чином, зіткнення з елементами салону автомобіля або викид з автомобіля є найчастішими випадками, що спричиняють загибель або поранення людей під час ДТП.

2.2 Характеристика автобуса особливо малого класу БАЗ-2215

Загальна характеристика автомобіля

Мікроавтобус БАЗ-2215 ("Дельфін") був уперше представлений у травні 2003 року у Києві на автосалоні SIA'2003. Необхідність у такій машині дозріла давно, адже з кінця 90-х років в Україні великий розвиток отримали маршрутні таксі, які використовували переважно російські мікроавтобуси "ГАЗель", які спочатку не призначені для роботи на міських маршрутах.

Перші машини БАЗ-2215 збиралися на Бориспільському автозаводі, але виробничих потужностей цього підприємства, де на той час вже випускалися автобуси БАЗ-А079 "Еталон", було недостатньо для випуску нової моделі. Тому у серпні 2003 року на базі підприємства "Чернігівавтодеталь" було створено Чернігівський автомобільний завод, де у вересні того ж року почалося виробництво мікроавтобусів БАЗ-2215. Деякий час машини збиралися на двох заводах одночасно, зараз їх виробництво ведеться тільки в Чернігові.

У 2003-2004 роках окрім стандартної модифікації Бориспільським автозаводом випускалися також машини на шасі дорестайлінгової "Газелі". Ці мікроавтобуси одержали індекс БАЗ-22151.

З 2006 року замість БАЗ-2215 почала випускатися його модифікація БАЗ-22154. На ній було встановлено двигун ЗМЗ-405.22, який відповідає прийнятим в Україні нормам екологічної безпеки Євро-2. Окрім того, оновлені "Дельфіни" комплектувалися системою ABS німецької фірми Wabco. Переважна більшість цих машин відрізнялася від БАЗ-2215 відсутністю передніх індикаторів повороту на крилах: з 2006 року на базовому шасі ГАЗ-3221 їх стали монтувати в бічні дзеркала заднього виду. Лише найперші БАЗ-22154 2006 року випуску (а це близько двох сотень машин) мали індикатори повороту на крилах і, отже, зовні не відрізнялися від БАЗ-2215.

Економічна криза, що вибухнула восени 2008 року, серйозно вдарила

по обсягах продажів БАЗу. Як наслідок, випуск мікроавтобусів БАЗ-2215 був суттєво знижений у 2009 році, а в 2010 році взагалі припинено. Останні кілька десятків машин було обладнано двигунами УМЗ-4216, що відповідають нормативам екологічної безпеки Євро-3. Такі машини, що мають індекс БАЗ-22155, зовні нічим не відрізняються від попередньої модифікації, БАЗ-22154.

БАЗ-2215 створений на шасі російської "Газелі", проте відрізняється від нижчеземської "маршрутки" на краще. Стандартне шасі ГАЗ-3302 подовжено на 300 мм, посилена задня підвіска. Висота даху щодо підлоги становить 1,90 м, що набагато перевищує висоту ГАЗелі та дозволяє пасажирам стояти в салоні на повний зріст. Завдяки цьому, а також завдяки наявності поручнів у салоні, допускається проїзд стоячих пасажирів (максимальна кількість стоячих пасажирів, передбачена заводом-виробником – 4).

Салон обладнаний чотирнадцятьма кріслами та відгороджений від кабіни водія перегородкою. Пасажирські двері, розташовані в передній частині кузова, автоматичні, також є аварійні ручні двері в задній частині салону. Широкі вікна забезпечують добрий огляд; вентиляція салону здійснюється за допомогою одного люка в даху та кватирок у бічних вікнах.



Рисунок 2.2 – Загальний вигляд автобуса БАЗ-2215

Аналіз пасажирського салону дозволяє відзначити, що кріплення сидінь у салоні мікроавтобуса «БАЗ» як основні елементи містять болтові з'єднання, що здійснюють кріплення елементів рами сидінь до бортів і підлоги кузова. При цьому фіксоване положення отримує лише горизонтальна частина сидіння, яка несе основне навантаження під час перевезення пасажирів. Проте, під час зіткнення похила частина сидіння (спинка) фактично не закріплена і є фактором, що завдає пошкоджень пасажирів у салоні.

Експлуатаційні властивості автомобіля

Експлуатаційні властивості автомобіля характеризують можливість його ефективного використання в певних умовах і дозволяють оцінити, якою мірою конструкція автомобіля відповідає вимогам експлуатації.

Основними експлуатаційними властивостями автомобіля є: динамічність, паливна економічність, керованість, стійкість, прохідність, плавність ходу, місткість, міцність, довговічність, пристосованість до технічного обслуговування та ремонту, пристосованість до вантажно-розвантажувальних операцій та ін.

Надалі в даній роботі ми розглядатимемо експлуатаційні властивості автомобіля, пов'язані з оцінкою рівня пасивної та післяаварійної безпеки.

Огляд заходів підвищення безпеки автомобіля

За період свого існування БАЗ-2215 знаходився у процесі постійного вдосконалення, спрямованого на підвищення безпеки. У 2003 році відповідно до нововведених вимог Органу з сертифікації освоєно виробництво мікроавтобусів, призначених для маршрутних перевезень. БАЗ-2215 отримав інше планування салону, сидіння розміщені з урахуванням забезпечення вільного проходу до евакуаційних виходів, спеціально для цих автобусів було освоєно нові підсилювачі підлоги, огорожувальні елементи та поручні, змінено основу підлоги та встановлено додаткову підніжку.

У 2006 році розпочато розробку та підготовку виробництва нової модифікації автобусів БАЗ-2215 "маршрутне таксі" з високим дахом і відчиненими дверима, що повністю відповідає вимогам Правил №52 ЄЕК ООН.

На початку 2003 року проведено рестайлінг сімейства БАЗ, в результаті якого освоєно нову ергономічну панель приладів, нову високоефективну систему вентиляції та опалення, що значно покращила мікроклімат. Застосовано нові шумовіброізолюючі матеріали з алюмінієвим захисним протипожежним шаром, встановлені нові блок-фари з високими показниками світлового потоку, створені умови для встановлення антиблокувальної системи гальм та екологічних систем.

2.3 Аналіз конструктивних недоліків автобусів особливо малого класу

Для загальної оцінки безпеки салону автобуса особливо малого класу БАЗ-2215 та виявлення в автомобілі конструктивних недоліків достатньо скористатися фотоматеріалами з місця ДТП [4]. На одному зі знімків (рисунок 2.3) чітко видно, що кріплення деяких сидінь обірвані, а самі сидіння погнуті, що попередньо може свідчити про недостатню міцність кріплення сидінь та їх спинок. На фото видно, що поручень вирвано.

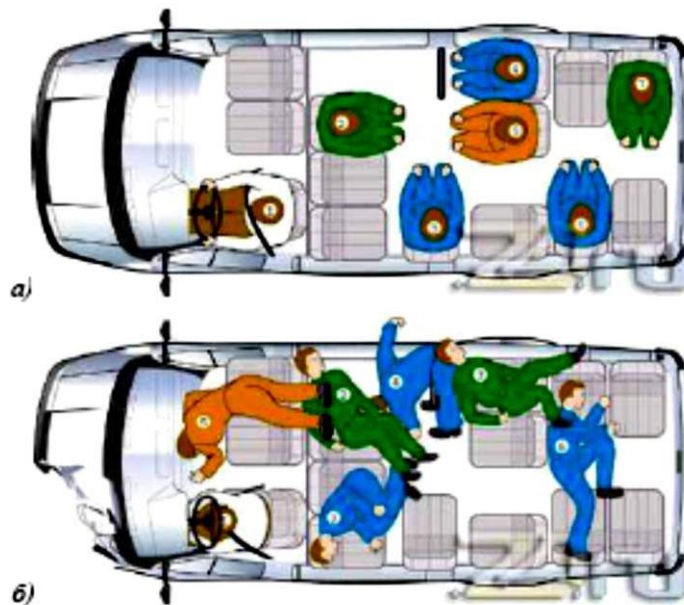
Ще про деякі недоліки можна судити з матеріалів випробувань (рисунок 2.4, а, б). Зокрема, на схемах розміщення пасажирів до і після зіткнення видно їх хаотичний розкид, що свідчить про нестачу ременів безпеки або інших утримуючих систем, наявність яких дозволило б утриматися пасажирам у своїх кріслах.

Для пасивної безпеки, виходячи з аналізу розглянутих дорожньо-транспортних пригод та травматизму водія та пасажирів, конструктивними недоліками відносно оснащення салону є:



Рисунок 2.3 – Пошкодження у салоні мікроавтобуса після ДТП

- відсутність ременів безпеки для пасажирів;
- недосконалість кріплень сидінь;
- невідповідність розташування сидінь правилам ЄЕК ООН;
- відсутність додаткових поручнів.



а) до зіткнення; б) після зіткнення

Рисунок 2.4 – Схема розташування пасажирів у мікроавтобусі на базі шасі автомобіля «Газель»

2.4 Дані стендових, полігонних та експлуатаційних випробувань на конструктивну безпеку

На сьогоднішній день відповідно до Правил Єдиної економічної комісії організації об'єднаних націй, далі ЄЕК ООН, проводиться близько півсотні випробувань, що встановлюють відповідність пасивної безпеки вищевказаним приписам. Ці випробування можна розділити на два типи: комплексні випробування та випробування, що дозволяють провести оцінку окремих елементів конструкції. Комплексні випробування проводяться за європейськими Правилами №94 та 95, що стосуються фронтального та бічного ударів, головним критерієм оцінки яких є біомеханічний показник травмування людини; випробування проводяться зі спеціальними манекенами ("Гібрид-III" – на передніх, та "Гібрид-II" – на задніх сидіннях); зіткнення із жорсткою перешкодою, розташованою під кутом 30 градусів до траєкторії руху, відбувається на швидкості 56 км/год [9].

Під час проведення випробувань автомобілів застосовують дві методики:

1) *стара методика*, за якою проводилися тести до 1999 р. включно, включає:

- лобове зіткнення із жорстким бар'єром;
- бічне зіткнення з бар'єром, що деформується.

2) *нова методика* (введена з 2000 р.) включає:

- лобове зіткнення із жорстким бар'єром;
- лобове зіткнення з 40%-м перекриттям із бар'єром, що деформується (методика EuroNCAP);
- бічне зіткнення з бар'єром, що деформується (методика EuroNCAP).

Розглянемо особливості різних тестів.

Лобове зіткнення

У даному випадку, для легкового автомобіля, манекени розташовуються на обох передніх сидіннях (водій і пасажир). Обидва манекени пристібаються ременями безпеки. Зіткнення з бетонною перешкодою відбувається на швидкості 55 км/год (допустиме відхилення швидкості ± 1 км/год). На манекенах перевіряється ймовірність травмування голови, шиї, грудної клітки та ніг. Оцінюються пошкодження та деформації автомобіля. За цими результатами дають оцінку ступеня захисту пасажирів за 5-ти бальною шкалою.

Лобове зіткнення з 40%-м перекриттям

При цьому тесті манекени також розміщуються на передніх сидіннях (водій та пасажир). Обидва манекени пристібаються ременями безпеки.

Зіткнення відбувається з алюмінієвими комірками у вигляді блоку з 40%-м перекриттям з боку водія, тобто удар припадає на 40% ширини передньої частини автомобіля з боку водія. Швидкість зіткнення 54 км/год (допустиме відхилення швидкості ± 1 км/год). На манекенах перевіряється ймовірність травмування голови, шиї, грудної клітки та ніг. Оцінюються пошкодження та деформації автомобіля. За цими результатами дають оцінку ступеня захисту пасажирів за 5-бальною шкалою. Такий тест відбувається під час зіткнення з перешкодою частини автомобіля, сила, що діє на манекени менше, ніж у випадку "повного" лобового зіткнення. Проте, під час "повного" лобового зіткнення перевіряються в основному засоби утримання пасажирів, такі як подушка безпеки та ремінь безпеки, а у випадку зіткнення з 40% перекриттям оцінюється ступінь деформації кузова автомобіля та ймовірність травмування пасажирів внаслідок цих деформацій.

Бокове зіткнення

Бічні зіткнення найнебезпечніші для водія та пасажирів, залежно від сторони удару. Тест проводиться так: візок вагою 950 кг і шириною 1,5 м на швидкості 55 км/год (допустиме відхилення швидкості ± 1 км/год) вдаряє нерухомий автомобіль у бік з боку водія.

На манекені водія перевіряється ймовірність травмування голови, гру-

дної клітки, живота та тазу. Результати оцінюються за 5-бальною шкалою.

Передня частина ударного візка зроблена схожою на передню частину звичайного автомобіля. Крім того, вона має ударопоглинальні алюмінієві комірки, які забезпечують жорсткість візка таку ж, як у звичайного автомобіля.

Характеристики манекенів

У тестах під час лобового зіткнення використовується манекен Гібрид-III, що виготовляється в США, який імітує дорослу людину, середньої комплектиності: зріст 178 см і вага 85 кг.

У тестах під час бічного зіткнення використовується манекен Європейського виробництва Євросид - I, що має зріст 178 см і вага 75 кг.

На рисунку 2.5 представлена конструкція манекена "Гібрид-II" для випробувань автомобілів на стендах.

До 1999 р. включно проводилися випробування за старою методикою. Результати тестів оцінювалися за 5-бальною системою. Кожна оцінка означає:

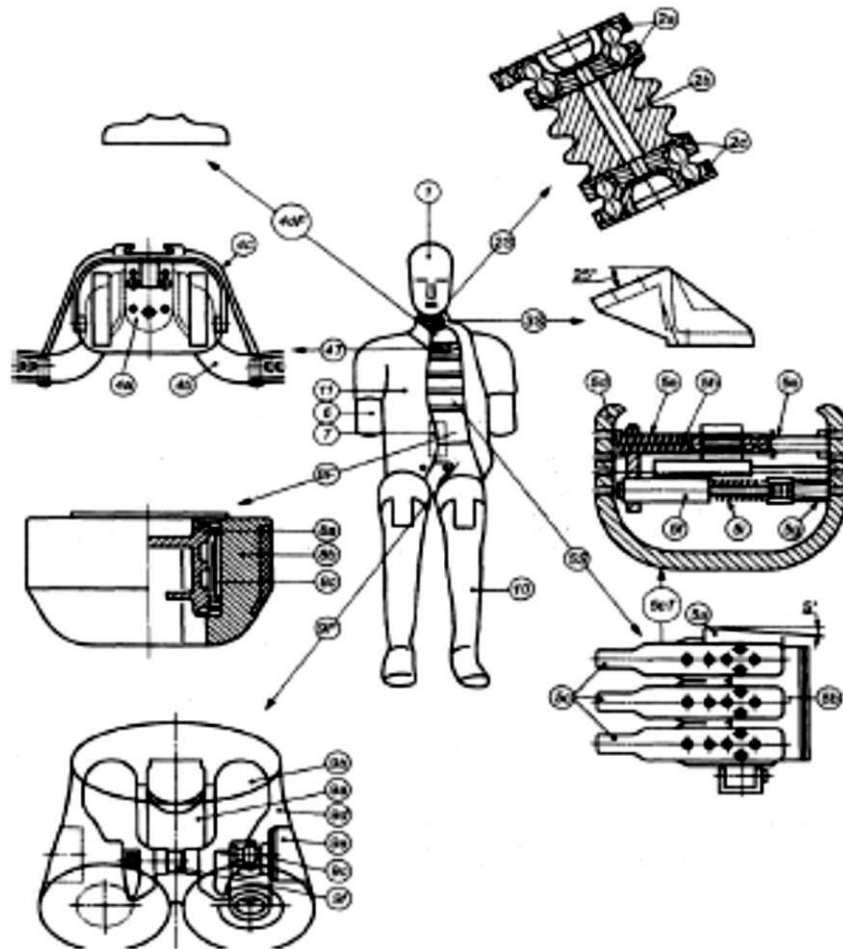
- 5 балів – ймовірність пошкодження голови або шиї дуже низька;
- 4 бали – ймовірність пошкодження голови та шиї дуже низька; інших частин тіла – низька;
- 3 бали – ймовірність пошкодження голови та шиї низька;
- 2 бали – ймовірність пошкодження голови або шиї низька; інших частин тіла також низька;
- 1 бал – ймовірність отримання пошкодження голови або шиї значна;
- 0 балів – висока ймовірність отримання пошкодження голови або шиї.

З 2000 р. тести проводяться за новою методикою і за результатами трьох тестів дається загальна (середня) оцінка безпеки автомобіля за 5-бальною шкалою та в числових одиницях. Оцінка за новою методикою вказується з точністю до десятих.

Стендові випробування БАЗ-2215

Креш-тест до програми сертифікації мікроавтобуса особливо малого

класу не входить, проте для шасі "Газелі" такі випробування були проведені у 2003 році, при цьому керувалися вимогами до легкового автомобіля. Правилком ЄЕК ООН № 94 передбачений фронтальний удар у деформовану перешкоду з 40-відсотковим перекриттям на швидкості 56 км/год.



1 – голова; 2 - шия: 2a - вузол зчленування голова-шия; 2b – центральна секція; 2c - вузол зчленування шия-грудна клітка; 3 – опора шії; 4 - плечі: 4a- плечовий блок; 4b – ключиці; 4c - еластичний трос; 4d - плечовий кожух; 5 - грудна клітка: 5a - грудний відділ хребта; 5b – спинна пластина; 5c - реберний модуль; 5d-ребро, покрите м'якими тканинами; 5e - вузол поршневого циліндра; 5f - амортизатор; 5g - пружина амортизатора; 5h - давач зміщень; 6 - рука; 7 - хребетний відділ хребта; 8 - черевна секція: 8a - центральний литий блок; 8b - покриття, що моделює м'які тканини; 8c - датчики навантаження; 9 - таз: 9a - крижовий блок; 9b - крило рухомої кістки; 9c - тазостегновий суглоб; 9d - покриття, що моделює м'які тканини; 9e - пінополіуретановий блок у точці Н; 9f - датчик навантаження; 10 - нога; 11 – костюм.

Рисунок 2.5 – Конструкція манекена для випробувань "Гібрид-II"

Сім манекенів посадили в маршрутку (рисунок 2.6). За кермом - найсучасніший "Гібрид-III", який дозволяє фіксувати під час удару безліч параметрів.

Назад були посаджені шість простіших "випробувачів" "Гібрид-II", відповідних тілу людини за вагою, рухливості кінцівок і зчленувань, твердості та міцності покривних матеріалів.



Рисунок 2.6 – Вид мікроавтобуса в момент креш-тесту

Після проведення креш-тесту підсумкових випробувань: в салоні – двоє «загиблих», двоє тяжко поранених і троє пасажирів, які отримали каліцтва.

Аналіз креш-тесту показує, що удар стався на швидкості 54,8 км/год. Сповільнення склало 34 g ($g=9,8 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння) у лівого дверного порогу і 19 g в районі правого. Кузов частково відірвався від рами і змістився вперед приблизно на 200 мм. Вітрове скло лопнуло, але залишилося в отворі. Бензобак цілий, та його горловина відірвалася. У салоні випали з гнізд усі плафони освітлення. Під час удару жодна з дверей не відчинилася. Після удару дві двері правого борту відчинили легко, водійські змістилися і закрили доступ до ручки замка [4].

Кермо пішло вгору на 450 мм за допустимих для легкової машини 80 мм (тут і далі вказані гранично допустимі величини для легкових автомобі-

лів). Ремінь і, як не дивно, цей гігантський і дуже ранній хід керма врятували водієві життя: він просто підринув під кермо, уникнувши нищівного удару в обличчя. Перевантаження, що діє на голову, склало: при першому ударі об кермо – 38 g, при ударі об колонку – 66 g, при ударі головою пасажира № 3 – 11 g. Допустиме значення – 80 g. Навантаження на шию водія виявилися в 4-5 разів нижчими від гранично допустимих значень. Грудна клітка стиснулася всього на 16 мм за допустимих – 50 мм.

А ось із кінцівкам складніше. Понад граничні деформації підлоги та переднього щита викликали зміщення педалей на 500 мм за допустимого 200 мм. Ноги водія виявилися намертво затиснуті між педальми та сидінням – наприклад, показник травмування лівої гомілки досяг 1,9 од. за допустимих 1,3. А згинальний момент – 1,9 кНм у стопи та 1,4 кНм у коліна, при гранично допустимих 1,2 кНм. Крім того, ліва кисть водія затиснута під передньою панеллю [5].

Пасажири під час удару полетіли вперед, дехто продовжував "політ" і після зупинки машини. Найменше пощастило парі, що сиділа одразу біля входу: вони загинули. Найлегше відбувся пасажир, який розташовувався в задньому відсіку відразу за спинкою сидіння – вона його і врятувала.

2.5 Вітчизняні та закордонні вимоги до конструктивної безпеки автомобілів

За останні 25-30 років спостерігається значне посилення вимог до конструктивної безпеки автомобілів. У цьому процесі лідирують США, інші країни з високим рівнем автомобілізації пристосовують свої вимоги до американських, насамперед, щоб мати можливість продавати свою автомобільну продукцію на американському ринку.

Встановлювані вимоги до технічного стану транспортних засобів, які допускаються до участі в дорожньому русі, є результатом міжнародного спів-

робітництва в галузі автомобільної техніки.

Особливий акцент робиться на уніфікацію правил і вимог, насамперед, з метою уникнення бар'єрів для торгівлі та створення рівних умов конкуренції автомобільних виробників на міжнародному ринку [7].

Українська система стандартизації побудована відповідно до Женевської Угоди, згідно з якою вітчизняні нормативні документи розробляються державним підприємством “Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості” (ДП “УкрНДНЦ”) на основі Правил Єдиної економічної комісії організації об'єднаних націй (ЄЕК ООН). Далі приймаються та вводяться у дію Постановами Держстандарту України.

Висновки

Аналіз ДТП та даних випробувань, зроблених для мікроавтобуса "ГАЗель" показали, що пасивна та післяаварійна безпека автомобіля знаходяться на низькому рівні. Кількісний та якісний аналіз ДТП за участю даного КТЗ дозволили встановити причини їх низької пасивної та післяаварійної безпеки.

Іномарки, оснащені засобами безпеки європейського стандарту, втричі дорожчі. Тому пасажирів пропонують за власний кошт ризикувати життям. Ситуацію на дорозі можна змінити, оснастивши маршрутні таксі, особливо на міжміських перевезеннях, ременями безпеки.

Таким чином, на підставі висловленого та враховуючи, що автобус особливо малого класу "ГАЗ-2215", виготовленого на базі шасі автомобіля «Газель», є доволі розповсюдженим серед пасажирських перевізників, метою нашої роботи є розробка заходів підвищення пасивної безпеки автобуса "ГАЗ-2215" шляхом модернізації конструкції кузова на основі введення систем утримання пасажирів від переміщення пасажирів у салоні кузова та вдосконалення елементів кріплення сидінь.

Для досягнення вказаної мети необхідно вирішити такі завдання:

- 1) Скласти структурну схему оцінки відповідності автомобіля **БАЗ-2215** вимогам безпеки;
- 2) Розробити заходи щодо модернізації системи утримання пасажирів та елементів кріплення сидінь з урахуванням особливостей конструкції кузова мікроавтобуса **БАЗ-2215**;
- 3) Провести техніко-економічну оцінку ефективності заходів.

3 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ З ПІДВИЩЕННЯ ПАСИВНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОБУСА БАЗ-2215

Удосконалення автомобіля та його систем, а також підвищення його пасивної безпеки відбуваються одночасно. Конструктивні заходи, що покращують пасивну безпеку салону, передбачають зниження інерційних навантажень у процесі зіткнення шляхом обмеження переміщення людей у салоні та усунення травмонебезпечних деталей салону.

3.1 Аналіз рішень відносно застосування ременів безпеки

Найбільш простим та ефективним засобом, що обмежує переміщення людей усередині автомобіля під час зіткнень, є ремені безпеки. Законами багатьох країн передбачено обов'язкове обладнання ременями безпеки всіх місць сидіння в автомобілі.

Огляд схем кріплення ременів безпеки

На даний момент існує велика кількість різноманітних конструкцій ременів безпеки. На підставі спеціалізованої літератури можна зробити класифікацію за декількома основними критеріями: за кількістю точок кріплення; за розташуванням точок кріплення; за наявністю інерційної котушки.

На рисунку 3.1, *а* зображений діагонально-поясний ремінь з трьома точками кріплення, який на сьогодні набув найбільшого поширення. У автомобілів вітчизняного виробництва місця для кріплення ременів розташовані на центральних стійках кузова, на внутрішніх сторонах дверних порогів та на днищі кузова з обох боків тунелю карданного валу (для задньопривідного автомобіля). На вантажних автомобілях застосовують ремені безпеки з двома точками кріплення, що складаються з двох лямок (рисунок 3.1, *б*). На гоночних та спортивних автомобілях використовують ремені з чотирма-шістьма точками кріплення і відповідно з трьома-п'ятьма лямками (рисунок 3.1, *в*).



а)



б)



в)



г)



д)

а - діагонально-поясний ремень; *б* - поясний ремень для вантажних автомобілів; *в*, *г* - комбіновані ремні для гоночних автомобілів; *д* - попереджувальна система про непристібнутий ремень безпеки

Рисунок 3.1 – Види схем кріплення ременів безпеки

Щоб збільшити рівень використання ременів безпеки, застосовують системи, що перешкоджають пуску двигуна, якщо ремень не пристебнутий. Так, на багатьох зарубіжних автомобілях (рисунок 3.1, д) під час посадки водія на сидіння спрацьовує давач, що включає сигнальну лампу і зумер, що попереджає необхідність надіти ремень безпеки і одночасно блокуючий замок запалювання. Після надягання ременя та з'єднання верхньої і нижньої частин його замку зумер і лампа вимикаються, а система запалення розблокується.

На рисунку 3.2 показані ремені безпеки, які не треба застібати під час посадки в автомобіль і відстібати, виходячи з нього. Під час закривання дверей важіль 6 відкидається назад і ремень із положення I переходить у положення II, притискаючи людину до сидіння.

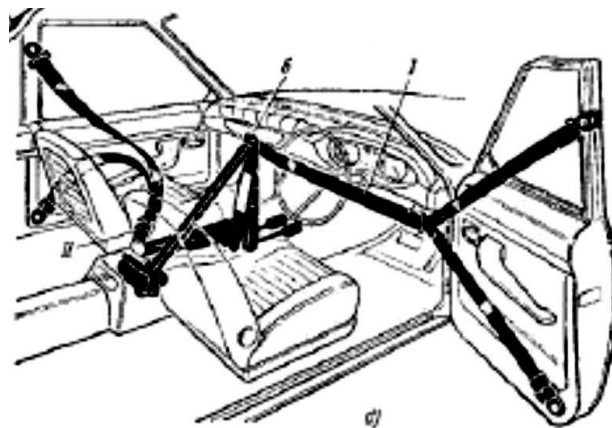


Рисунок 3.2 – Автоматичні ремені безпеки

Широке застосування отримали інерційні котушки, куди намотана вільна частина ременя. У випадку плавних переміщень тіла людини ремень розмотується, не заважаючи руху. Якщо прискорення значні, (0,4-0,5 g) котушка блокує ремень.

У сидіннях англійських фірм «Ліберті Мател» і «Кокс» використовуються комбіновані ремені безпеки, що складаються з двох діагональних і двох плечових ременів, що забираються, у поєднанні з поясным ременем. Випробування показали, що сидіння фірми «Ліберті Мател» краще утримує людину і захищає її від частин, що проникають в кузов, його комбінований ремень залишається завжди на місці, в той час як діагональний ремень сидіння фірми

«Кокс» може зісковзувати з плечей [5].

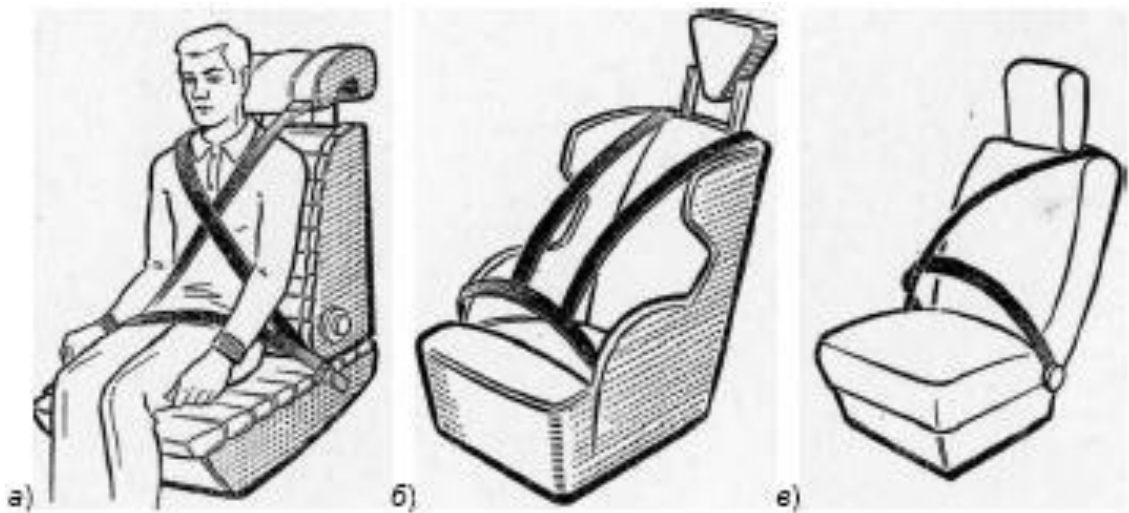
Якщо в момент зіткнення на людині є комбінований ремінь, то навантаження між плечовим і поясним ременем розподіляється рівномірно.

Під час лобового зіткнення автомобіля, якщо пасажир має свободу переміщення в кабіні, він під дією сил інерції продовжує рухатися вперед зі швидкістю, яку мав автомобіль у момент початку удару, і в результаті ударяється об деталі інтер'єру кабіни вже в той час, коли автомобіль зупинився. Сидячий пасажир різко зупиняючись, піддається вкрай високим сповільненням і зазнає так званого «вторинного удару». У цьому випадку, якщо пасажир пов'язаний з автомобілем яким-небудь утримуючим пристосуванням, швидкість його переміщення під час удару за своїм значенням буде близькою до швидкості автомобіля, а ефективний шлях зупинки пасажира залежить від величини деформації передньої частини кузова і дорівнюватиме 0,5-0,8 см проти 2-4 см у попередньому випадку. Таким чином, спостерігається зменшення величини сповільнення приблизно 25 разів. Проте простий поясний запобіжний ремінь не запобігає серйозній небезпеці удару головою об деякі внутрішні поверхні салону. Крім того, під час аварії пасажир може просковзнути під таким ременем. Для того, щоб обмежувальна система функціонувала нормально, необхідно, щоб її властивості правильно поєднувалися із захисними характеристиками всього автомобіля в цілому, а особливості людського організму були враховані відповідним чином. Тому в Швеції, наприклад, на запобіжні ремені прийнятий стандарт, за яким триточковий ремінь (комбінація плечового і поясного) може використовуватися для всіх місць сидіння, в той час як доточковий (поясний) ремінь не дозволяється використовувати для місць сидіння біля дверей. Поясний ремінь можна використовувати тільки для середніх місць заднього сидіння, а також для інших місць в автомобілі з відкритим кузовом, де не можливо використовувати верхню точку кріплення.

Величина деформації передньої частини автомобіля під час фронтального удару становить близько 0,8 м. Для автомобілів, що мають конструкцію

підвищеної міцності, за тих же умов величина деформації дорівнює 0,35 м. Із зміною величини деформації від 0,35 до 0,8 м максимальне значення зусилля натягу ременя зменшилося з 35 кН до 23 кН. Відповідно величина сповільнення зменшилася з 48 до 23 g [4].

Випробовувалися три види запобіжних пристроїв: звичайні ремені безпеки з триточковим кріпленням; ремені безпеки з амортизуючим пристроєм; безпечні сидіння, обладнані амортизаторами. Випробування, проведені на стенді, не могли точно відтворити картину реальних зіткнень через малу швидкість.



а – сидіння фірми «Ліберті Мател»; *б* - сидіння фірми "Кокс"; *в* – сидіння звичайного триточкового кріплення ременя

Рисунок 3.3 – Схеми комбінованих ременів безпеки з плечовими лямками

Таким чином, під час проектування обмежуючої системи слід враховувати основні фактори: фізіологічні особливості та анатомічну будову людського організму; характер обстановки; простоту конструкції та зручності для користувача; тип обмежуючої системи та її надійність; характер передачі зусиль; забезпечення необхідної комфортності; довговічність системи.

На підставі наведеного аналізу можна скласти уявлення про переваги та недоліки описаних схем встановлення ременів безпеки (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Переваги та недоліки різних схем ременів безпеки

№ з/п	Схема встановлення ременя безпеки	Переваги	Недоліки
1	Двоточкова – поясний (стегновий) ремінь	Простий для встановлення Не створює дискомфорту Дешевий	Не запобігає серйозній небезпеці удару головою об деякі внутрішні поверхні салону
2	Триточкова – комбінований ремінь: плечовий і поясний з інерційною катушкою	Кріплення до сидінь дозволяє дотримуватися вибраних величин кутів Не обмежує дії користувача У випадку плавних переміщень тіла людини ремінь розмотується, не заважаючи рухатися	Точка кріплення знаходиться позаду, в середині сидіння, вище рівня плеча, таким чином, що верхній кінець плечового ременя утворює горизонтально-вертикальне зусилля, що діє на шию і викликає сповзання ременя
3	Чотириточкова – ремінь з трьома лямками	Забезпечує жорстку фіксацію користувача в сидінні.	Сковує рух користувача Спрацьовує і мнє одяг

Існують також 5-и і 6-и точкові, але їх схеми не розглядаються через те, що вони застосовуються для утримання спортсменів у гоночних болідах.

В теперішній час найбільш досконалим є комбінований ремінь безпеки

з плечовими лямками (рисунок 3.1). Для повної відповідності своєму призначенню такий ремінь повинен бути легким і зручним; легко монтуватися та демонтуватися; мати лише одну пряжку; забезпечувати достатню свободу переміщень, яка не обмежує рухів. Ця вимога обумовлює застосування інерційних катушок, які повинні блокуватись за прискорення 0,5 g; мати таку стрічку, яка повинна закривати максимальну площу в межах плечового пояса та тазу; забезпечувати обмеження рухів у вертикальному і поперечному напрямках відповідно до меж витривалості людини.

3.2 Пропоноване рішення встановлення ременів безпеки

Виходячи з особливостей аналізованого КТЗ і наведених вище переваг і недоліків різних схем кріплення ременів безпеки, найоптимальнішим варіантом під час встановлення обмежуючої системи в салоні автобуса особливо малого класу БАЗ-2215 є встановлення ременів безпеки з трьома точками кріплення, обладнаних інерційними блокуючими катушками. Також вважається, що найбільш зручною буде конструкція, що має всі точки кріплення, розташовані на сидінні.

Як прототип приймаємо рішення, показане рисунку 3.4. Недоліками цього рішення є:

- несиметричне розташування підголівника для одиночних сидінь;
- занадто високе розташування верхньої точки кріплення (ремінь проходить на рівні шийних хребців, що може стати негативним фактором);
- додатковий елемент може становити небезпеку і стати небезпечним фактором.

Пропонується пасажирське сидіння з м'якою оббивкою для пасажирських транспортних засобів, основою якої служить несуча рама, на якій з одного боку закріплена оббивка, а з іншого боку закріплена її облицьовування, що закриває ззаду цю спинку, і яка в її верхній частині має поперечку, що до-

пускає можливість кріплення до неї направляючого елемента для стрічки ременя безпеки, при чому облицювання спинки сидіння щонайменше частково охоплює оббивку по периметру спинки сидіння, а поперечка несучої рами має кріпильні елементи, що забезпечують можливість кріплення за їх допомогою направляючого елемента для стрічки ременя безпеки до цієї поперечки.



Рисунок 3.4 – Прототип схеми встановлення ременя безпеки

Перевага пов'язана з тим, що облицювання спинки сидіння щонайменше частково охоплює оббивку по периметру спинки сидіння, полягає в можливості пропустити і вивести вперед стрічку ременя безпеки між оббивкою спинки сидіння і охоплюючої оббивку по периметру спинки сидіння частиною облицювання цієї спинки сидіння. Завдяки цьому відпадає необхідність виконувати в оббивці, відповідно в чохлі, що її закриває, отвір, через який пропускається і виводиться вперед стрічка ременя безпеки.

Наявність у поперечки несучої рами кріпильних елементів, що забезпечують можливість кріплення за допомогою направляючого елемента для стрічки ременя безпеки до цієї поперечки, дозволяє простим шляхом кріпити до несучої рами напрямний елемент для стрічки ременя безпеки.

Кріпильні елементи, що є у поперечини несучої рами, доцільно виконувати у вигляді отворів, у які вставляються пальці, виконані на напрямному елементі для стрічки ременя безпеки. Наявність таких отворів у поперечці не-

сучої рами дозволяє простим шляхом з'єднувати з нею напрямний елемент для стрічки ременя безпеки, для чого в ці отвори необхідно лише вставити пальці, передбачені в направляючого елемента для стрічки ременя безпеки.

Відповідно до одного з найбільш доцільних варіантів здійснення напрямний елемент для стрічки ременя безпеки має пластину, яка в змонтованому положенні направляючого елемента для стрічки ременя безпеки розташовується приблизно паралельно охоплюючої по периметру спинки сидіння частини облицювання спинки сидіння з деяким відступом від цієї частини облицювання спинки. Перевага, пов'язана із застосуванням такої пластини, полягає в тому, що в місці її розташування оббивка не доходить до оббивки, що охоплює, по периметру спинки сидіння частини облицювання цієї спинки. В результаті між цією охоплюючою оббивку по периметру спинки сидіння частиною облицювання та пластиною утворюється зазор, через який можна пропустити стрічку ременя безпеки та вивести її вперед.

У відповідності ще з одним варіантом напрямний елемент для стрічки ременя безпеки має на його бічних сторонах напрямні, за допомогою яких облицювання спинки сидіння кріпиться до цього напрямного елемента для стрічки ременя безпеки. Наявність таких напрямних дозволяє простим шляхом кріпити до спинки сидіння її облицювання.

Крім цього передбачені у напрямного елемента для стрічки ременя безпеки напрямні спільно з охоплюючою оббивку по периметру спинки сидіння частиною облицювання можуть утворювати канал для проходу ременя, як це передбачено згідно з ще одним особливим варіантом здійснення технічного рішення. Подібний канал дозволяє простим шляхом пропустити через нього стрічку ременя безпеки та вивести вперед.

На рисунку 3.5 схематичне зображення пасажирського сидіння без оббивки, оснащеного ременем безпеки, на рисунку 3.6 – збільшене зображення фрагмента верхньої частини спинки пасажирського сидіння, але без ременя безпеки, на рисунку 3.7 – зображення у перспективі направляючого елемента

для стрічки ременя безпеки, на рисунку 3.8 – вид спереду показаного на рисунку 3.7 направляючого елемента для стрічки ременя безпеки, на рисунку 3.9 – показане на рисунку 3.5 пасажирське сидіння з оббивкою.

Як показано на рис. 3.5, пасажирське сидіння має спинку 1, основою якої служить несуча рама 2 з розташованою в її верхній частині поперечиною 3. На несучій рамі 2 розташовані розпірні елементи 2а, до яких прилягає облицювання 5 спинки сидіння. Це облицювання 5 спинки сидіння виконане у вигляді коритоподібного кожуха, що охоплює по периметру спинки сидіння його оббивку 4, як це показано на рисунку 3.9.

Під основою 10 сидіння розташований механізм 11 втягування (натягувач) ременя безпеки. Стрічка 13 ременя безпеки пропущена знизу вгору між оббивкою сидіння та облицюванням 5 спинки сидіння. У верхній частині спинки 1 на поперечині 3 закріплений напрямний елемент 7 (рис. 3.5) для стрічки 13 ременя безпеки, яка огинає цей напрямний елемент і відхиляється вперед приблизно на 90° .

Поперечина 3, як показано на рис. 3.6, має отвори, в які вставлені пальці 6, виконані на напрямному елементі 7 для стрічки ременя безпеки. Ці пальці забезпечують жорстке з'єднання напрямного елемента 7 стрічки ременя безпеки з поперечиною 3 і тим самим з несучою рамою 2.

Напрямний елемент 7 для стрічки ременя безпеки має, як показано на рис. 3.7 і 3.8, вигнуту під кутом пластину 9, верхня частина якої в змонтованому стані займає приблизно горизонтальне положення. Через наявність такої пластини оббивка 4 в цьому місці не може доходити до охоплюючої її по периметру спинки сидіння частини облицювання 5, і тому між цією охоплюючою оббивку по периметру спинки сидіння частиною облицювання 5 і пластиною 9 утворюється зазор, через який можна пропустити стрічку 13 ременя безпеки та вивести її уперед.

Пластина 9 має пальці 6. Ці пальці 6 виконані конічної форми і завдяки цьому у встановленому у відповідні отвори в поперечині стані забезпечу-

ють жорстке і беззорове з'єднання напрямного елемента 7 для стрічки ременя безпеки з поперечиною 3 несучої рами 2. Крім цього займаюча у змонтованому стані горизонтальне положення частина напрямного елемента 7 для стрічки ременя безпеки має на обох її поздовжніх бічних сторонах напрямні 8.

Такі напрямні 8, по-перше, виключають зміщення або сповзання стрічки 13 ременя безпеки вбік на її напрямному елементі 7. По-друге, ці напрямні 8 дозволяють з'єднати облицювання спинки 5 спинки сидіння з направляючим елементом 7 для стрічки ременя безпеки. З цією метою на охоплюючій оббивку по периметру спинки сидіння частиною облицювання 5 виконані профільні елементи, в які можна всунути напрямні 8.

Займаюча в змонтованому стані горизонтальне положення частина напрямного елемента 7 для стрічки ременя безпеки і направляючі 8 у поєднанні із з'єднаною з ними верхньою частиною облицювання спинки 5 спинки сидіння утворюють канал для проходу стрічки 13 ременя безпеки, через який (канал) можна пропустити цю стрічку 13 ременя безпеки та вивести її вперед.

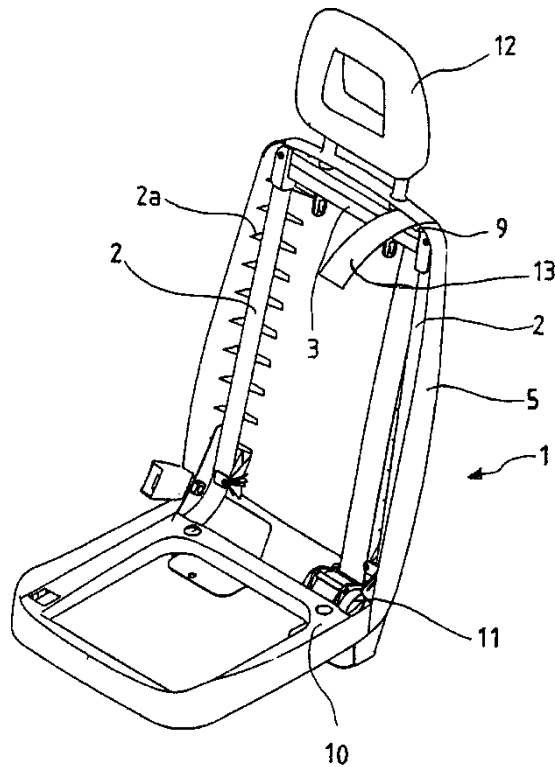


Рисунок 3.5 – Схематичне зображення пасажирського сидіння без оббивки, оснащеного ременем безпеки

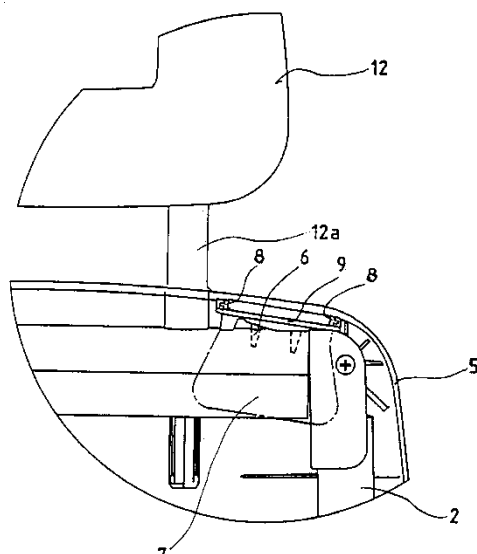


Рисунок 3.6 – Збільшене зображення фрагмента верхньої частини спинки пасажирського сидіння без ременя безпеки

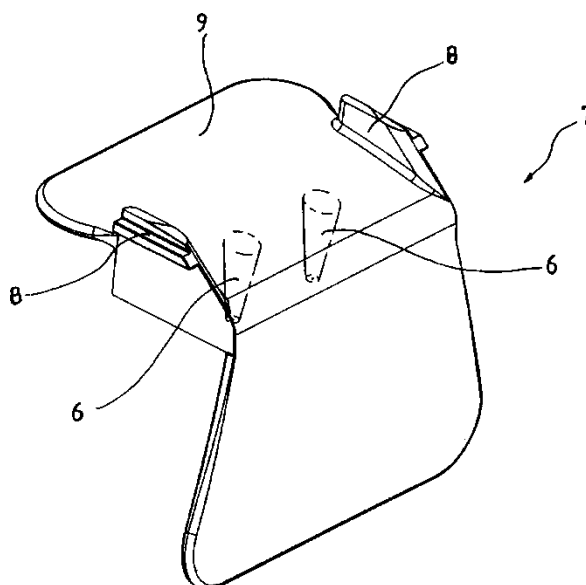


Рисунок 3.7 – Зображення напрямного елемента для стрічки ременя безпеки

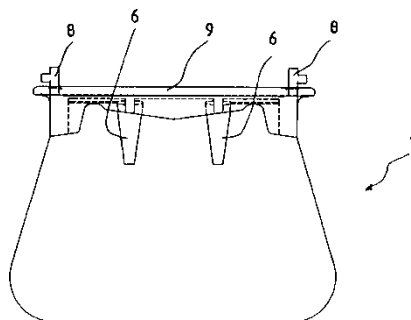


Рисунок 3.8 – Вид спереду напрямного елемента для стрічки ременя безпеки

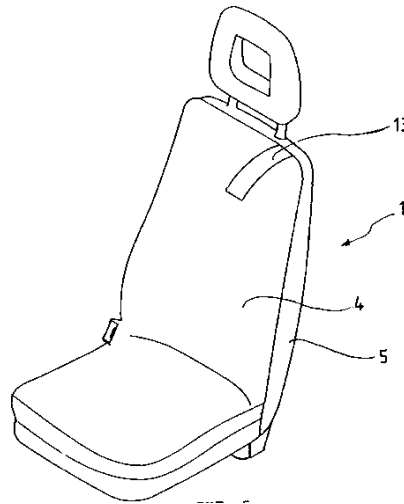


Рисунок 3.9 – Пасажирське сидіння з оббивкою

Напрямний елемент 7 для стрічки ременя безпеки розташований на поперечині 3 несучої рами 2 поряд зі стійкою кріплення 12а підголівника 12, збоку від неї. При цьому стійки кріплення 12а підголівника 12 встановлені у відповідні отвори у поперечині 3.

3.3 Аналіз технічних рішень кріплення сидінь

Відповідно до вимог ДСТУ сидіння повинні витримувати навантаження до 40 g, що виникає під час сповільнень або навантаження, що двадцятикратно перевищує вагу пасажирів [11].

Проведений аналіз конструктивних недоліків у пункті 1.3.4 розділу 1 свідчить про те, що слабкими місцями кріплення сидінь у мікроавтобусі БАЗ-2215 є:

- точки з'єднання з кузовом (підлогою);
- болтові з'єднання подушок сидінь із рамами сидінь.

3.3.1 Підсилення підлоги

Насамперед необхідно підсилити підлогу салону автобуса «БАЗ» та точки кріплення сидінь. Зміцнення підлоги є стандартною процедурою, вирі-

шення якої займалося дуже багато розробників, і для неї є ціла низка готових конструктивних рішень. Під час посилення конструкції необхідно враховувати, що більшість зіткнень відбувається у поздовжньому напрямі і тому необхідно робити посилення з урахуванням цього аспекту. Розглянемо варіант, що найчастіше використовується, це так зване підштампування. Її загальний вигляд представлений на рисунку 3.10.



Рисунок 3.10 – Пропонована конструкція підлоги автомобіля зі штампованим профілем

Подана конструкція матиме жорсткішу структуру в поздовжньому напрямку. Підтвердженням цього може стати нижче наведений порівняльний розрахунок, зроблений з використанням пакету Solidworks 2006 та його модулем, призначеним для розрахунків на міцність COSMOSworks .

Під час розрахунків використовувалися такі припущення:

1. одна із сторін жорстко фіксувалася;
2. до іншої сторони прикладалося зусилля $40mg$, відповідно з урахуванням максимально можливої ваги сидячих пасажирів $40 \times 130 = 5200$ Н;
3. використовувався метал товщиною 1,5 мм.

Для більш точного порівняльного аналізу жорсткості кузова необхідно визначити порівняльне навантаження, що діє в поздовжньому напрямку, для цього визначивши площу поперечного перерізу. Розрахунок вестимемо на одиничній ділянці з розмірами, які наведені на рисунку 3.11.

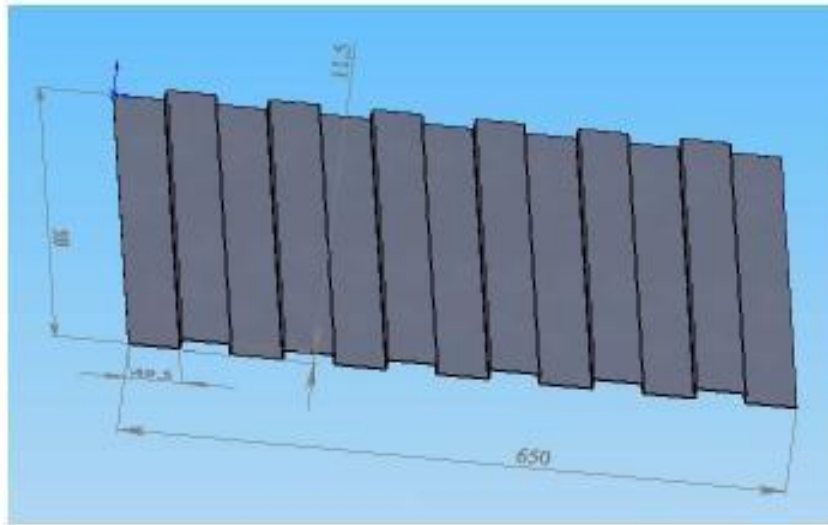


Рисунок 3.11 – Одинична розрахункова ділянка

Враховуючи значення навантаження наведеного вище і площу одного елемента, яка дорівнює 1043 мм^2 , розподілене навантаження буде становити $5,2 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$. Для порівняння скористаємося звичайною пластиною, що має такі ж габаритні розміри та деформовану такою ж розподіленою силою.

Розподіл навантаження та закріплення об'єкта дослідження наведено на рисунку 3.12.

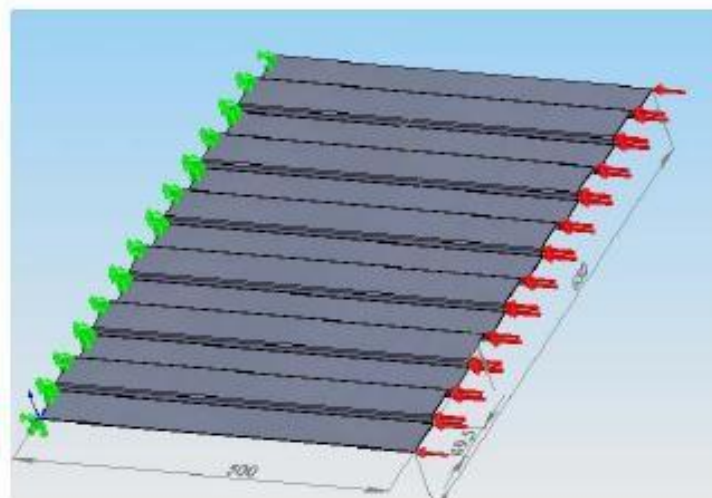


Рисунок 3.12 – Накладення обмежень на модель

Для полегшення розрахунків і порівняння, скористаємося спрощенням даної моделі, тобто візьмемо одиничний елемент, з відповідним переглядом значень навантаження. Його загальний вигляд представлений рисунку 3.13.

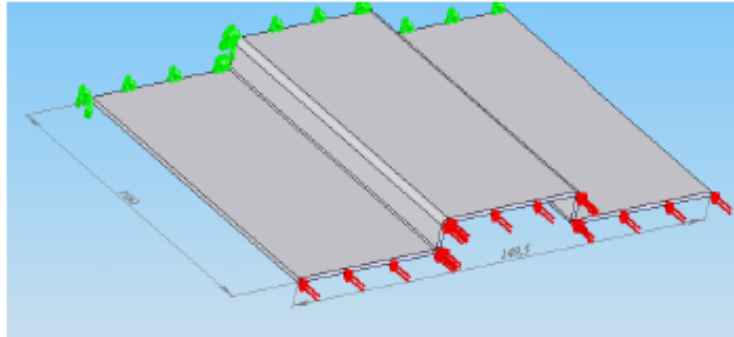


Рисунок 3.13 – Одиничний розрахунковий елемент з накладеними обмеженнями та навантаженням

Для проведення порівняльного аналізу нам також необхідно розрахувати простий лист металу, для таких же навантажень, розрахункова схема наведена на рисунку 3.14.

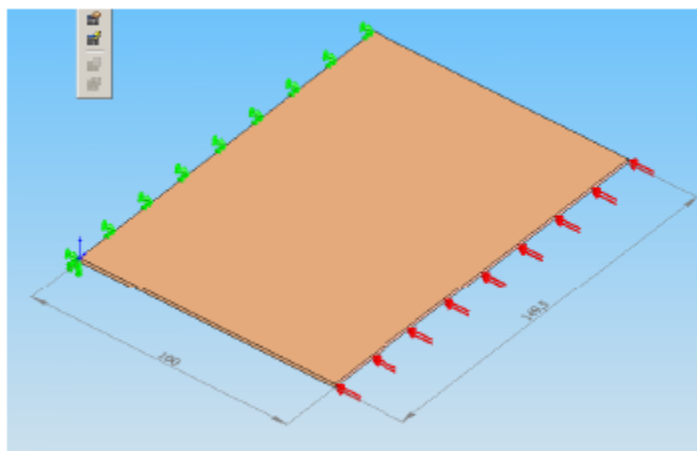


Рисунок 3.14 – Одиничний плоский розрахунковий елемент з накладеними обмеженнями та навантаженням

Для оцінки ефективності запропонованого технічного рішення порівняємо отримані результати для базового та нового варіантів стосовно переміщень та напружень.

Так, максимальні напруження в одиничному плоскому елементі становлять $6,0284 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$, в той час як у пропонованій конструкції $1,192 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$,

що в 5 разів менше, так само відбувається з переміщеннями, які складають у вихідному елементі $4,5156 \cdot 10^{-7}$ м., а в пропонованій конструкції $4,60282 \cdot 10^{-8}$ м., що у 9,8 рази менше.

В результаті проведених розрахунків можна зробити висновок, що пропонована конструкція працюватиме більш ефективно під час лобових зіткнень як з точки зору жорсткості конструкції, так і з руйнування елемента.

Вирішення завдання підвищення жорсткості підлоги автобуса «БАЗ» не призведе до однозначного результату зниження постраждалих під час ДТП, оскільки необхідно ще переглянути вузол кріплення сидіння до підлоги автомобіля. Дане технічне рішення розглянемо у наступному підрозділі.

3.3.2 Модернізація вузла кріплення сидінь до підлоги

Як зазначалося вище, для зниження травмонебезпечності сидінь автобуса «БАЗ» необхідно змінити існуючу конструкцію їхнього кріплення до підлоги. На сьогоднішній день використовується конструкція, представлена на рисунку 3.14.



Рисунок 3.14 – Існуюча схема кріплення сидінь

Як правило, верхня частина кріплення не руйнується (рис. 1.6), тому потрібно змінити конструкцію кріплення під підлогою автомобіля, тобто змінити конструкцію таким чином, щоб навантаження, діюче в результаті зіткнення, рівномірно розподілялося по всіх 4 болтах. Таке рішення можливе у

разі збільшення контакту між опорами сидінь та нижньою стороною підлоги автомобіля. Вирішенням цього завдання може стати використання так званого підрамника. Можлива схема цього рішення наведена на рисунку 3.15.

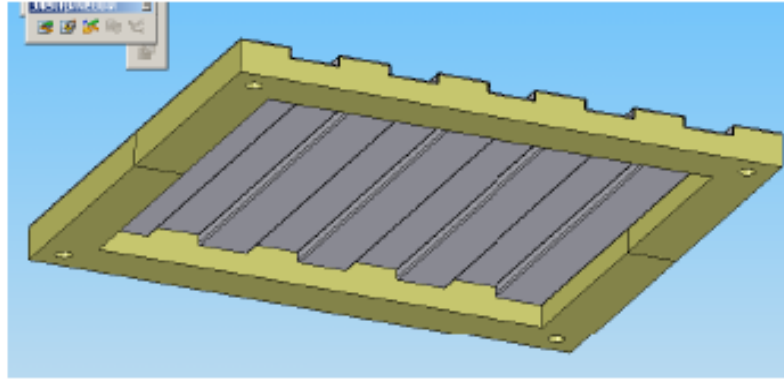


Рисунок 3.15 – Конструкція підрамника

За такої схеми закріплення сидінь розподіл зусиль на підлогу накладатиметься на велику поверхню, що призведе до зниження деформацій.

При цьому встановлення подібного пристрою зверху, так само дозволить розподілити навантаження більш рівномірно, тут також необхідно враховувати і властивості міцності болтових з'єднань. Їх необхідно буде розрахувати на зріз, при цьому у випадку встановлення підрамника площа зрізу значно зростає, а отже навантаження зменшується.

Проведемо розрахунок даної конструкції з використанням таких самих даних, що й вище. Розрахункова схема представлена рисунку 3.16.

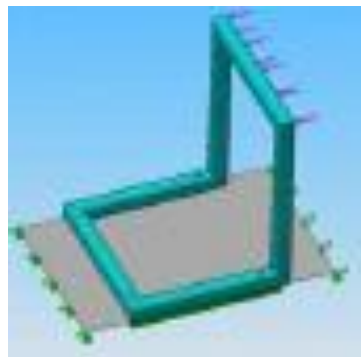


Рисунок 3.16 – Розрахункова схема рами сидіння

У даній розрахунковій схемі рама сидіння виконаний у вигляді труб-

частого каркаса з квадратним перетином, це зроблена спеціально для спрощення розрахунків, тому що нам необхідні значення деформацій підлоги кузова автомобіля, а не деформація сидіння.

Розрахунок проводився за умови навантаження верхньої поперечини сидіння зосередженою силою 5200 Н, яка визначалася вище. В результаті було отримано такі дані.

Напруження в об'єктах дослідження розподілилися наступним чином (рисунок 3.17).

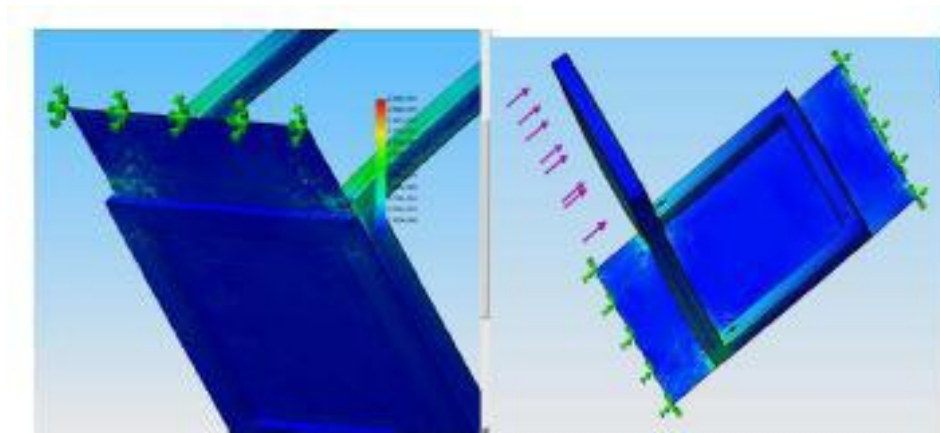


Рисунок 3.17 – Напруження, що діють на місця кріплення сидінь

Як видно на представлених рисунках, розподіл напружень в точках кріплення сидінь з підрамниками і без них, істотно відрізняються, про що говорить ширша зелена зона, на рисунку, де сидіння встановлене без підрамника. Те ж саме можна спостерігати і під час розрахунку деформацій. Рисунки, що ілюструють даний пункт наведені нижче.

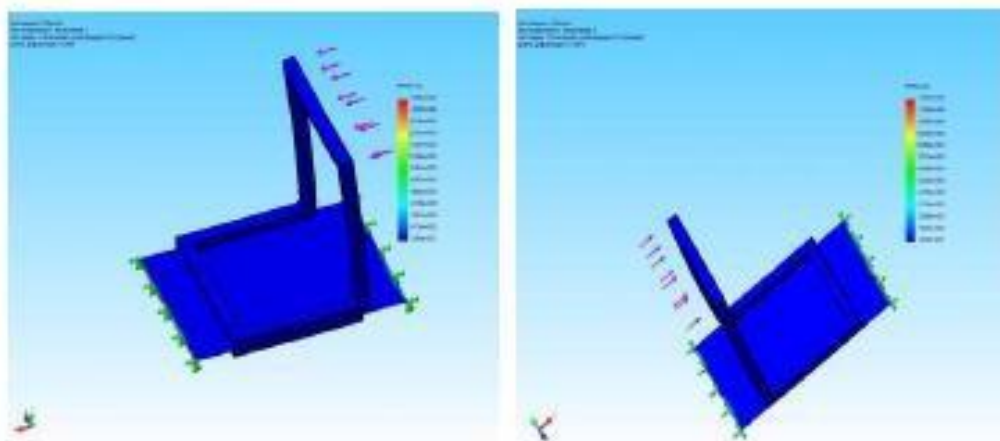


Рисунок 3.18 – Деформації досліджуваних об'єктів з підрамником і без

При цьому рівень деформацій в об'єкта з підрамником в 1,2 рази менший. Ці дані наведені для ділянки прикладання сили, тобто для верхньої поперечини сидіння, а отже у зонах кріплення переміщення ще нижчі.

В результаті проведеної роботи можна зробити наступні висновки щодо реінжинірингу автомобіля «БАЗ»:

- встановити ремені безпеки відповідно до рекомендацій, наведених у пункті 3.1.2;
- змінити конструкцію підлоги автомобіля з метою збільшення її жорсткості, за допомогою створення рельєфної поверхні та впровадження в конструкцію додаткових ребер жорсткості, що дасть зниження деформацій підлоги у місці кріплення сидінь;
- змінити конструкцію кріплення крісел у салоні, за допомогою встановлення додаткових пристроїв – підрамників, які перерозподілять діючі навантаження на велику площу, що призведе до відсутності зривів сидінь із місць кріплення у випадку поздовжнього зіткнення.

Висновки

На підставі проведених удосконалень і виконаних розрахунків можна зробити такі висновки:

1. Аналіз схем кріплення ременів безпеки з урахуванням їх переваг та недоліків дозволив вибрати найраціональнішу схему – триточкову, з розташуванням точок кріплення на сидінні.

2. Порівняльні розрахунки базового та пропонованого варіантів виготовлення профілю підлоги кузова показує перспективність застосування гнутих профільованих листів.

Підвищення міцності кріплення сидінь до підлоги кузова шляхом застосування нижнього підрамника є реальним засобом підвищення надійності кріплення.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічний ефект від підвищення пасивної безпеки автобуса може мати кілька аспектів. Даваймо їх розглянемо.

1. Зменшення витрат на медичне обслуговування та лікування: Покращена пасивна безпека автобуса, така як використання безпечних ременів безпеки, подушок безпеки та інших систем, може знизити травматизм пасажирів під час аварій. Це призводить до менших витрат на медичне обслуговування, лікування та реабілітацію.

2. Збільшення тривалості служби автобуса: Вдосконалені системи пасивної безпеки можуть зменшити пошкодження автобуса під час зіткнень. Це може продовжити його службу, зменшити витрати на ремонт та заміну деталей.

3. Зниження витрат на страхування: Автобуси з високим рівнем пасивної безпеки можуть бути менш ризикованими для страхових компаній. Це може призвести до зниження страхових премій, що зменшить витрати на страхування.

4. Підвищення довіри пасажирів та збільшення попиту на послуги автобусного перевезення: Якщо пасажирів відчувають себе безпечно в автобусі, вони можуть більше користуватися цим видом транспорту. Це може призвести до збільшення попиту на автобусні послуги та збільшення доходів.

Методика розрахунку економічного ефекту може включати аналіз витрат на впровадження нових систем пасивної безпеки, порівняння зменшення витрат на медичне обслуговування та страхування, а також оцінку впливу на попит та тривалість служби автобуса [13].

4.1 Методика визначення економічних показників автобуса

Зведені затрати Π на одиницю напрацювання визначаються:

$$\Pi = I + K \cdot E, \quad (4.1)$$

де I, K – прямі експлуатаційні затрати і капітальні вкладення на одиницю напрацювання, грн./пас·км;

E – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

Прямі експлуатаційні затрати дорівнюють:

$$I = Z + \Gamma + P + A + Z_3, \quad (4.2)$$

де у праву частину рівняння входять затрати (грн./пас·км) відповідно на:

Z – оплату праці обслуговуючого персоналу;

Γ – паливно-мастильні матеріали;

P – технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт;

A – реновацію;

Z_3 – зберігання.

Затрати на оплату праці (грн./пас·км) водія становлять:

$$Z = \frac{L_6 \tau_6 k_d}{W_{3M}}, \quad (4.3)$$

де W_{3M} – продуктивність автомобіля за годину змінного часу, пас·км/год;

L_6 – чисельність виробничого персоналу, чол;

τ_6 – годинна тарифна ставка оплати праці виробничого персоналу, грн./люд.-год;

k_d – коефіцієнт, що враховує доплати за класність та стаж роботи, кваліфікацію.

Затрати на паливно-мастильні матеріали (грн./пас·км) визначаються

$$\Gamma = qЦ, \quad (4.4)$$

де q – витрата паливно-мастильних матеріалів, кг/пас·км;

$Ц$ – комплексна ціна 1 кг даних матеріалів, грн./кг.

Затрати на технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт (грн./пас·км) за нормативами відрахувань

$$P = \frac{B(r_m + r_k)}{W_{3M} T_p}, \quad (4.5)$$

де B – балансова вартість автомобіля, грн.;

r_m, r_k – коефіцієнти відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування, капітальний ремонт;

T_p – річне завантаження автомобіля, год.

Затрати на реновацію (грн./пас.·км) визначаються за формулою:

$$A = \frac{B a}{W_{зм} T_p}, \quad (4.6)$$

де a – коефіцієнт відрахувань на реновацію.

Затрати на зберігання (грн./пас.·км) визначаються наступним чином

$$Z_3 = 0,065 \cdot P. \quad (4.7)$$

Капітальні вкладення K на пас.·км становлять:

$$K = \frac{B}{W_{зм} T_p}. \quad (4.8)$$

Затрати праці Z_n (люд.-год/пас.·км) становлять

$$Z_n = \frac{L_6}{W_{зм}}. \quad (4.9)$$

Річне напрацювання трактора (год) визначається

$$B_3 = W_{зм} T_p. \quad (4.10)$$

Річний економічний ефект (грн.) від експлуатації удосконаленого автомобіля

$$E_p = (P_{\bar{o}} - P_n) B_3, \quad (4.11)$$

де $P_{\bar{o}}, P_n$ – зведені затрати для зразків транспортних засобів, грн./пас.·км.

Річна економія праці Z_p (люд.-год) визначається:

$$Z_p = (Z_{n\bar{o}} - Z_{nn}) B_3, \quad (4.12)$$

де $Z_{n\bar{o}}, Z_{nn}$ – затрати праці для базового і нового автомобілів, люд.-год/пас.·км.

Ступінь зміни затрат C (%) становить:

$$C = \frac{(Z'_{p\bar{b}} - Z'_{pn}) \cdot 100}{Z'_{p\bar{b}}}, \quad (4.13)$$

де $Z'_{p\bar{b}}, Z'_{pn}$ – річні затрати (затрати праці, прямі експлуатаційні затрати та зведені затрати, капітальні вкладення) відповідно для базового і розробленого зразків техніки, люд.-год.

4.2 Розрахунок економічної ефективності використання удосконаленого автобуса

На основі експлуатаційних показників роботи базового і удосконаленого автомобілів, нормативно-довідкових матеріалів, цін на технічні засоби і паливно-мастильні матеріали заповнюється таблиця вихідних даних (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності використання автобуса особливо малого класу БАЗ-2215

Показники	Позначення	Серійний автомобіль	Удосконалений автомобіль
1	2	3	4
Продуктивність за годину змінного часу, пас·км/год	$W_{зм}$	630	700
Балансова вартість, тис. грн.	B	270,0	304,1
Річна тривалість роботи, год	T_p	2100	2120
Чисельність персоналу, чол	L_g	1	1
Годинні тарифні ставки персоналу, грн./люд.-год	τ_g	113,6	113,6
Коефіцієнт, що враховує доплати персоналу	k_d	1,1	1,1
Коефіцієнт відрахувань на реновацію	a	0,14	0,14
Коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт, технічне обслуговування та відновлення шин	r_m	0,16	0,16

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4
Коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт	r_k	0,06	0,05
Витрата паливно-мастильних матеріалів, кг/пас·км	Γ	0,01	0,01
Ціна палива з врахуванням вартості мастильних матеріалів, грн./кг	\mathcal{C}	52	52
Нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень	E	0,15	0,15

Показники економічної ефективності від впровадження заходів з підвищення пасивної безпеки на автобусі дано табл. 4.2. Отримані результати розрахунку свідчать про доцільність використання удосконаленого автомобіля. При цьому порівняно із серійним прямі затрати зменшуються на 3,29%, а зведені – на 2,87%.

Таблиця 4.2 – Показники економічної ефективності від використання автобуса БА3-2215

Показник	Автомобіль	
	серійний	удосконалений
1	2	3
Річне напрацювання, пас·км	1323000	1484000
Прямі затрати (грн./пас·км) на:		
– оплату праці	0,20	0,18
– паливно-мастильні матеріали	0,52	0,52
– технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт, відновлення шин	0,04	0,04
– реновацію	0,03	0,03
– зберігання	0,0	0,0
всього прямих затрат	0,79	0,77
Капітальні вкладення, грн./пас·км	0,2	0,2
Зведені затрати, грн./пас·км	0,83	0,80

Продовження табл.. 4.2

1	2	3
Річний економічний ефект, грн.	–	32022
Затрати праці, люд.-год/пас.·км	0,0015	0,0014
Ступінь зміни (%):		
– затрат праці		10
– прямих затрат	–	2,73
– зведених затрат	–	2,61
– капіталовкладень	–	-0,41

Річний економічний ефект від впровадження заходів з підвищення пасивної безпеки автобуса особливо малого класу БАЗ-2215 становить 32022 грн.

Висновки

1. Використання удосконаленого автомобіля практично значиме, його річне напрацювання досягає 1484000 пас.·км, що на 12,1% більше, ніж у серійного.

2. Конструктивна розробка дозволяє перш за все за рахунок зменшення пошкодження автобуса під час зіткнень, а відповідно продовження його служби, зменшення витрат на ремонт та заміну деталей, збільшення попиту на автобусні послуги цим видом транспорту, домогтися збільшення напрацювання та зменшення затрат на ремонт.

3. Річний економічний ефект від використання удосконаленого автобуса становитиме 32022 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Швидкі темпи розвитку автотранспорту зумовили певні проблеми, такі як безпечна експлуатація, якісне та недороге обслуговування, забруднення навколишнього середовища. Передбачається переважаючий розвиток автомобільного транспорту загального користування. Характерною рисою у розвитку міських пасажирських перевезень є підвищення ролі автобусів.

Незважаючи на впроваджені, особливо останнім часом, інноваційні ідеї стосовно активної та пасивної безпеки повністю виключити або уникнути аварійних ситуацій на автотранспорті неможливо.

Конструктивну безпеку автомобіля, як комплексну властивість, ділять на активну, пасивну, післяаварійну та екологічну. Пасивна безпека включає безліч елементів, і один з основних – ремінь безпеки. Другим за значимістю елементом пасивної безпеки є кузов автомобіля. Матеріали інтер'єру салону повинні бути не тільки приємними на дотик, радувати око, у разі потреби вони повинні максимально пом'якшити удар.

У салоні маршрутних таксі на базі автобусів особливо малого класу існує велика травмонебезпечність пасажирів, що зумовлена низьким рівнем пасивної безпеки салону автомобіля, зокрема, відсутністю системи утримання пасажирів від переміщення під час зіткнень. Зіткнення з елементами салону автомобіля або викид з автомобіля є найчастішими випадками, що спричиняють загибель або поранення людей під час ДТП.

Аналіз схем кріплення ременів безпеки з урахуванням їх переваг та недоліків дозволив вибрати найраціональнішу схему – триточкову, з розташуванням точок кріплення на сидінні.

Порівняльні розрахунки базового та запропонованого варіантів виготовлення профілю підлоги кузова показує перспективність застосування гнутих профільованих листів. Підвищення міцності кріплення сидінь до підлоги кузова шляхом запровадження нижнього підрамника є реальним засобом підвищення надійності кріплення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Богомолова О. А., Шелест В. В., Кондрашова І. Ю. Автомобільна безпека дорожнього руху: навчальний посібник. Київ: НАУ, 2018. 222 с.
2. Борисенко О. О., Стахів Є. М. Дорожня безпека: підручник. Київ: ТОВ «Видавництво «Університетська книга», 2017. 400 с.
3. Герасимюк О.В., Бурлака О.В. Акти забезпечення безпеки дорожнього руху. Збірник наукових праць: Національної академії державної прикордонної служби України серія: військові та технічні науки. 2013. №1(59). С 248-255.
4. Горбай О.З., Голенко К.Е., Козак М.С. Оцінювання міцності кузовів мікроавтобусів за умов пасивної безпеки. Видавництво Національного університету "Львівська політехніка". 2010. 125 с.
5. Горбай О.З., Когут В.М. Пасивна безпека автобусних пасажирських сидінь. *Наукові нотатки* : зб. наук. пр. Луцького НТУ. Луцьк. Вип. 45. 2014. С. 288–294.
6. Дерібан В. О., Ігнатович М. С., Левчук М. І. Безпека дорожнього руху. Аварійність на дорогах. Київ: УкрДПІ, 2018. 236 с.
7. Досвід країн Європи щодо управління безпекою дорожнього руху – URL: <http://www.pishohid.org.ua/news/dosvid-krayin-yevropy-shchodo-upravlinnya-bezpekoyudorozhnogo-ruhu>. (Дата звернення 20.04.2024 р.)
8. Дослідження МВС щодо основних причин ДТП. URL: <http://forinsurer.com/public/06/03/02/2196>. (Дата звернення 20.04.2024 р.)
9. Кондратюк В. С. Безпека дорожнього руху: навчальний посібник. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2016. 432 с.
10. Коростельов М. В., Гнатов А. В. Дослідження активних систем безпеки для автотранспортних засобів. *Автомобільний транспорт*. 2020. Вип.46. С.40-46.
11. Лобур В. М., Перебийніс О. Г., Турило Є. В. Автономні системи підтримки прийняття рішень для підвищення безпеки дорожнього руху. Київ: АВТОТРАНС, 2020. 421 с.
12. Лях М.А. Дем'янюк О.С., Бешун О.А. Основи керування автомобілем та безпека дорожнього руху: навч. посібник Київ: ВІКНУ, 2011. 368 с.

Статистика ДТП в Україні. URL: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka>. (Дата звернення 25.04.2024 р.)

13. М 218-03450778-695:2011 «Методика визначення соціально-економічних втрат від дорожньо-транспортних пригод», затверджена заступником Голови Державної служби автомобільних доріг України 01.01.2011. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=64471. (Дата звернення 25.04.2024 р.)

14. Мельник В. В., Стефанишин О. І. Організація дорожнього руху. Львів: НУЛП, 2017. 274 с.

15. Мигаль Г. В., Протасенко О. Ф. Безпека та організація дорожнього руху : навч. посіб. Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. С. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. 85 с.

16. Панфілов А. В. Безпека руху на дорогах: нормативно-правове регулювання. Київ: КНЕУ, 2020. 324 с.

17. Про Рекомендації парламентських слухань на тему: "Стан і перспективи забезпечення в Україні безпеки дорожнього руху" Схвалено Постановою ВР України від 13 квітня 2016 року № 1091-VIII <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1091-19>.

18. Роговський І. Методичні засади визначення пасивної безпеки кузовних конструкцій колісних транспортних засобів. *Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія Агроінженерні дослідження*. №25. 2021. С. 189–198.

19. Ромашко С. В. Фактори, що впливають на виникнення дорожньо-транспортної пригоди. *Транспортна безпека: правові та організаційні аспекти*: матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Кривий Ріг, 19 листопада 2021 року). Кривий Ріг. 2021. С. 175-177.

20. Сукач О. М., Миронюк О. С., Паславський Р. І., Шевчук В. В. Методичні рекомендації для виконання кваліфікаційних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт». Львів: ЛНУП, 2023. 50 с.

21. Товстуха С. Застосування Європейського досвіду державного управління безпекою дорожнього руху України. URL: [http://www.dridu.dp.ua/vidavnictvo/2011/2011_02\(9\)/11tsodru.pdf](http://www.dridu.dp.ua/vidavnictvo/2011/2011_02(9)/11tsodru.pdf) (дата звернення 21.04. 2024 р.)