

3. Іванов А.В. Гібридні транспортні засоби: Навчальний посібник. Харків: ХНАДУ, 2022. – 210 с.
4. Малий Г.М., Шевченко О.В. Електротранспорт: сучасні тенденції розвитку. Науково-технічний журнал «Автомобільний транспорт», 2023, № 48. – С. 45–52.
5. Vagati, A., & Pastorelli, M. SynRM: A New Challenge for HighPerformance Motor Drives. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 49(4), 2002, pp. 917–925.
6. Krings, A., & Monissen, C. Review and Trends in Electric Traction Motors for Battery Electric and Hybrid Vehicles. IEEE International Conference on Electrical Machines, 2020, pp. 1–8.
7. Wang, Y., Li, Y., Zhang, L. "Cloud-Based Energy Forecasting for Smart Grids." IEEE Transactions on Smart Grid, 2020, 11(2): 1234-1243.
8. Leontiev D., Klymenko V., Frolov A.; Regarding the efficiency of using solar panels of low power to obtain maximum charging current for batteries vehicle. *AIP Conf. Proc.* 5 June 2025; 3238 (1): 050009. <https://doi.org/10.1063/5.0248928>

Науковий керівник: Рижих Л.О., професор кафедри автомобілів

Семикопний Родіон, ст. гр. АА-41-22

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ПАСИВНА БЕЗПЕКА АВТОМОБІЛЯ

Пасивна безпека автомобіля являє собою комплекс конструктивних елементів і технічних рішень, призначених для зменшення рівня травматизму водія та пасажирів у разі дорожньо-транспортної пригоди. Основними складовими пасивної безпеки є ремені та подушки безпеки, зони деформації кузова, жорстка пасажирська капсула, підголівники та елементи внутрішнього обладнання салону.

Ефективність роботи цих елементів визначається їх здатністю поглинати кінетичну енергію зіткнення та зменшувати перевантаження, які діють на людину [1].

До елементів пасивної безпеки автомобіля входять:

- Зони деформації: Передня та задня частини автомобіля, що поглинають енергію удару.
- Силовий каркас (капсула) салону: Жорстка частина кузова, яка повинна залишатися цілою для захисту людей всередині.
- Скло: Багатошарове (триплекс) або загартоване скло, яке при розбитті не утворює гострих уламків.
- М'які бампери та «м'який» капот: Матеріали та форми, що знижують травматизм пішоходів при наїзді.
- Подушки безпеки для пішоходів: Спеціальні зовнішні подушки, що розгортаються біля основи лобового скла.
- Ремінь безпеки

Розглянемо деякі з цих елементів

1. Ремінь безпеки - це пристрій пасивної безпеки, призначений для утримання пасажира на місці у разі аварії або раптової зупинки. Він запобігає вильоту людини з автомобіля та зменшує силу ударів об внутрішні частини салону. Ремінь безпеки є одним із основних елементів безпеки, що знижує ймовірність отримання травм при ДТП. Сучасні автомобілі оснащуються автоматичними ременями з функцією регулювання натягу і обмеження сили натягу, що забезпечує більш ефективне утримання пасажирів в момент зіткнення [2].

Перші ідеї щодо застосування ременів безпеки з'явилися ще на початку XIX століття — їх запропонував англійський інженер і винахідник Джордж Кейлі. Згодом, у 1885 році, у Сполучених Штатах Америки Едвард Дж. Клекхорн отримав перший офіційний патент на подібний пристрій, що став прототипом сучасних ременів безпеки.

Наступним кроком у розвитку цієї ідеї стало патентування 11 травня 1903 року так званих «захисних автомобільних шлейок» для пасажирів транспортних засобів. Автором цього винаходу був француз Гюстав-Дезіре Лево, який одним із перших звернув увагу на необхідність фіксації людини під час руху.

У сфері авіації ремінь безпеки вперше використав у 1913 році французький льотчик Адольф Пегу. Втім, попри цей досвід, аж до 1930-х років ремені не стали стандартним елементом у літаках. Приблизно в той самий період, на початку 1920-х років, ремені почали застосовувати автогонщики. Однак через незручність і обмеження рухів вони не здобули популярності серед власників серійних автомобілів.

Справжній прорив у розвитку автомобільних ременів безпеки стався наприкінці 1950-х років. Інженер з безпеки шведської компанії Volvo Нільс Болін, який раніше працював в авіаційній галузі, розробив принципово нову конструкцію — триточковий ремінь безпеки. Протягом року випробувань він дійшов висновку, що оптимальним є ремінь, який проходить через плече та фіксується на рівні стегна, забезпечуючи ефективне утримання тіла і можливість застібання однією рукою. У 1959 році Болін отримав патент, а того ж року Volvo вперше представила нову систему в серійних автомобілях. У 1985 році Німецьке патентне відомство визнало розробку Боліна одним із восьми найкорисніших винаходів для людства за століття. Успіх цього рішення пояснювався поєднанням високого рівня захисту та зручності користування - саме це переконало людей почати регулярно пристігатися.

У 1957 році Швеція стала першою країною у світі, що узаконила використання ременів безпеки. У 1961 це зробив американський штат Вісконсин, а з 1 квітня 1970 року влада Франції зобов'язала автовиробників встановлювати ремені безпеки на передніх сидіннях нових автомобілів.

На території України (тоді у складі СРСР) водіїв і пасажирів легкових автомобілів зобов'язали використовувати ремені безпеки з 1979 року.

З часом конструкція ременів безпеки удосконалювалась, вони стали саморегульованими і встановлювались не лише на передніх, але і на задніх сидіннях.

Розглянемо двоточкові ремені безпеки

Поясний тип

На початку 1950-х років американський інженер Кеннет Лігон разом із братом Бобом розробили та запатентували автомобільний ремінь швидкого відстібання. Його конструкція передбачала дві точки кріплення по обидва боки сидіння та охоплювала тіло в зоні талії. Розробка привернула увагу компанії Ford, і вже з 1956 року такі ремені почали пропонуватися як додаткове обладнання для автомобілів цього виробника.

Поясні двоточкові ремені широко застосовувалися в автомобілях 1960-х років. Сьогодні їх ще можна побачити як ремінь безпеки у пасажирських літаках. Вони фіксують людину в сидінні, залишаючи достатню свободу для зміни пози під час посадки та польоту.



Рисунок 1 – Поясний тип ременів безпеки

Плечовий тип

Плечовий двоточковий ремінь проходить по діагоналі від плеча до протилежного стегна. Такі ремені застосовувалися в автомобілях 1960-х років, однак показали низьку ефективність: під час аварії пасажир міг вислизнути з-під ременя, що значно знижувало рівень захисту.

Комбінація поясного та плечового ременів

Окрему категорію становлять ремені безпеки, які тривалий час використовувалися в американських автомобілях. Вони склалися з двох незалежних елементів — поперекового та діагонального, які застібалися окремо. Неповне використання цієї системи було вкрай небезпечним. За даними Американської медичної асоціації, застосування лише плечового ременя підвищувало ризик травм грудної клітки утричі порівняно з повноцінним фіксуванням. У разі лобового зіткнення пошкодження грудей у пасажирів, пристебнутих тільки діагональним ременем, фіксувалися у сім разів частіше, ніж у тих, хто не був пристебнутий. Для ефективного захисту було необхідно використовувати обидва ремені одночасно.

Розглянемо триточкові ремені безпеки

Переваги

Триточковий ремінь об'єднує в єдину конструкцію поясний і плечовий елементи. Він складається з однієї стрічки, по якій переміщується замкова пряжка, що значно спрощує процес пристібання. Під час аварії навантаження рівномірно розподіляється між грудною кліткою, плечима та тазовою зоною, зменшуючи ризик важких травм.

До 1980-х років триточкові ремені зазвичай встановлювалися лише на передніх сидіннях, тоді як ззаду застосовувалися поясні або плечові варіанти. Проте дослідження показали, що поясні ремені можуть спричинити серйозні ушкодження хребта, відомі як «синдром ремня безпеки». Це призвело до перегляду нормативів у більшості розвинених країн і запровадження обов'язкового оснащення всіх сидінь триточковими ременями. У США з 1 вересня 2007 року всі нові автомобілі комплектуються саме такими системами.

Будова триточкового ремня

Стандартний триточковий ремінь складається з трьох основних елементів: стрічки (лямки), замка та інерційної втягувальної катушки.

Лямка виготовляється з високоміцного матеріалу та кріпиться до кузова автомобіля у трьох точках — на стійці, порозі та елементі із замковим механізмом. Для забезпечення зручності та ефективності фіксації в багатьох автомобілях передбачено регулювання верхньої точки кріплення відповідно до зросту пасажера.

Замковий механізм відповідає за надійне з'єднання ремня та розташовується поруч із сидінням. На стрічці закріплений рухомий металевий язичок, який вставляється в замок. У більшості сучасних автомобілів в замок вбудований датчик, що активує світлове та звукове попередження на панелі приладів, нагадуючи про необхідність пристебнути ремінь. Принцип роботи цієї системи може відрізнятися залежно від виробника.

Інерційна катушка забезпечує автоматичне змотування та розмотування ремня. Вона оснащена механізмом блокування, який спрацьовує під час різкого уповільнення автомобіля або швидкого руху самої стрічки. Витягнути ремінь можливо лише плавно, без різких ривків.

Додатково багато сучасних автомобілів обладнуються натягувачами ремнів. Ці пристрої активуються в момент аварії та миттєво підтягують стрічку, зменшуючи люфт і запобігаючи надмірному зміщенню тіла вперед. Швидкість змотування може досягати приблизно 10 м/с. Натягувачі встановлюють як у замку ремня, так і в механізмі катушки.

Розглянемо багатоточкові ремені безпеки

Ремені з чотирма і більшою кількістю точок кріплення застосовуються в умовах підвищених навантажень: у спортивній авіації, гоночних автомобілях, а також у дитячих автомобільних кріслах. У автоспорті п'яти- та шеститочкові системи виконують не лише захисну функцію, а й забезпечують додаткову бічну підтримку тіла водія під час руху на високих швидкостях.



Рисунок 2 – Багатоточковий тип ременів безпеки

Подушка безпеки (Airbag) — це елемент пасивної безпеки автомобіля, призначений для зменшення ризику травм водія та пасажирів під час дорожньо-транспортної пригоди. Вона працює разом із ременями безпеки та суттєво підвищує рівень захисту при зіткненні [3].



Рисунок 3 – Подушка безпеки

Перші ідеї використання подушок безпеки з'явилися ще у 1950-х роках. У 1952 році американець Джон Хетрік запатентував пристрій, що передбачав миттєве наповнення м'якої оболонки повітрям у разі аварії. У 1960–1970-х роках технологія почала активно розвиватися, а з 1980-х подушки безпеки

стали встановлюватися на серійних автомобілях. Сьогодні вони є обов'язковим елементом оснащення більшості транспортних засобів.

Принцип роботи

Подушка безпеки спрацьовує за долі секунди після зіткнення. Система складається з датчиків удару, електронного блоку керування, газогенератора та самої подушки.

1. Датчики фіксують різке уповільнення або удар.
2. Блок керування аналізує силу зіткнення та приймає рішення про активацію.
3. Газогенератор миттєво наповнює подушку газом.
4. Подушка розкривається, пом'якшуючи удар тіла об елементи салону, після чого швидко здувається.

Повний цикл — від зіткнення до здування — триває приблизно 0,03–0,05 секунди.

Сучасні автомобілі можуть бути оснащені кількома типами подушок безпеки:

- Фронтальні - для водія та переднього пасажира;
- Бокові - захищають груди та таз;
- Шторки безпеки - розкриваються вздовж вікон і захищають голову;
- Колінні - зменшують навантаження на ноги;
- Центральні - запобігають зіткненню пасажирів між собою.



Рисунок 4 – Подушки безпеки

Взаємодія з ременями безпеки

Подушка безпеки не замінює ремінь, а лише доповнює його. Без пристебнутого ременя ефективність подушки значно знижується, а в деяких випадках вона може навіть підвищити ризик травм. Саме тому використання ременів безпеки є обов'язковою умовою правильної роботи системи.

Висновки

Пасивна безпека автомобіля має вирішальне значення для зменшення травматизму та смертності в результаті дорожньо-транспортних пригод. Застосування новітніх технологій в автомобілях, таких як подушки безпеки, системи стабілізації, інтелектуальні ремені безпеки та посилені зони деформації, значно підвищує рівень захисту водія та пасажирів.

Проте, важливо зазначити, що всі ці системи є ефективними лише у поєднанні з активними заходами безпеки, такими як використання ременів безпеки, дотримання правил дорожнього руху та забезпечення належної кваліфікації водія.

У майбутньому варто очікувати подальшого вдосконалення технологій пасивної безпеки, зокрема інтеграції інтелектуальних систем безпеки, які зможуть не лише реагувати на аварійні ситуації, але й попереджати їх. Прогрес у матеріалознавстві також може призвести до створення більш легких і міцних конструкцій автомобілів, що підвищить ефективність систем пасивної безпеки.

Література

1. Кашканов А.А., Грисюк О.Г. Безпека руху автомобільного транспорту. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2005. - 177 с.
2. Іващенко М.В. Основи керування автомобілем, безпека дорожнього руху та медичне забезпечення безпеки дорожнього руху. – 2000. – 261с.
3. <https://service-airbag.com.ua/uk/statti/podushki-bezpeki-v-avto-vidi-ta-funkcziyi/>

Науковий консультант Ярита О.О., доцент кафедри автомобілів імені А.Б.Гредескула, канд. техн. наук

Тонкашев Семен, ст. гр. АА-41-22
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЕВИХ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ

У наш час уряди багатьох країн встановлюють все більш амбітні цілі для водневого сектора, що дійсно може відіграти ключову роль у досягненні мети нульових викидів (Net Zero) до 2050 року. Водень може бути використаний як джерело енергії двома різними способами: в електрохімічних паливних елементах (комірках) і за допомогою згоряння. В 2007 році компанія Toyota випустила перший гібридний автомобіль, що працює на водневих паливних комірках (Toyota Mirai) з електричним двигуном потужністю 113 кВт. Замість двигуна внутрішнього згоряння цей автомобіль має стек (блок) паливних комірок, що виробляють електричний струм. Транспортні засоби на паливних комірках (Fuel-cell electric vehicles FCEVs) з використанням водню належать до