

Хітров І.О.

Національний університет водного господарства
та природокористування

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ КУЗОВА ВАНТАЖНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ НА БЕЗПЕКУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ

Необхідність дослідження конструктивних особливостей кузова вантажного транспортного засобу зумовлена вирішальним впливом на безпеку перевезення вантажів в умовах зростання інтенсивності руху, підвищення експлуатаційних вимог та посилення контролю за технічним станом. У статті розкрито роль кузова як ключового елемента транспортного засобу, що забезпечує фізичну цілісність, захист вантажу від зовнішніх чинників, а також впливає на стійкість і маневреність під час експлуатації. Розкрито сучасні підходи до підвищення безпечності конструкції кузова, визначено залежність між типом кузова, розподілом маси, положенням центра ваги та загальною стійкістю транспортного засобу. З'ясовано, що саме від конструктивних рішень залежить не лише збереження вантажу, а й динамічна поведінка транспортного засобу, зокрема під час гальмування, поворотів та руху нерівною дорогою. У роботі узагальнено типи кузовів (контейнерні, тентовані, фургони, ізомермічні, самоскиди, цистерни) та їх вплив на умови безпечного перевезення. Значну увагу приділено питанню стійкості конструкції і використанню елементів пасивної безпеки, таких як деформаційні зони, каркаси жорсткості, засоби фіксації вантажу. Особливої актуальності набуває впровадження систем контролю вантажопідйомності та розподілу навантаження. Визначено перспективні напрямки подальших досліджень, зокрема розвиток адаптивних конструкцій кузовів із врахуванням змінних умов експлуатації та типів вантажів, а також інтеграція інтелектуальних систем для контролю за стійкістю та безпекою вантажоперевезень. Стаття має практичну цінність для конструкторів, інженерів, логістів. Запропоновані підходи можуть бути ефективно використані при проектуванні нових моделей вантажних транспортних засобів, а також при модернізації існуючих конструкцій з урахуванням сучасних вимог до безпеки, ефективності та екологічної відповідності. Представлені результати також можуть бути корисними у навчальному процесі підготовки фахівців транспортної галузі, формуючи у них системне розуміння взаємозв'язку конструкції кузова з параметрами безпеки.

Ключові слова: вантажний транспортний засіб, кузов, безпека перевезень, тип кузова, центр мас, стійкість конструкції, вантажні перевезення.

Постановка проблеми. У сучасних умовах інтенсивного розвитку вантажних перевезень підвищення безпеки транспортування вантажів набуває особливого значення. Одним із ключових факторів, що впливає на безпеку перевезень, є конструктивні особливості кузова вантажного транспортного засобу. Невідповідність конструкції вимогам до стійкості, жорсткості, розподілу маси та фіксації вантажу може призводити до пошкодження вантажу, нестійкості транспортного засобу на дорозі, аварійних ситуацій і навіть катастроф. Водночас існуючі підходи до оцінки кузовів не завжди враховують специфіку умов експлуатації, типи вантажів та змінні навантаження, що виникають у процесі перевезень. Це

зумовлює необхідність комплексного аналізу впливу конструктивних рішень кузова на безпеку перевезення, удосконалення методів дослідження та впровадження новітніх технологій і матеріалів. Тому виникає проблема забезпечення оптимального конструктивного виконання кузова вантажного транспортного засобу з метою підвищення надійності та безпеки вантажоперевезень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення впливу конструктивних особливостей кузова вантажних транспортних засобів на безпеку перевезення вантажів є важливою складовою сучасного автомобільного інжинірингу. Останні дослідження підтверджують, що конструктивні особливості кузова вантажного транспортного

засобу мають значний вплив на безпеку перевезення вантажів.

Аналіз конструкції кузова вантажного транспортного засобу показує, що використання високоякісних матеріалів, таких як алюмінієві сплави та композити, дозволяє зменшити вагу без шкоди для міцності та безпеки. Це сприяє покращенню маневреності та зменшенню негативного впливу на інших учасників дорожнього руху [1].

Корозія конструктивних елементів кузова значно знижує їх міцність та стійкість до навантажень, що підвищує ризик аварійних ситуацій. Навіть незначні пошкодження захисного покриття можуть призводити до значного зниження експлуатаційних характеристик кузова [2].

Стійкість вантажного транспортного засобу, особливо при маневрах, гальмуванні та русі по нерівній дорозі, значною мірою залежить від конструкції кузова та розташування його центра маси. Оптимізація геометрії кузова та рівномірний розподіл вантажу дозволяють підвищити стійкість транспортного засобу, зменшуючи аварійність [3].

Невідповідність конструкції кузова вимогам безпеки може призводити до серйозних наслідків під час ДТП. Зокрема, недостатнє закріплення вантажу може спричиняти його переміщення під час руху і збільшити ризик аварій [4].

Сучасні методи моделювання дозволяють детально аналізувати поведінку кузова під різними навантаженнями. Це дає змогу оптимізувати конструкцію для досягнення балансу між міцністю, вагою та головне – безпекою [5].

Конструкція транспортних засобів істотно впливає на рівень безпеки, а впровадження інноваційних рішень сприяє підвищенню захисту водія, пасажирів і вантажу в умовах експлуатації [6].

Постановка завдання. Метою статті є узагальнене дослідження впливу конструктивних особливостей кузова вантажного транспортного засобу на безпеку перевезення вантажів, а також обґрунтування технічних рішень, спрямованих на підвищення стійкості, надійності та безпечності конструкції кузова в умовах експлуатації з урахуванням типів вантажів, дорожніх умов і динамічних навантажень.

Виклад основного матеріалу. Вантажний транспортний засіб – це автомобільний транспортний засіб, конструкція якого призначена переважно для перевезення вантажів. Він може мати різні форми кузова (платформа, фургон, самоскид, цистерна тощо) і обладнаний відповідно до виду вантажу, який перевозиться.

Вантажний транспортний засіб широко використовується в промисловості, сільському господарстві, будівництві, торгівлі, логістиці, комунальному господарстві, військовій сфері та надзвичайних ситуаціях. Він забезпечує перевезення сировини, продукції, техніки, матеріалів і товарів, а також виконує спеціалізовані функції. Його універсальність підтверджує ключову роль у розвитку інфраструктури та економіки.

Законодавче визначення вантажного автомобіля в Україні зафіксоване у кількох нормативно-правових документах. Зокрема, згідно з Правилами дорожнього руху України, «вантажний автомобіль» – це автомобіль, призначений для перевезення вантажів. Це визначення є ключовим для встановлення вимог до експлуатації, обмежень руху та поділу за категоріями.

Згідно ДСТУ 2984:1995 «Засоби транспортні дорожні. Типи. Терміни та визначення» подано визначення, згідно з яким вантажний автомобіль – це автомобіль, що за своєю конструкцією та обладнанням призначений для перевезення вантажів. Це визначення є базовим у технічному регулюванні і широко використовується в інженерній, транспортній та нормативній документації.

Призначення кузова вантажного транспортного засобу полягає у забезпеченні цілісного, безпечного та ефективного транспортування вантажів із врахуванням їхніх фізичних, хімічних, геометричних та експлуатаційних властивостей [7, 8]. Конструкція кузова має відповідати специфіці перевезених вантажів, їх чутливості до зовнішніх впливів, форми, маси, а також умов транспортування – дальності, маршруту, типу дорожнього покриття.

Насамперед, кузов слугує основним елементом для розміщення вантажу. Він забезпечує необхідний простір для зручного завантаження, фіксації, перевезення та розвантаження продукції. Його геометричні параметри – об'єм, форма, тип платформи – визначають не лише вантажопідйомність транспортного засобу, а також його функціональну ефективність в сфері застосування (наприклад, ізотермічні кузови для харчових продуктів, самоскиди для сипучих матеріалів, платформи для негабаритів тощо).

Крім того, кузов виконує захисну функцію, оберігаючи вантаж від впливу зовнішнього середовища. Це стосується не лише атмосферних чинників (дош, сніг, вітер, сонячне випромінювання), але й пилу, вологи, перепадів температури, що особливо важливо при перевезенні чутливих, швидкопсувних або небезпечних вантажів. Кон-

структивні елементи кузова, зокрема теплоізоляція, ущільнення, вентиляція, забезпечують відповідні умови збереження вантажу протягом усього маршруту.

Ще однією важливою функцією кузова є його безпечність. Конструкція повинна запобігати зсуву, перекочуванню, деформації або пошкодженню вантажу під час руху, гальмування або маневрування. Наявність елементів фіксації, перегородок, поверхонь з підвищеним зчепленням і правильний розподіл маси сприяють підтриманню стійкості транспортного засобу. Особливо значним є забезпечення оптимального положення центру мас, що знижує ризики перекидання і підвищує керованість під час руху.

Крім того, тип кузова вантажного транспортного засобу має відповідати фізико-механічним і функціональним характеристикам вантажу. Його вибір визначається не лише формою і масою продукції, а й вимогами до умов перевезення. Наприклад, ізотермічні кузови застосовуються для транспортування продукції, що потребують підтримання певного температурного режиму, таких як харчові продукти або медикаменти. Самоскиди доцільні для перевезення сипучих і навалочних

матеріалів (щебінь, пісок, ґрунт), а платформи – для великогабаритного обладнання, будівельних конструкцій або техніки, яка не вміщується в стандартні кузови [9].

Тип кузова безпосередньо впливає на безпеку перевезень, оскільки визначає умови завантаження, кріплення та захисту вантажу в дорозі (рис. 1). Різновиди кузовів – тентовані, фургонні, ізотермічні, контейнерні тощо – мають різну конструктивну жорсткість, рівень захисту, а також стабільність під час руху. Наприклад, жорсткі фургони забезпечують надійний захист від зовнішніх впливів і пошкоджень у разі зіткнень, однак можуть мати підвищений центр мас, що негативно впливає на стійкість транспортного засобу, особливо під час маневрування або різкого гальмування. Тентовані кузови надають більшу гнучкість у завантаженні з боків або зверху, але поступаються в рівні механічного захисту. Ізотермічні кузови, попри високу захисну здатність, мають додаткову масу через теплоізоляційні матеріали, що впливає на вантажопідйомність і динамічні характеристики транспортного засобу [10, 11].

Під час інтенсивних маневрів – екстреного гальмування, раптової зміни смуги, маневрування



Рис. 1. Вплив типу кузова вантажного транспортного засобу на безпеку перевезень

на великій швидкості – саме жорсткість і міцність кузова істотно впливають на стійкість транспортного засобу. Надійна конструкція запобігає втраті керованості, заносу або перекиданню, що є особливо важливим при перевезенні важких, рідких або негабаритних вантажів. Жорсткий, збалансований кузов сприяє утриманню стабільного положення транспортного засобу під дією інерційних сил, а також підтриманню заданого розподілу маси за осями.

Стійкість конструкції вантажного транспортного засобу при аваріях та різких маневрах характеризується здатністю кузова зберігати свою цілісність та функціональність під впливом значних зовнішніх навантажень, забезпечуючи захист вантажу, водія та пасажирів [12]. Чинники, що зумовлюють збереження стійкості транспортного засобу, включають конструктивні особливості, розподіл маси, швидкість руху, характеристики підвісок та гуми, а також умови дорожнього покриття і зовнішні фактори (рис. 2). Конструкція кузова запроектована таким чином, щоб ефективно поглинати та рівномірно розподіляти енергію удару при зіткненнях, запобігаючи критичним деформаціям, які можуть призвести до пошкодження вантажу або травмування людей.

Крім того, у забезпеченні стійкості та безпеки значну роль відіграють спеціальні елементи пасивного захисту. До них належать деформаційні зони, що поглинають частину кінетичної енергії при ударі, посилені каркаси безпеки, які зберігають простір для водія та пасажирів, а також високоефективні системи кріплення вантажу. Останні є критично важливими, оскільки

ненадійно закріплений вантаж може зміщуватися (зміщувати центр мас), що збільшує ризик втрати стійкості [13].

Сучасні конструкції вантажних транспортних засобів дедалі частіше ґрунтуються на використанні високоміцних матеріалів та інженерних рішень, що дозволяють значно підвищити жорсткість і стійкість кузова без суттєвого збільшення загальної маси транспортного засобу [1, 6]. Це сприяє не лише підвищенню безпеки перевезень, а й покращенню динамічних характеристик транспортного засобу, зокрема керованості, гальмівної ефективності.

Одним із ключових чинників, що визначають стійкість і керованість вантажного автомобіля, є розташування центру мас [3, 14]. Оптимальне положення центру маси – на допустимій висоті та приблизно в центрі колісної бази, що дозволяє зменшити ризик перекидання під час проходження поворотів, екстреного гальмування або виконання різких маневрів. Неправильне розташування центру мас, наприклад, надмірне зміщення вперед, назад або убік, здатне негативно впливати на стабільність транспортного засобу [4]. Це може викликати передчасний знос шин, нерівномірне навантаження на підвіску, погіршення маневреності, а також збільшення ймовірності аварій, особливо на слизьких або нерівних дорогах. Високо розташований центр мас підвищує ризик перекидання, що особливо небезпечно під час перевезення негабаритних або важких вантажів. Щоб запобігти таким ситуаціям, необхідно дотримуватись технічних вимог до осевого навантаження, використовувати сертифіковані засоби кріплення

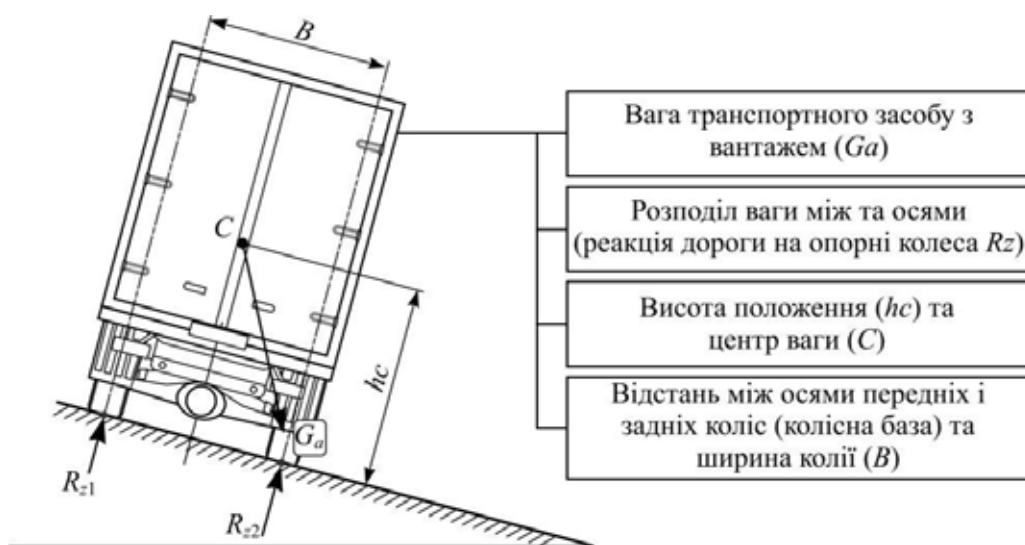


Рис. 2. Конструктивні чинники, що зумовлюють збереження стійкості транспортного засобу

вантажу, а також дотримуватись порядку завантаження кузова.

Контроль вантажопідйомності вантажного транспортного засобу є важливим заходом для забезпечення безпеки перевезень, ефективності роботи транспорту та захисту дорожньої інфраструктури, що нерідко порушують [15].

На першому етапі вагового контролю використовують технічну документацію транспортного засобу. У паспорті вказується максимально допустима вантажопідйомність і осьові навантаження, які є основою для правильного розрахунку при завантаженні. Водій або відповідальна особа повинні чітко дотримуватися цих параметрів.

Далі проводиться зважування транспортного засобу, яке може здійснюватися на стаціонарних або пересувних вагових комплексах – як на території підприємства, так і на автошляхових контрольних пунктах. Сучасні технології дають змогу здійснювати динамічне зважування в русі – використовуючи спеціальні сенсори, вмонтовані у дорожнє покриття і дозволяє автоматично визначити перевантаження без потреби зупинки транспортного засобу [16].

Не менш важливим є контроль маси вантажу під час завантаження. Для цього використовуються товарно-транспортні накладні, де вказується фактична маса вантажу, а також автоматизовані системи зважування, які встановлюються на складах або логістичних центрах. Завдяки цим даним можна звірити фактичне навантаження з допустимими значеннями.

Сьогодні на багатьох сучасних вантажівках встановлюються бортові системи зважування, які в реальному часі показують навантаження на кожну вісь. Дані можуть бути передані водієві, диспетчеру або інтегровані в телематичну систему підприємства.

З боку держави контроль вагових норм здійснює Укртрансбезпека, яка має повноваження

зупиняти транспортні засоби, проводити зважування та фіксувати порушення. В Україні діють чітко визначені обмеження щодо навантаження на осі та загальної маси, а їх порушення тягне за собою адміністративну відповідальність відповідно до чинного законодавства [17].

Окрім цього, водії та експедитори мають слідкувати не лише за дотриманням дозволеної маси, а й за правильним розподілом вантажу у кузові, аби уникнути перевантаження окремих осей.

Застосування описаних рішень підвищує безпеку перевезень, знижує ризики пошкодження транспорту та забезпечує відповідність законодавчим вимогам щодо навантаження.

Висновки. Кузов є ключовим елементом конструкції вантажного транспортного засобу, що визначає рівень безпеки, ефективність перевезення та можливість адаптації до різних умов експлуатації.

Вибір типу кузова має бути обґрунтований характеристиками вантажу, маршрутом та умовами експлуатації з урахуванням вимог безпеки.

Стійкість кузова вантажного автомобіля – це не лише характеристика міцності матеріалів, а й результат досконалої інженерної розробки, яка враховує динаміку руху, ймовірні аварійні сценарії та особливості експлуатації транспортного засобу в реальних умовах.

Застосування сучасних програмних комплексів (систем) для контролю вантажопідйомності та розподілу ваги вантажного транспортного засобу є ключовим чинником підвищення безпеки перевезень, ефективності логістики та дотримання нормативних вимог.

Подальші дослідження доцільно зосередити на розробці адаптивних конструктивних рішень кузова з урахуванням змінних експлуатаційних умов, типів вантажів та інтеграції інтелектуальних систем контролю стійкості й навантаження.

Список літератури:

1. Ghassemieh E. Materials in Automotive Application, State of the Art and Prospects. URL: <http://dx.doi.org/10.5772/13286>.
2. Golubović-Bugarški V., Petković S., Globočki-Lakić G. The effect of corrosion on a structural integrity and vehicle safety. *Mobility & Vehicle Mechanics*. 2021. Vol. 47. № 3, P. 49-62. URL: <http://dx.doi.org/10.24874/mvm.2021.47.03.05>.
3. Савойський О. Ю., Мельник Н. М. Дослідження впливу розміщення вантажу у кузові на стійкість та навантаження на осі вантажного транспортного засобу. Вісник Херсонського національного технічного університету. 2024. № 4, С. 140-145. URL: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.4.17>.
4. Vlkovský M., Neubauer J., Malíšek J., Michálek J. Improvement of Road Safety through Appropriate Cargo Securing Using Outliers. *Sustainability* 2021, 13, 2688. URL: <https://doi.org/10.3390/su13052688>.
5. Kulkarni H., Mandale M.B. Design and Analysis of Truck Load Body for Low Commercial Vehicle Platform. *Advances in Automobile Engineering*. 2022. Vol. 11, Iss. 2.

6. Uduma K. Innovations in Auto Safety Design, a Key to Quality Improvement. Technological Forecasting and Social Change. 2000. Vol. 64(2-3), P. 197-208. URL: [http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625\(00\)00085-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625(00)00085-8).
7. Автомобілі. Теорія експлуатаційних властивостей : навч. посіб. / В. В. Біліченко, О. Л. Добровольський, В. О. Огневий, Є. В. Смирнов. Вінниця : ВНТУ, 2017. 163 с.
8. Хітров І. О., Кристопчук М. Є., Никончук В. М. Експлуатаційні властивості транспортних засобів: навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2022. 176 с.
9. Хітров І. О. Аналіз конструкції кузова вантажного транспортного засобу. *Центральноукраїнський науковий вісник*. Технічні науки. Кропивницький. 2022. Вип. 7(38). Ч.2 С. 146-153. URL: [https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/7\(38\)_II/21.pdf](https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/7(38)_II/21.pdf).
10. Cargo Body Type. Mass Crash Report Manual: веб-сайт. URL: <https://masscrashreportmanual.com/large-truck-bus/cargo-body-type/>.
11. Кашканов В. А., Кашканов А. А., Варчук В. В. Організація автомобільних перевезень. Вінниця : ВНТУ. 2017. 139 с.
12. How Do Truck Rollovers Happen And What Follows. Avrek Law: веб-сайт. URL: <https://surl.li/mpvdxh>
13. Load Restraint Guide 2025. URL: <https://surl.li/vvrgeo>
14. Gillespie T. D. Fundamentals of Vehicle Dynamics, 7th ed., SAE International, Warrendale, PA, 1992. URL: <https://doi.org/10.4271/r-114>.
15. Bernard Jacob, Véronique Feypell-de La Beaumelle. Improving truck safety: Potential of weigh-in-motion technology. IATSS Research. 2010. Vol. 34. Issue 1. P. 9-15. URL: <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2010.06.003>.
16. WIM – системи моніторингу ваги вантажного транспорту у русі. Winncom Technologies: веб-сайт. URL: <https://surl.li/efbmtt>
17. Скільки тонн вантажу можна перевозити по Україні? АСД Центр: веб-сайт. URL: <https://surl.li/suygee>

Khitrov I.O. THE IMPACT OF STRUCTURAL FEATURES OF A FREIGHT VEHICLE BODY ON CARGO TRANSPORTATION SAFETY

The necessity of studying the structural features of cargo vehicle bodies is driven by their decisive influence on the safety of freight transportation amid increasing traffic intensity, rising operational requirements, and tighter control over technical condition. The article highlights the role of the vehicle body as a key component that ensures physical integrity, protects cargo from external factors, and affects the stability and maneuverability during operation. Modern approaches to enhancing body design safety are examined, and the relationship between body type, mass distribution, center of gravity position, and overall vehicle stability is established. It is revealed that design solutions influence not only the preservation of cargo but also the dynamic behavior of the vehicle, particularly during braking, cornering, and movement on uneven roads. The study provides a classification of body types (container, curtain-sided, vans, refrigerated, dump trucks, tankers) and their impact on safe transport conditions. Special attention is given to the structural stability in emergency situations and the use of passive safety elements, such as crumple zones, reinforcement frames, and cargo securing devices. The implementation of load capacity and weight distribution control systems is noted as especially relevant. The article identifies promising directions for further research, including the development of adaptive body structures tailored to variable operating conditions and cargo types, as well as the integration of intelligent systems to monitor vehicle stability and transport safety. The study holds practical value for designers, engineers, and logistics professionals. The proposed approaches can be effectively applied in the design of new cargo vehicle models and in the modernization of existing structures to meet current requirements for safety, efficiency, and environmental compliance. The findings may also serve as a useful educational resource for training specialists in the transport sector, fostering a systematic understanding of the relationship between body design and safety parameters.

Key words: truck, body structure, transportation safety, body types, center of mass, structural stability, freight transportation.

Дата надходження статті: 28.06.2025

Дата прийняття статті: 09.07.2025

Опубліковано: 27.10.2025