

УДК 629.331:656.13

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).2.214-222](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).2.214-222)**І.О. Хітров**, доц., канд. техн. наук*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна**e-mail: i.o.khitrov@nuwm.edu.ua*

Дослідження впливу конструктивної надійності і безпечності транспортного засобу для здійснення перевезень та пристосованості до технічного обслуговування

У сучасному світі, коли транспорт є невід'ємною складовою повсякденного життя, важливим аспектом є не лише функціональність транспортних засобів, а також їх конструктивна надійність, безпека та здатність до ефективного технічного обслуговування. Розуміння цих аспектів дозволить розробникам у співпраці з власниками транспортних засобів оптимізувати конструкцію, забезпечуючи високий рівень безпеки та надійності, а також спростити процес обслуговування для тривалого та безперебійного використання. Це дослідження присвячене вивченню впливу обраних факторів на транспортні засоби, відображення їх у перевізному процесі та адаптованості до технічного обслуговування.

транспортний засіб, конструкція, надійність, технічне обслуговування, перевезення

Постановка проблеми. Автомобільний транспорт є однією з найпоширеніших та ефективних форм транспорту в сучасному світі. Він визначається не лише як засіб переміщення, але й як ключовий елемент розвитку глобальної економіки та зручності людей у їхньому повсякденному житті.

Досягнення високого рівня надійності та безпеки на автомобільному транспорті вимагає спільних зусиль виробників, власників транспортних засобів (надалі в тексті ТЗ), технічних експертів та галузевих інституцій. Постійний технічний прогрес та вдосконалення стандартів безпеки спрямовані на те, щоб забезпечити надійне і безпечне функціонування всіх учасників перевізного процесу.

Надійність ТЗ безпосередньо залежить від їхнього технічного стану (регулярне технічне обслуговування, діагностування і своєчасний ремонт є важливими частинами забезпечення його надійності). Застосування передових систем контролю та безпеки може покращити надійність, запобігаючи аварійним ситуаціям та зменшуючи ризик виникнення несправності (відмови).

Однак тут є низка проблем, зокрема у складності вибору досліджень, щоб надати єдині предметні висновки, щодо оцінки впливу конструктивного виконання ТЗ на ефективність перевізного процесу, інтегрування в дорожнє середовище та пристосованості до технічного обслуговування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Науково-прикладні дослідження в достатній мірі розкривають результати взаємозв'язку між конструкцією ТЗ та ефективністю його використання.

Варто зазначити, що надійність і безпечність таких складних об'єктів, якими є транспортні засоби для дорожнього руху, залежить від досить великої кількості факторів – не тільки від їх конструктивних особливостей [1], але й від дорожніх умов, в

яких вони експлуатуються [2], від способу використання водієм [3], а також технічного сервісу [4].

Такий взаємозв'язок зумовлює необхідність проведення багатофакторного аналізу для усесторонньої оцінки пристосованості всіх елементів конструкції не тільки для руху транспортного засобу, але і до фактичної області застосування.

Постановка завдання. Конструкція ТЗ – це сукупність взаємопов'язаних компонентів і систем, спроектованих та об'єднаних для створення функціональної та ефективної технічної одиниці, яка відповідає специфічним потребам та завданням перевізного процесу (характеризується визначеними технічними параметрами, що направлені на досягнення максимального результату транспортного процесу). Вона також може включати різноманітні інноваційні технології та рішення, спрямовані на поліпшення продуктивності, надійності та безпеки ТЗ.

Метою даної роботи є вивчення та визначення взаємозв'язку між конструктивною надійністю ТЗ, безпекою та практичною пристосованістю до технічного обслуговування, щоб зрозуміти, як ці аспекти впливають один на одного та як можна досягти оптимального балансу між ними, тим самим підвищити транспортну ефективність і безпечність перевізного процесу.

Виклад основного матеріалу. Автомобільний транспорт є найпопулярнішою транспортною галуззю з надання послуг перевезення пасажирів або доставки вантажів точно у встановлений час. Якість ТЗ визначається низкою характеристик і параметрів, які впливають на його ефективність, надійність та задоволення потреб користувача. Загальна якість ТЗ визначається збалансованістю цих характеристик і має значний вплив на тривалість та надійність його експлуатації, а їх оцінка зазвичай залежить від індивідуальних потреб та вимог до перевізного процесу (рис. 1).

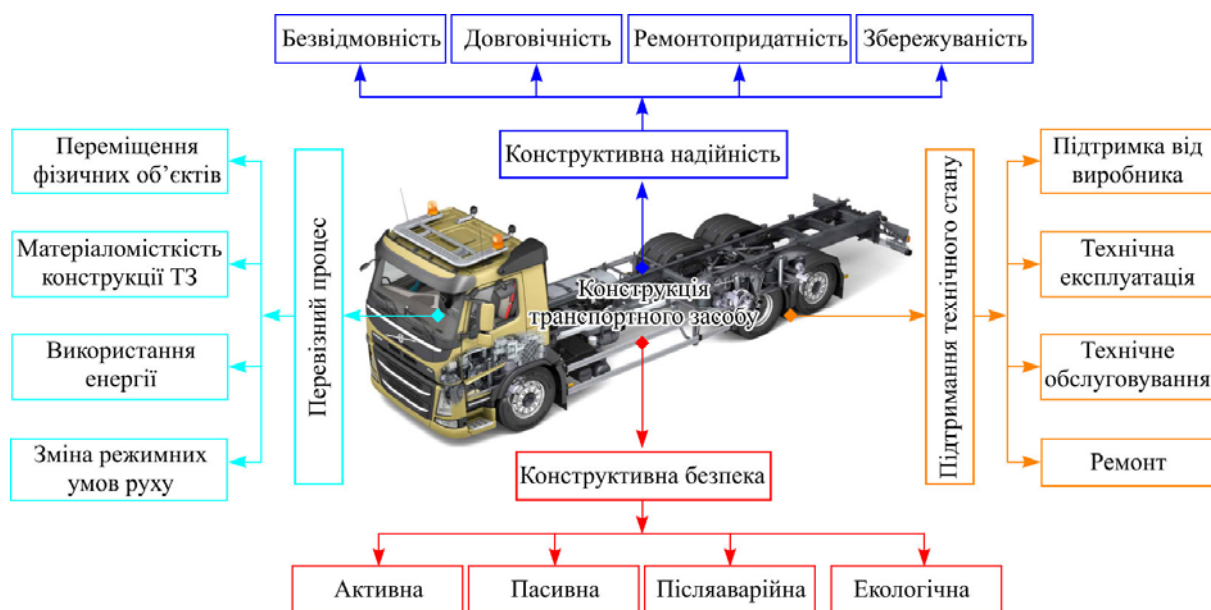


Рисунок 1 – Вплив конструктивного виконання ТЗ на тривалість та надійність його експлуатації
Джерело: авторське (фото вантажного автомобіля Volvo FM [5])

Оцінка надійності та ефективності транспорту у системі перевезень завжди суб'єктивна і залежить від того, в чіїх інтересах і з точки зору якого учасника перевезень вона здійснюється. Оцінка ефективності завжди дається з точки зору споживача транспортних послуг, а надійність – це об'єктивна характеристика, що оцінюється імовірністю її безвідмовної роботи [6, с. 12].

ТЗ створюються стосовно до визначених умов експлуатації, а їх конструктивна досконалість та перевізна ефективність повинна оцінюватися тими експлуатаційними якостями, для яких він був спроектований [7, с. 16]. Відомі випадки досконалої конструкції за технологічними інноваціями, однак недотримання виробничого процесу, неналежного контролю якості, невідповідності застосованих матеріалів, або порушень у виготовленні деталей, неминуче відобразиться на їх надійності, довговічності, безпечності і зниженні споживчого попиту [7, с. 7].

В загальному, взаємозв'язок між конструктивним виконанням ТЗ та його надійністю і безпечністю визначається такими аспектами:

1. Матеріали. Використання відповідних матеріалів для каркасу, кузова та інших силових елементів може позитивно вплинути на міцність та подовжити термін їх експлуатації. Використання матеріалів, які не піддаються корозії або мають високу стійкість до окислення металу, відіграють особливу роль в умовах, де присутня тривала вологість або агресивність середовища. Легкі (композитні) матеріали дозволяють зменшити вагу ТЗ, що в свою чергу позитивно впливає на паливну економічність, а особливо, вантажопідйомність. Матеріали, які мають високу еластичність, можуть амортизувати удари та забезпечити безпеку пасажирів в аварійних ситуаціях.

2. Технології виготовлення. Сучасні технології дозволяють створювати більш міцні, легкі та безпечні ТЗ, а також проводити модернізацію існуючих. Нові методи виробництва та технологічні вдосконалення можуть змінити або поліпшити конструкцію ТЗ, що в свою чергу впливає на його характеристики та якість. Важливо, щоб процес виготовлення відповідав встановленим стандартам.

3. Ергономіка та компоновання. Продумане розташування компонентів та систем, зручний доступ до них (наприклад, для виконання технічного обслуговування і ремонту) також може вплинути на тривалість служби та надійність важливих елементів ТЗ. Правильно спроектовані елементи управління (руль, педалі, важелі перемикання передач, прилади тощо) сприяють кращому контролю над ТЗ, а швидкий доступ до важливих елементів дозволяє водієві швидко реагувати на зміни у дорожніх умовах або надзвичайних ситуаціях. Продумана ергономіка може зменшити втомленість під час тривалої поїздки, дозволяючи водієві з комфортом керувати ТЗ. Анатомічно спроектовані сидіння, підголівники та ремені безпеки можуть зменшити ризик травм при аваріях.

4. Технічні рішення сьогодення. Якість конструкційних рішень щодо системи охолодження, системи живлення, трансмісії, підвіски тощо також відіграє ключову роль у підвищенні надійності ТЗ. Розробка надійних систем безпеки, включаючи системи гальмування, подушки безпеки, системи контролю стабільності, може вплинути на захист від аварій, загальну безпеку ТЗ та надійності його елементів. Сучасні ТЗ мають значну кількість електроніки для керування різними системами – від силової установки до безпеки та комфорту. Надійність цих електронних компонентів та їх взаємодія з іншими системами визначають загальну його надійність.

5. Випробування і контроль якості. Випробування ТЗ – це ключовий етап у визначенні їхньої надійності та відповідності стандартам якості. Такі випробування можуть бути проведені на різних етапах: лабораторні випробування матеріалів (випробуванням для оцінки їхньої міцності, еластичності, стійкості до зносу, а також реакції на різні умови, такі як висока температура, заморожування, вплив рідин і т. д.), тестування елементів конструкції (кузов, рама, ходова частина, піддаються статичним і динамічним випробуванням для перевірки їх міцності, стійкості та зносостійкості, стендові та експлуатаційні випробування силової установки та трансмісії (випробування окремих компонентів або систем для оцінки їхньої працездатності та

довговічності), випробування безпеки (випробуванням на зіткнення, включаючи фронтальні та бічні удари, а також випробування систем безпеки, таких як подушки безпеки та системи збереження стабільності), тестування систем електроніки та керування (наприклад, перевірка надійності електроніки, гальмівних систем та курсової стійкості, системи навігації та ін.), тестування в екстремальних умовах (наприклад, екстремальні погодні умови, для перевірки надійності та здатності працювати при екстремальних навантаженнях).

Найважливішою конструктивною ознакою якості ТЗ є його надійність, яка закладається при проектуванні, ресурсовикористанні, виготовленні, технічному обслуговуванні, виробничій експлуатації, зберіганні.

Надійність ТЗ – це його здатність працювати безперебійно протягом тривалого часу без суттєвих поломок або порушення функціонування, які, зазвичай, виникають в самий невідповідний момент. Це означає, що ТЗ може працювати безперебійно та надійно в заданих умовах експлуатації і рекомендованих навантажувальних режимах, не потребує частого втручання (ремонт), а також володіє достатньою стійкістю до зношування та втрати якості внаслідок довготривалого використання і зберігання.

Кількісну оцінку надійності ТЗ здійснюють за такими властивостями: безвідмовність, довговічність, збережувальність, ремонтпридатність.

Безвідмовність ТЗ – це характеристика, яка визначає його здатність працювати без перебоїв і неполадок протягом певного періоду часу або пройти певний пробіг без несправностей (оціночними показниками: імовірність безвідмовної роботи, імовірність відмови, середнє напрацювання на відмову та ін.) [8, с. 124]. Зазвичай безвідмовність виражається у відсотках або кількості кілометрів, які може пройти ТЗ без серйозних поломок. Цей аспект стає особливо важливим, оскільки від нього залежить зручність та ефективність експлуатації ТЗ. Важливо враховувати, що рівень безвідмовності може залежати від правильного обслуговування та дотримання рекомендацій виробника щодо технічного обслуговування, однак навіть з дотриманням усіх рекомендацій і правил експлуатації існує певна імовірність виникнення неполадок, тому безвідмовність слугує орієнтиром, а не гарантією повного відсутності проблем.

Довговічність ТЗ проявляється у здатності виконувати перевізницькі функції до настання граничного стану при встановленій системі технічного сервісу та оцінюється за допомогою двох груп показників – ресурс і термін служби [7, с. 2; 8, с. 125].

Ресурс ТЗ вказує на загальну кількість кілометрів, які він може пройти, залишаючись при цьому придатним для ефективної експлуатації, а термін служби більше орієнтований на час.

ТЗ складається з деталей різного ресурсу [7, с. 18]:

1) деталі, ресурс яких неможливо або економічно недоцільно забезпечити рівним напрацюванню до капітального ремонту (фільтри, ущільнювачі, фрикційні накладки тощо), за ним, як правило, визначають гарантійне напрацювання ТЗ;

2) деталі, які працюють в напружених експлуатаційних умовах і їх раптовий вихід з ладу не впливає на безпеку (шестерні, підшипники, вали коробок передач і т.д.). За ними визначають значення ресурсу до капітального ремонту;

3) деталі, вихід з ладу яких не загрожує безпеці, за їх ресурсом назначають значення ресурсу до повного списання;

4) деталі, вихід з ладу яких загрожує безпеці (гальмівна система, рульове керування і т.д.). Їх ресурс повинен перевищувати ресурс до повного списання.

Збережувальність ТЗ проявляється у його здатності зберігати у заданих межах значення параметрів, які характеризують здатність виконувати перевізницькі функції під час і після зберігання його та (або) транспортування [8, с. 125].

Надійність ТЗ не залишається постійною протягом усього терміну служби. Експлуатація неминує супроводжуватися стохастичним спрацюванням деталей, накопиченням в них необоротних процесів (втомних явищ, зносу, корозії), збільшується імовірність появи несправностей (відмов) .

Підвищення надійності ТЗ є важливою народногосподарським проблемою, вирішення якої сприятиме виконанню невідкладних завдань, що стоять перед автомобільною промисловістю та автомобільним транспортом. Підвищення надійності ТЗ позначається не тільки у зростанні напрацювання, але і на зниженні витрат при експлуатації і ремонті, що в свою чергу сприяє збільшенню оптимального терміну її служби [9, с. 84]. Нові ТЗ завжди мають більш високу надійність порівняно з тими, що мають великий пробіг або пройшли капітальний ремонт [10].

За результатами досліджень, представленими Consumer Reports за 2023 рік щодо надійності електрифікованих моделей ТЗ свідчать, що загалом гібриди мають на 26% менше проблем, ніж автомобілі з паливними двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ). Гібридні електромобілі, що підключаються до електромережі (плагін гібриди), є більш змішаною категорією, однак мають на 146% більше проблем (рис. 2) [11].

Під конструктивною безпекою ТЗ розуміють його здатність забезпечити максимальний рівень захисту для пасажирів та інших учасників дорожнього руху в разі нештатних (аварійних) ситуацій. Розрізняють активну, пасивну, післяаварійну та екологічну [12, с. 71].

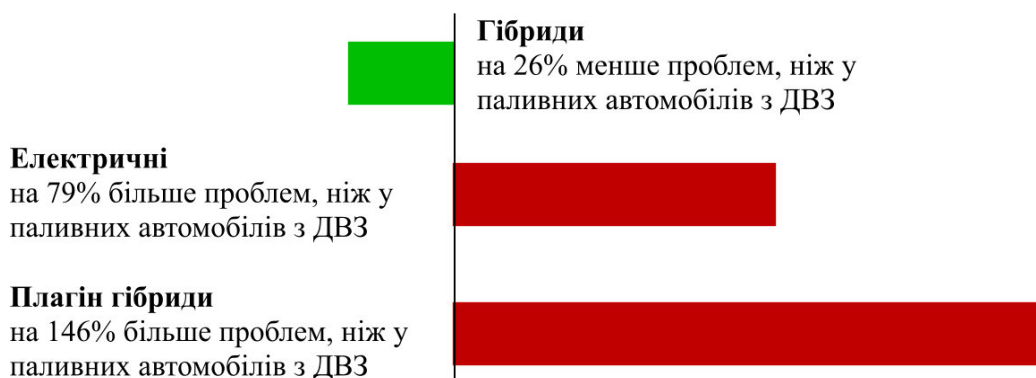


Рисунок 2 – Порівняння електрифікованих силових агрегатів з класичними паливними ТЗ з ДВЗ
Джерело: [11]

В цілому, активну безпеку забезпечують конструктивні особливості ТЗ, що впливають на оглядовість, гальмівні властивості, стійкість, керованість, інформативність та шумність, а також дії водія, спрямовані на зниження ймовірності ДТП.

Активна безпека ТЗ описує системи та технології, які призначені для запобігання аваріям та зменшення ризиків на дорозі. Ці системи допомагають водіям у керуванні ТЗ та реагують на небезпечні ситуації для уникнення або зменшення наслідків можливих аварій. Можна виділити основні системи з точки зору контролю за ТЗ та за дорожньою обстановкою [13]:

- ABS (антиблокувальна система гальм). Забезпечує збереження керованості ТЗ при гальмуванні, уникаючи блокування коліс;
- ESP (електронна стабілізація). Виявляє втрату керованості та допомагає відновити стабільність, коригуючи гальмування на окремих колесах;
- система контролю тиску в шинах. Відслідковує тиск у шинах та попереджає водія про будь-які аномалії, що можуть вплинути на безпеку;

- система контролю полоси руху. Сповіщає водія, якщо він виходить за межі своєї полоси руху без увімкненої стрічки сигналізації.

- автоматичний екстрений гальмівний асистент. Активує гальмівну систему в разі виявлення надзвичайної ситуації для уникнення зіткнення.

За кожен із цих видів активної безпеки «відповідають» зовсім різні групи навичок водія: за контроль над ТЗ відповідає техніка водіння, а за контроль над обстановкою – тактика водіння [14].

Пасивна безпека є важливим аспектом загальної безпеки ТЗ та допомагає зменшити травматичні наслідки для пасажирів у випадку аварії. В комбінації з активною безпекою, яка попереджає аварії, пасивна безпека робить ТЗ більш безпечними для їхніх користувачів. Базові компоненти пасивної безпеки включають: подушки безпеки (спрацьовують при зіткненні, надаючи додатковий амортизуючий ефект для пасажирів та запобігаючи травмам), ремені безпеки (гарантують, що пасажир залишається в своїх місцях у випадку аварії, а також допомагають розподілити сили зіткнення на області тіла); стійка керма (зменшує ризик травм грудей та голови для водія при фронтальному зіткненні); зони поглибленого деформування (спеціально спроектовані конструктивні елементи, які спрямовані на перерозподіл сил під час зіткнення), кріплення дитячих сидінь (спеціальні системи для безпечності дітей).

Післяаварійна безпека спрямована на зменшення травм та забезпечення максимальної безпеки для осіб, які потрапили в аварію, а також для тих, хто надає допомогу під час рятувальних операцій (наприклад, системи автоматичного пожежогасіння, відключення живлення, розблокування дверей, виклику екстреної допомоги).

Екологічна безпека ТЗ відноситься до заходів та технологій, спрямованих на зменшення негативного впливу транспортних засобів на довкілля та підвищенню сталості розвитку автомобільної індустрії. Основні аспекти екологічної безпеки включають обмеження викидів шкідливих речовин, покращення ефективності використання пального та інші заходи для зменшення екологічного відбитку автомобільного транспорту.

Статистика ДТП свідчить, що основною причиною є не вік ТЗ та його технічний стан, а спосіб управління та реагування водіїв до існуючої дорожньої ситуації (це означає, що водії і пішоходи повинні буди особливо уважні і проявляти взаємну повагу та розуміння, залишаючись на рівних) [15, с. 181].

В цілому конструкція ТЗ визначає його функціональність та придатність для перевезення пасажирів або доставки вантажів, і вона оптимізується відповідно до визначених цілей та вимог виробника, наскільки ефективно він буде виконувати свої завдання в конкретних умовах експлуатації (перевізного процесу). Такі вимоги визначають масштаб, форму, структурні елементи, системи безпеки, а також їх вплив на вантажопідйомність та пасажирську місткість. Взаємозв'язок конструкції ТЗ та його здатності перевозити вантажі або пасажирів вимагає збалансованого підходу, зокрема:

- розміри ТЗ, такі як довжина, ширина і висота, можуть впливати на його місткість та здатність перевозити різноманітні вантажі;

- висока жорсткість та міцність каркасу та шасі сприяє підвищенню вантажопідйомності ТЗ;

- тип підвіски визначає ступінь комфорту для пасажирів та здатність автомобіля витримувати навантаження (у вантажних ТЗ, зазвичай, використовується жорстка підвіска для оптимальної стійкості та вантажопідйомності);

- ефективність силової установки, а також узгодження параметрів трансмісії, впливають на здатність поїздки на великі відстані за різних умов без підзарядки (заправки);

- компонування салону пасажирського ТЗ або вантажного відсіку (кузова) визначає раціональну кількість місць для розміщення пасажирів або перевезення вантажу;

- типи кузова служать різним цілям перевезення;

- для зменшення енергетичних витрат використовуються різного роду аеродинамічні рішення компонування ТЗ, технології контролю, рекуперації тощо.

Конструктивна пристосованість ТЗ до технічного обслуговування є важливою характеристикою, оскільки вона впливає на легкість, зручність та вартість проведення різних видів технічного обслуговування та ремонту. Наведемо деякі аспекти, які визначають пристосованість ТЗ до технічного обслуговування:

- зручний доступ основних вузлів, компонентів в моторному відсіку, багажного відділення для виконання різних видів обслуговування та ремонтних робіт;

- використання стандартизованих деталей (однакові частини можна використовувати для різних моделей ТЗ та навіть від різних виробників);

- інновації в обслуговуванні (використання вбудованих систем моніторингу технічного стану, діагностичних систем, які надають інформацію про стан ТЗ, що дозволяє швидше виявляти та усувати несправності);

- зручність заміни деталей (процес заміни та обслуговування повинен бути найпростішим і призначеним для використання стандартними інструментами);

- логічне розташування і поєднання компонентів (дозволяє механікам легко знаходити і швидко замінювати необхідні частини).

Врахування цих аспектів під час проектування та виробництва може полегшити технічне обслуговування та збільшити пристосованість ТЗ до ремонту та обслуговування.

Висновки. Таким чином, ключовими аспектами, що впливають на ефективність, безпеку та доступність ТЗ є:

1. Важливість конструктивної надійності (результати дослідження підкреслюють, що конструктивна надійність ТЗ є критично важливою для його тривалого та безперебійного функціонування).

2. Безпека як пріоритетна характеристика (вивчення впливу безпеки ТЗ на його використання для перевезень вказує на те, що безпека має першочергове значення у виборі).

3. Пристосованість до технічного обслуговування як фактор тривалості служби (дослідження підкреслює важливість пристосованості ТЗ до технічного обслуговування для забезпечення тривалого та ефективного його використання). ТЗ, який легко обслуговується та ремонтується, може зменшити сукупні витрати на експлуатацію та підвищити задоволеність у використанні.

4. Рекомендації для виробників і користувачів (акцент на вдосконаленні конструктивної надійності та безпеки, а також спрощенні процесу технічного обслуговування).

В цілому, дослідження підкреслює важливість взаємодії конструктивної надійності, безпеки та пристосованості до технічного обслуговування для забезпечення якісних та безпечних перевезень на дорозі.

Список літератури

1. Koop G., Beeh E., Schöll R., Kobilke A., Krieschera M. New Lightweight Structures for Advanced Automotive Vehicles—Safe and Modular. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2012. 48, P. 350–362. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.1015>.
2. Idzikowski A. Stan techniczny i wyposażenie pojazdów samochodowych a bezpieczeństwo ruchu drogowego. *Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedza*. 2011. 46. P. 94–06. URL: <https://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.ekon-element-000171524733>.

3. Mikulić I, Bošković I, Zovak G. Effects of Driving Style and Vehicle Maintenance on Vehicle Roadworthiness. *Promet – Traffic&Transportation*. 2020. Vol. 32, №5. P. 667–677. URL: <http://dx.doi.org/10.7307/ptt.v32i5.3443>
4. Arunraj N. S., Maiti J. Risk-based maintenance – Techniques and applications. *Journal of Hazardous Materials*. 2007. Vol. 142, Issue 3, P. 653–661. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.06.069>.
5. The Volvo FM. Your mobile office. *Volvo Trucks* : веб-сайт. URL: <https://www.volvotrucks.com/en-en/trucks/trucks/volvo-fm.html>
6. Аулін В.В., Голуб Д.В., Гриньків А.В. Критерії реалізації процесів забезпечення та підвищення надійності і ефективності функціонування транспортних систем. *Міжвузівський збірник «Наукові нотатки»*. 2018. Вип. 62. С. 12-16. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/bitstreams/f01b025c-42c7-4bbd-a74d-f122e55681e4/download>.
7. Хітров І. О., Кристопчук М. С., Никончук В. М. Експлуатаційні властивості транспортних засобів. Рівне : НУВГП, 2022. 176 с. URL: https://ep3.nuwm.edu.ua/24432/1/EVTZ_%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D1%80_zah.pdf.
8. Формальчик Є. Ю., Олісевич М. С., Мاستикаш О. Л., Пельо Р. А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів. Львів : «Афіша», 2004. 495 с. URL: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2021/Formalchik_2004_492.pdf
9. Аулін В. В., Лівіцький О. М., Замота О. М. Вплив надійності сільськогосподарської та транспортної техніки на оптимальний термін її служби. *Крамаровські читання* : зб. тез доп. VI Міжнар. наук.-техн. конф., 21-22 лют. 2019 р., м. Київ : НУБІП, 2019. С. 83–86. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/34bed4bb-33b6-49f1-be1d-44ca1424ffea/content>.
10. Надійність і довговічність авто. *TEA* : веб-сайт. URL: <https://tea66.webnode.com.ua/news/nadiijnist-i-dovgovichnist-avto/>.
11. Who Makes the Most Reliable New Cars? *Consumer Reports* : веб-сайт. URL: <https://www.consumerreports.org/cars/car-reliability-owner-satisfaction/who-makes-the-most-reliable-cars-a7824554938/>.
12. Кашканов А. А., Грисюк О. Г. Безпека руху автомобільного транспорту. Вінниця : ВНТУ, 2005. 177 с. URL: https://atm.vntu.edu.ua/subject/books/Bezpeka_DR/Lek_Lab_BATZ.pdf.
13. Активна безпека. *Вікіпедія* : веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Активна_безпека.
14. Обов'язки і права водіїв механічних транспортних засобів. *Green-way* : веб-сайт. URL: https://green-way.com.ua/uk/dovidniki/pdr-single/rozdil-2/punkt-3_a.
15. Jędra I. Wpływ wieku samochodu na bezpieczeństwo w transporcie drogowym. *Autobusy : Technika Eksploatacja Systemy Transportowe*. 2017. №12. P. 178–181. URL: https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-3c677f7e-a0e5-4041-bd6b-8a780395a0a5/c/028_JEDRA.pdf.

References

1. Koop, G., Beeh, E., Schöll, R., Kobilke, A. & Krieschera, M. (2012). New Lightweight Structures for Advanced Automotive Vehicles—Safe and Modular. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 48, 350–362. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.1015>.
2. Idzikowski, A. (2011). Technical condition and equipment of motor vehicles and road traffic safety. *Studies and proceedings polish association for knowledge management*. 46, 94–06. Retrieved from : <https://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.ekon-element-000171524733>. [in Poland]
3. Mikulić, I, Bošković, I. & Zovak, G. (2020). Effects of Driving Style and Vehicle Maintenance on Vehicle Roadworthiness. *Promet – Traffic&Transportation*. Vol. 32, №5. P. 667-677. DOI: <http://dx.doi.org/10.7307/ptt.v32i5.3443>.
4. Arunraj, N. S. & Maiti, J. (2007). Risk-based maintenance – Techniques and applications. *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 142, Issue 3, P. 653–661. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.06.069> [in English].
5. The Volvo FM. Your mobile office, [online]. Retrieved from: <https://www.volvotrucks.com/en-en/trucks/trucks/volvo-fm.html>.
6. Aulin V., Holub D. & Hryn'kiv, A. (2018). Kryterii realizatsii protsesiv zabezpechennia ta pidvyschennia nadiijnosti i efektyvnosti funktsionuvannia transportnykh system [Criteria for implementing processes to ensure and improve the reliability and efficiency of transport systems]. *Naukovi notatky - Scientific notes*, 62, 12-16. Retrieved from : <https://dspace.kntu.kr.ua/bitstreams/f01b025c-42c7-4bbd-a74d-f122e55681e4/download> [in Ukrainian].
7. Khitrov, I., Krystopchuk, M. & Nykonchuk, V. (2022). *Ekspluatatsijni vlastyvoli transportnykh zasobiv [Operational properties of vehicles]*. Rivne: NUVHP. Retrieved from : https://ep3.nuwm.edu.ua/24432/1/EVTZ_%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D1%80_zah.pdf [in Ukrainian].

8. Fornal'chik, Ye. Yu., Olishevych, M. S., Mastyakash, O. L. & Pel'o, R. A. (2004). *Tekhnichna ekspluatatsiia ta nadijnist' avtomobiliv [The technical operation and reliability of the automobiles]*. L'viv : «Afisha». Retrieved from : https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2021/Fornalchik_2004_492.pdf [in Ukrainian].
9. Aulin, V., Livits'kyj, O. & Zamota, O. (2019). Vplyv nadijnosti sil's'kohospodars'koi ta transportnoi tekhniki na optymal'nyj termin ii sluzhby [The influence of the reliability of agricultural and transport equipment on its optimal service life]. *Kramarovskyy readings : VI Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiia (21-22 liutoho 2019r.) - VI International scientific and technical conference (pp.. 83-86)*. Kyiv: NUBIP. Retrieved from : <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/34bed4bb-33b6-49f1-be1d-44ca1424ffea/content> [in Ukrainian].
10. Nadijnist' i dohovichnist' avto [Reliability and durability of the car]. Retrieved from: <https://tea66.webnode.com.ua/news/nadijnist-i-dovgovichnist-avto/> [in Ukrainian].
11. Who Makes the Most Reliable New Cars]. Retrieved from: <https://www.consumerreports.org/cars/car-reliability-owner-satisfaction/who-makes-the-most-reliable-cars-a7824554938/>.
12. Kashkanov, A. & Hrysiuk, O. (2005). *Bezpeka rukhu avtomobil'noho transportu [Traffic safety automobile transport]*. Vinnytsia : VNTU Retrieved from : https://atm.vntu.edu.ua/subject/books/Bezpeka_DR/Lek_Lab_BATZ.pdf [in Ukrainian].
13. Aktyvna bezpeka [Active safety]. Retrieved from : https://uk.wikipedia.org/wiki/Активна_безпека [in Ukrainian].
14. Obov'iazky i prava vodiiv mekhanichnykh transportnykh zasobiv [Duties and rights of drivers of mechanical vehicles]. Retrieved from: https://green-way.com.ua/uk/dovidniki/pdr-single/rozdil-2/punkt-3_a [in Ukrainian].
15. Jędra, I. (2017). Influence of car age on safety in road transport. *Buses*, 12, 178–181. Retrieved from : https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-3c677f7e-a0e5-4041-bd6b-8a780395a0a5/c/028_JEDRA.pdf [in Poland].

Ihor Khitrov, Assoc. Prof. PhD tech. sci.

National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine

Study of the influence of structural reliability and safety of the vehicle for transportation and adaptability to maintenance

Road transport is the most popular industry for providing passenger transportation services and delivering goods on time, which is achieved not only by increasing the speed and efficiency of transportation, but also by a high level of safety and reliability of vehicles. A vehicle structure is a set of interconnected components and systems designed and integrated to create a functional and efficient technical unit that meets the specific needs and objectives of the transportation process. The design features and technical condition of a vehicle directly determine its ability to withstand various loads and operating conditions. After all, the health and safety of passengers or transported cargo, as well as the efficiency of vehicle operation, are key factors that are directly characterized by its design and technical condition.

A detailed analysis of the relationship between vehicle design and functionality can help improve the quality of transportation, as well as increase the service life and durability of vehicles. However, there are a number of challenges, including the difficulty of selecting studies to provide consistent, substantive conclusions on the impact of vehicle design on transportation efficiency, integration into the road environment, and maintenance adaptability.

This article is devoted to a thorough analysis of the impact of the structural reliability and safety of a vehicle used for transportation in dense traffic flow and its adaptability to maintenance. The results can be of great importance to designers, manufacturers and operators of transportation systems, contributing to improved safety and efficiency in transportation and maintenance. The results obtained may open new perspectives for the development and improvement of transportation systems designed to provide modern society with reliable and safe vehicles.

vehicle, structure, reliability, maintenance, transportation

Одержано (Received) 06.11.2023

Прорецензовано (Reviewed) 30.11.2023

Прийнято до друку (Approved) 27.12.2023