

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ СІЛЬСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ ПЕТРА ВАСИЛЕНКА

ПЛЕТНЬОВ В'ЯЧЕСЛАВ МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 629.017

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ВИКОРИСТАННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ АВТОМОБІЛІВ**

Спеціальність 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Полянський Олександр Сергійович,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, професор кафедри технології машинобудування і ремонту машин.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Шаша Ігор Костянтинович,
Національна академія Національної гвардії України,
професор кафедри експлуатації та ремонту автомобілів і бойових машин;

доктор технічних наук, доцент
Бондаренко Анатолій Ігорович,
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут",
доцент кафедри автомобіле- і тракторобудування.

Захист відбудеться "11" травня 2017 р. о 12⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 64.832.03 при Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка за адресою: вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка за адресою: вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002.

Автореферат розісланий "___" _____ 2017 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



В. М. Власовец

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Автомобіль, водій і дорога являють собою частини об'єктивно існуючого єдиного цілого – системи "водій – автомобіль – дорога – середовище" (ВАДС). Багато досліджень були спрямовані на підвищення надійності окремих елементів цієї системи без урахування їх взаємного зв'язку. Технологічний транспорт, що включає в себе спеціалізований рухомий склад на базі вантажних автомобілів, є елементом системи "водій – технологічний автомобіль – дорога – виробничий процес машинобудівного підприємства" (ВТАДВП). Надійність зазначеної системи визначає ефективність і стійкість роботи машинобудівного підприємства.

Надійність системи ВТАДВП в цілому відрізняється від сукупної надійності її елементів впливом різних зв'язків, які можуть бути не тільки міжелементними, а й внутрішньоелементними або міжсистемними. Врахування впливу зв'язків, зокрема міжелементних, створює додаткові можливості підвищення надійності того чи іншого елемента або системи в цілому. Зв'язки різноманітні: одні можуть бути оцінені кількісно, інші враховуються тільки якісно, існування третього можна лише припустити. Звідси виникає необхідність удосконалювати методи підвищення надійності системи ВАДС, взагалі, і системи ВТАДВП, зокрема.

Технічний аспект управління надійністю парку технологічних машин великого машинобудівного підприємства включає в себе управління власне надійністю автомобілів (як окремої системи) і надійністю транспортного процесу, в якому дорожньо-транспортні пригоди можна вважати випадковими (раптовими) відмовами.

Тому, дослідження процесів безпеки використання системи "водій – технологічний автомобіль – дорога" (без виробничого процесу) з заданим рівнем надійності є актуальними.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалася в рамках тематики науково-дослідної роботи кафедри технології машинобудування і ремонту машин Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (ХНАДУ). Тема дисертаційної роботи була складовою частиною науково-дослідної роботи за договором № 31-14-08 "Моделювання та забезпечення експлуатаційної надійності автопарку великого машинобудівного підприємства" і договором № 31-21-13 "Діагностування автомобільних поїздів, які перевозять великогабаритні вироби, методом парціальних прискорень" між ТОВ "Техпромавтотранс" і ХНАДУ.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення надійності і безпеки використання технологічного автомобільного транспорту великого машинобудівного підприємства за рахунок покращення його

експлуатаційних властивостей: маневреності, стійкості, керованості з використанням методу парціальних прискорень.

Для досягнення зазначеної мети необхідно вирішити такі завдання:

- виконати оцінку умов експлуатації та досягнутий рівень надійності парку технологічних машин (динаміка витрат, характерні відмови, розсіювання віку, терміну служби, ресурсу);

- виконати теоретичне дослідження впливу виконаної роботи двигуна на надійність автомобіля;

- провести оцінку впливу нестабільності експлуатаційних властивостей технологічних машин на надійність і ймовірність виконання транспортної операції у встановлений технологічним процесом час з використанням методу парціальних прискорень;

- провести експериментальні дослідження режимів навантаження технологічних автомобілів в умовах великого машинобудівного підприємства;

- розробити заходи щодо підвищення якості управління надійністю та безпекою використання парку технологічних машин великого машинобудівного підприємства.

Об'єкт дослідження. Міжопераційний транспортний процес виготовлення продукції великого машинобудівного підприємства, здійснюваний технологічними автомобілями.

Предмет дослідження. Формування методів раціонального управління надійністю та безпекою використання парку технологічних машин великого машинобудівного підприємства шляхом застосування методу парціальних прискорень.

Методи дослідження. При проведенні досліджень використовувались наукові методи теорії ймовірності та математичної статистики, метод парціальних прискорень, теорії оптимального планування експерименту і статистичного моделювання. Експериментальні дослідження проводилися з використанням імітаційно-чисельного моделювання і дорожніх досліджень з використанням мобільного вимірювально-реєстраційного комплексу.

Розрахунки та обробка результатів експериментальних досліджень виконані із застосуванням програмного забезпечення "Stability estimation", MS Excel.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

- **вперше** запропоновано метод оцінки напрацювання автомобіля у процесі експлуатації за ефективною роботою, що виконана двигуном;

- **вдосконалено**, з використанням булевої моделі надійності та методу парціальних прискорень, метод оцінки технічного стану та надійності гальмівного управління багатовісних автомобілів, який дозволяє оцінити ймовірність відмови гальмівного управління при наявності як працездатних, так і відмовивших елементів;

- **одержав подальший розвиток** частотний метод оцінки стійкості і керованості в напрямку багатовісних автомобілів. Встановлен взаємозв'язок бічної жорсткості шин та кутової жорсткості багатовісного автомобіля в площині дороги;
- **одержала подальший розвиток** теорія надійності транспортних процесів з урахуванням взаємозв'язку між аварійністю, надійністю і вимогами технологічного процесу.

Практичне значення одержаних результатів. З використанням отриманих результатів теоретичних та експериментальних досліджень одержала подальший розвиток програмне забезпечення мобільного вимірювально-реєстраційного комплексу модифікації ВДВММ 4-001, який дозволяє інформувати водія про досягнення граничного кута ухилу технологічного автомобіля для переходу на безпечний режим руху шляхом зниження швидкості. На запропонований комплекс отримано свідоцтво Національного наукового центру "Інститут метрології" про державну метрологічну атестацію № 2176 від 22.03.2013 року.

Результати дисертаційної роботи були прийняті до використання у вигляді методик "Забезпечення стійкості руху колісних машин з використаних пристрою для підвищення точності встановлення датчиків прискорення на засобах транспорту у технологічному процесі виробництва" на ПАТ "Азовзагальмаш" Донецької області м. Маріуполь; "Спосіб підвищення поперечної стійкості колісних машин використанням електронних систем" в Шебелинському відділенні технологічного транспорту і спецтехніки бурового управління "Укрбургаз".

Теоретичні та експериментальні результати дисертаційних досліджень впроваджені в навчальний процес Харківського національного автомобільно-дорожнього університету при читанні дисципліни "Комплексні системи випробувань автомобілів", Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка при читанні дисципліни "Охорона праці в галузі".

Особистий внесок здобувача. Основні результати досліджень, які виносяться на захист, одержані автором самостійно. У наукових працях, надрукованих у співавторстві, автору належать такі результати: запропоновано метод визначення кутової жорсткості багатовісного автомобіля в площині дороги і власної частоти його коливань [13, 14, 18]; отримані залежності впливу коефіцієнтів опору відведення коліс і поворотності на керованість і стійкість багатовісних автомобілів при прямолінійному русі [13,18]; запропоновано метод оцінки курсової стійкості багатовісного автомобіля при гальмуванні і діагностування ефективності його гальмування [10, 20]; розроблені рекомендації щодо підвищення надійності та забезпечення безпеки руху багатовісних автомобілів в умовах підприємств-виробників і сервісних станцій [1-4, 7-9, 17]; розроблений метод, що дозволяє проводити оцінку курсової стійкості багатовісного автомобіля в тяговому режимі і діагностувати його технічний стан [19, 20, 22]; з використанням булевої моделі

надійності та методу парціальних прискорень (сповільнень) запропоновано метод оцінки технічного стану та надійності гальмівного управління автомобілів та автомобільних поїздів [11, 12]; розроблена методика оцінки ймовірності відмови гальмівного управління при наявності як працездатних, так і відмовивших елементів [5, 6]; виконана теоретична оцінка стійкості і керованості багатоланкових багатовісних автомобільних поїздів за критерієм власної частоти коливань в площині дороги [15, 21]; встановлено співвідношення сумарних бічних жорсткостей шин і частоти власних коливань досліджуваного автомобіля, що необхідне для оцінки небезпечної зони стійкості і керованості досліджуваної причіпної ланки [16].

Апробація результатів роботи. Основні результати дисертації доповідалися й обговорювалися на наукових семінарах кафедри технології машинобудування і ремонту машин Харківського національного автомобільно-дорожнього університету.

Результати дисертаційної роботи пройшли апробацію на науково-технічних конференціях: XIII, XV, XVI міжнародних науково-технічних конференціях "Автомобільний транспорт: проблеми та перспективи" (Севастополь, СевНТУ, 2010, 2012, 2013); міжнародній науково-технічній конференції "Науково-прикладні аспекти автомобільної галузі" (Луцьк, ЛНТУ, 2010); XI міжнародній науково-технічній конференції "Вібрації в техніці та технологіях" (Полтава, ПНТУ ім. Ю.Кондратюка, 2012); XV міжнародній науково-технічній конференції "Транспорт, екологія – стійкий розвиток" (Варна, Технічний університет, 2009); III міжнародній науково-практичній конференції "Проблеми підвищення рівня безпеки, комфорту та культури дорожнього руху" (Харків, ХНАДУ, 2013); міжнародній науково-методичній конференції "Проблеми підготовці кадрів автомобільної галузі та шляхи їх вирішення" (Харків, ХНАДУ, 2013); міжнародній конференції "Покращення конструктивних та експлуатаційних показників автомобілів та двигунів", присвяченій 50-річчю кафедри "Двигуни і теплотехніка" НТУ (Київ, НТУ, 2012); міжнародній науково-технічній конференції "Проблеми надійності машин і засобів механізації сільськогосподарського виробництва" (Харків, ХНТУСГ, 2011); науково-практичних семінарах "Актуальні проблеми технічного забезпечення внутрішніх військ МВС України" (Харків, Академія внутрішніх військ МВС України, 2012, 2013); науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу ХНАДУ (2009–2016).

Публікації. Основні результати досліджень опубліковано в 21 статті, у тому числі 16 – у фахових виданнях (1 одноосібна), 1 – у виданні, що входить до міжнародних наукометричних баз, 5 тез у збірниках доповідей на наукових конференціях, з них 1 у закордонному виданні. За матеріалами дослідження отримано 1 патент України.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг

дисертації складається з 154 сторінок друкованого тексту, в тому числі 59 рисунків, 11 таблиць, 7 додатків на 14 сторінках. Список використаних джерел складається з 141 найменування на 15 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання досліджень, визначено наукову новизну, практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі здійснено аналітичний огляд виконаних досліджень і обґрунтовано обраний напрямок роботи. Виконано дослідження надійності функціонування системи "водій – технологічний автомобіль – дорога – виробничий процес машинобудівного підприємства" (ВТАДВП).

Дослідженню питань надійності та безпеки використання технологічних автомобілів присвячені роботи Беккера М.Г., Говорущенко М.Я., Евсеєва П.П., Колегаєва Р.Н., Мішуріна В.М., Панкратова Н.П., Подригало М.А., Полянського О.С., Ротенберга Р.В., Сорокіна Б.Д., Шейніна А.М. та інших.

Напрацювання є мірою оцінки ресурсу, і, відповідно, довговічності будь-якої машини. Підвищення надійності двигунів, зчеплення, коробок передач та електрообладнання призведе до зниження кількості простоїв автомобілів в ремонті, а своєчасна діагностика несправностей – до різкого зниження витрат на запасні частини для їх ремонту. Економічна складова проблеми забезпечення надійності ВТАДВП є однією з найбільш важливих при формуванні системи управління надійністю виробничого процесу великих машинобудівних підприємств.

Проведений аналіз параметрів системи ВТАДВП показав, що існуючі показники напрацювання є оціночними, оскільки однозначно не характеризують процеси зносу і старіння, що протікають у вузлах і агрегатах автомобілів.

У другому розділі виконано теоретичне дослідження впливу виконаної роботи двигуна на надійність автомобіля.

Робота, виконана двигунами, є найбільш об'єктивним показником напрацювання автомобіля. З використанням імовірнісного методу визначено взаємозв'язок між пробігом автомобіля і роботою, виконаною двигуном. Отримано аналітичні вирази і введений поправочний коефіцієнт, що враховує умови експлуатації автомобіля.

Рівняння енергетичного балансу автомобіля має вигляд

$$A_e = W \cdot \eta_e \cdot \eta_{TP} = (m \cdot g \cdot \Psi + \frac{c_x}{2} \rho F \bar{V}^2) S, \quad (1)$$

де η_{TP} – цикловий ККД трансмісії; m – загальна маса автомобіля; Ψ – сумарний коефіцієнт дорожнього опору; η_e – цикловий ефективний ККД

трансмисії; W – енергія, яка витрачена на виконання роботи A_e ; S – пробіг автомобіля; g – прискорення сили тяжіння, $g=9,81$ м/с²; c_x – коефіцієнт аеродинамічного опору; ρ – щільність повітря; F – лобова площа автомобіля; V – середня швидкість руху автомобіля при усталеному русі.

Технологічний автомобіль виконує транспортну роботу, переміщуючи вантаж з одного цеху підприємства в інший. Вантажем є великогабаритна деталь або складова частина виробу.

Маршрут руху є постійним і транспортна операція є складовою частиною технологічного процесу виробництва. У цьому випадку довжина завантаженого маршруту буде дорівнювати довжині порожнього. Таким чином, половина загального пробігу автомобіля відбувається при загальній масі, а половина – при завантаженому автомобілі.

Загальні витрати енергії двигуна технологічного автомобіля залежно від його пробігу

$$W_{повн} = W + W_{xcs} + W_{розг} = S \left[\frac{2m_{CH} + q_{ГР}}{\eta_e \cdot \eta_{TP}} \cdot (2g\bar{\Psi} + \bar{V}) + 2Ne_{ном} \frac{1 - \eta_M}{\eta_i} \cdot \frac{t_{n-p}}{l_e} \right], \quad (2)$$

де W – енергія, що витрачається двигуном за один цикл транспортного процесу; W_{xcs} – витрата енергії двигуна на холостому ході; $W_{розг}$ – енергія двигуна, яка витрачається на рух автомобіля, t_{n-p} – час простою автомобіля під навантаженням-розвантаженням; l_e – довжина маршруту перевезення; $q_{ГР}$ – маса вантажу; m_{CH} – маса автомобіля; $N_{еюм}$ – номінальна потужність двигуна; \bar{V} – середнє значення прискорення автомобіля за один транспортний цикл.

Отримані аналітичні вирази можуть бути використані при визначенні витрати енергії на рух автомобіля при відомому пробігу з коригуванням на зміни експлуатаційних параметрів.

У третьому розділі виконано теоретичне дослідження надійності технологічного процесу транспортних операцій підприємства.

Підвищення надійності гальмівного управління автомобілів і автопоїздів істотно впливає на безпеку руху і надійність транспортного процесу. Під надійністю транспортного процесу розуміється властивість автомобіля (автопоїзда) або декількох машин виконати транспортну роботу протягом заданого напрацювання при встановленій системі технічного обслуговування, ремонту, організації та безпеки руху. З використанням булевої моделі надійності та методу парціальних прискорень запропоновано метод оцінки надійності гальмівного управління автомобілів. Метод найбільш ефективний при оцінці надійності гальмівного управління багатовісних автомобілів та автомобільних поїздів.

При використанні апарату булевої алгебри для побудови моделі надійності гальмівного управління автомобілів і автопоїздів припускаємо, що гальма і-ої осі можуть перебувати лише у двох можливих станах – повної працездатності та повної

відмови. Інша можливість часткового функціонування гальм виключається. Гальмівне управління складається з n елементів (блоків), кожен з яких представляє собою гальмівну силу (парціальне сповільнення).

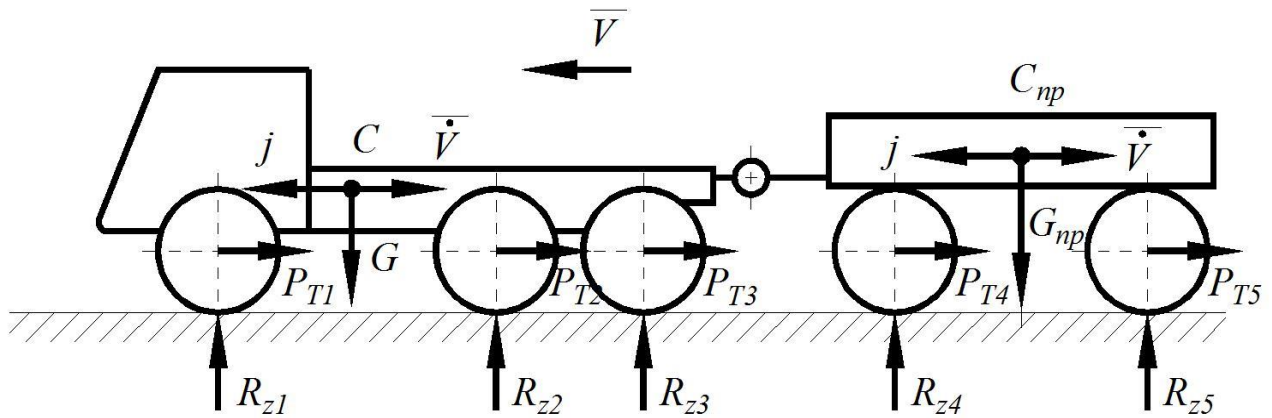


Рисунок 1 – Схема сил, що діють на автомобільний поїзд при гальмуванні

Графічно подібну систему можна представити як систему з паралельним з'єднанням i -тих елементів.

Рівняння парціальних сповільнень

$$j = \frac{|P_T| \cdot \beta_1}{m_{an}} + \frac{|P_T| \cdot \beta_2}{m_{an}} + \dots + \frac{|P_T| \cdot \beta_i}{m_{an}} + \dots + \frac{|P_T| \cdot \beta_n}{m_{an}}, \quad (3)$$

де $\beta_1 \dots \beta_n$ – частка загальної гальмівної сили автопоїзда, яка припадає на відповідну вісь; m_{an} – маса автомобільного поїзду.

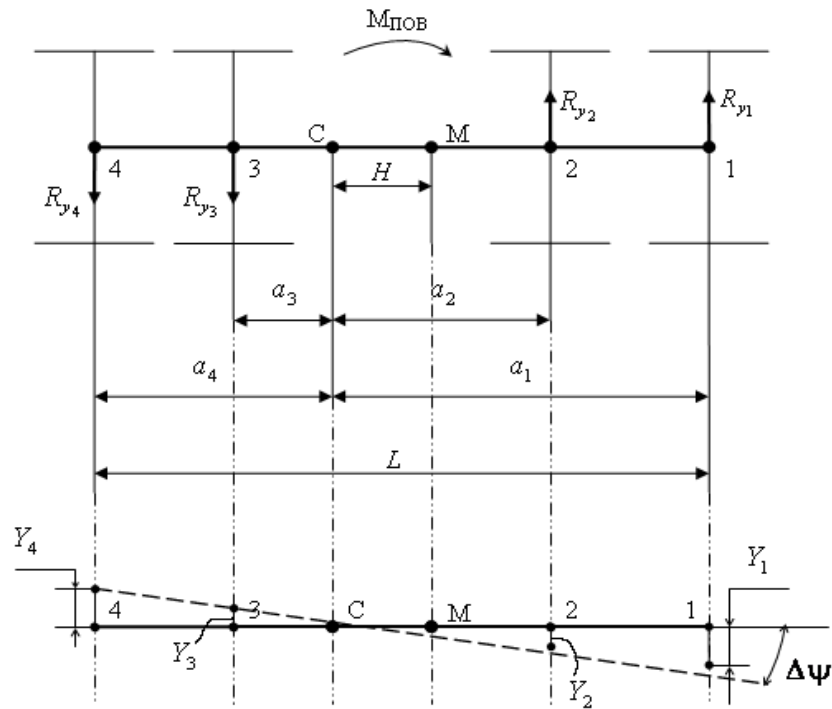
При відмові гальм однієї з осей (або декількох осей) уповільнення автомобільного поїзда j буде відрізнятися від номінального $j_{ном}$ на величину Δj .

$$\Delta j = j_{ном} - \frac{|P_T|}{m_a} \sum_{k=1}^L \beta_k = j_{ном} - \sum_{k=1}^L j_k^{парц}, \quad (4)$$

де L – кількість елементів, які відмовили (осей з гальмами, що відмовили).

Якщо попередньо на початку експлуатації визначити парціальні прискорення, створювані гальмівними механізмами кожної з осей, що перебувають у працездатному стані, то за величиною Δj можна визначити відмови елементів (вісь або декілька осей автомобіля, на яких відмовили гальмівні механізми). Застосування апарату булевої алгебри дозволить оцінити ймовірність відмови гальмівного управління при наявності як працездатних, так і відмовивших елементів.

Багатовісні або багатоопорні автомобілі є статично невизначеними (рис. 2). Для вирішення завдання визначення реакцій дороги на колесах автомобіля необхідно скласти рівняння спільності деформацій.



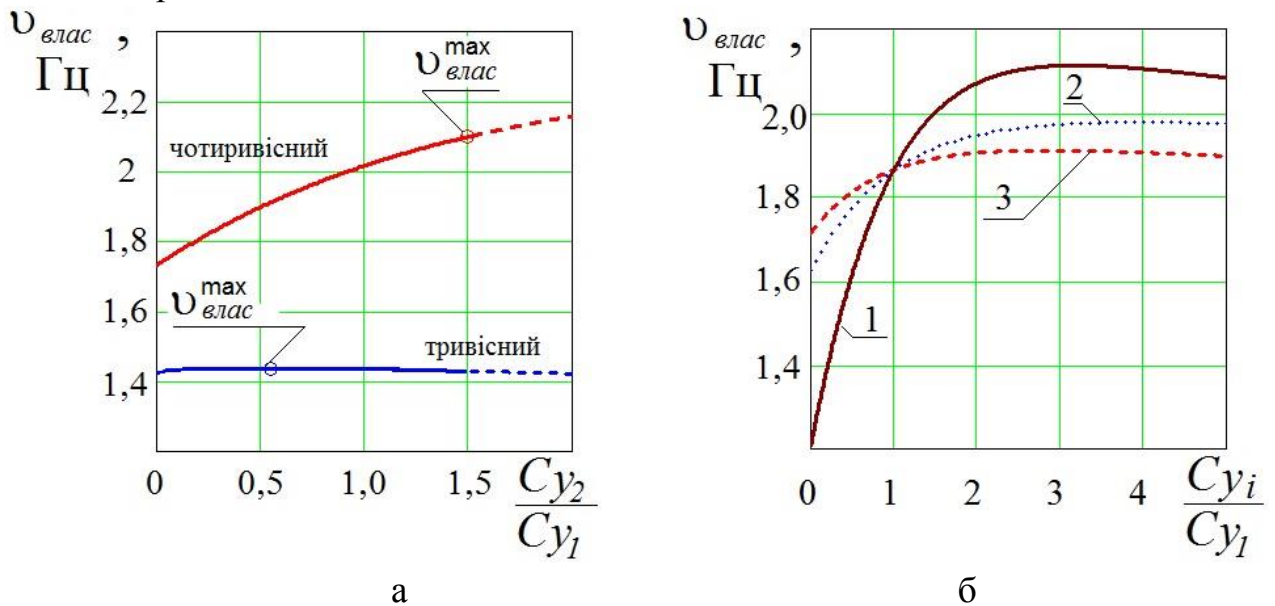
C – центр мас автомобіля; M – полюс повороту (центр пружності);
 a_1, a_2, a_3, a_4 – відстані від відповідних вісей до проекції центра мас автомобіля на горизонтальну площину; L – відстань між крайніми вісями автомобіля;
 H – координата полюсу повороту; $R_{y_1}, R_{y_2}, R_{y_3}, R_{y_4}$ – сумарні бічні реакції дороги на вісях

Рисунок 2 – Схема навантаження чотиривісного автомобіля повертаючим моментом

Частота власних коливань автомобіля в площині дороги може бути визначена за наступною залежністю

$$v_{\text{влас}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C_{y_1}}{m_a} \frac{\left(a_1^2 + \frac{C_{y_2}}{C_{y_1}} a_2^2 + \frac{C_{y_3}}{C_{y_1}} a_3^2 + \frac{C_{y_4}}{C_{y_1}} a_4^2 - \frac{\left(a_1 + \frac{C_{y_2}}{C_{y_1}} a_2 - \frac{C_{y_3}}{C_{y_1}} a_3 - \frac{C_{y_4}}{C_{y_1}} a_4 \right)^2}{1 + \frac{C_{y_2}}{C_{y_1}} + \frac{C_{y_3}}{C_{y_1}} + \frac{C_{y_4}}{C_{y_1}}} \right)}{i_z^2 + \frac{\left(a_1 + \frac{C_{y_2}}{C_{y_1}} a_2 - \frac{C_{y_3}}{C_{y_1}} a_3 - \frac{C_{y_4}}{C_{y_1}} a_4 \right)^2}{1 + \frac{C_{y_2}}{C_{y_1}} + \frac{C_{y_3}}{C_{y_1}} + \frac{C_{y_4}}{C_{y_1}}}}} \cdot (5)}$$

Залежності частот власних коливань від співвідношення сумарних коефіцієнтів бічної жорсткості шин на прикладі трьохвісного і чотиривісного автомобіля наведено на рис. 3.



а – порівняння частоти власних коливань трьохвісного і чотиривісного автомобіля;
б – визначення $\nu_{\text{влас}}$ чотиривісного автомобіля при різних співвідношеннях C_{y_i} :

$$1 - C_{y_2}/C_{y_1} = 1; C_{y_3}/C_{y_1} = 1; C_{y_4}/C_{y_1} = 0...5; 2 - C_{y_2}/C_{y_1} = 1; C_{y_3}/C_{y_1} = 0...5; \\ C_{y_4}/C_{y_1} = 1; 3 - C_{y_2}/C_{y_1} = 0...5; C_{y_3}/C_{y_1} = 1; C_{y_4}/C_{y_1} = 1$$

Рисунок 3 – Залежності частот власних коливань від співвідношення сумарних коефіцієнтів бічної жорсткості шин автомобіля

У четвертому розділі виконано експериментальні дослідження режимів руху автомобільних поїздів.

У процесі експериментальних досліджень здійснювалася перевірка теоретичних положень, що відносяться до оцінки основних експлуатаційних властивостей автомобільних поїздів при їх роботі в умовах великого машинобудівного підприємства з використанням вимірювально-реєстраційного комплексу. Виконувалася реєстрація динамічних параметрів, а саме: бічних, поздовжніх і вертикальних прискорень, що діють на автомобільні поїзди при різних режимах руху в режимі технологічного транспорту ВАТ "Азовзагальмаш", м. Маріуполь.

Дорожні випробування проводилися на автомобільних поїздах в стандартному виконанні (рис. 4).

Для реєстрації даних при дорожніх випробуваннях автомобілів і автопоїздів на кафедрі ТМ і РМ ХНАДУ розроблений вимірювально-реєстраційний комплекс для випробувань мобільних машин і їх елементів (рис. 5г), що складається з трикоординатних датчиків прискорень Freescale Semiconductor моделі MMA7260QT, а також ПЕОМ для зняття та архівації даних. При дослідженнях використовувалися

4 датчика лінійних прискорень, максимальна довжина з'єднувального кабелю вимірювально-реєстраційного комплексу склала 7 метрів.



а



б



в

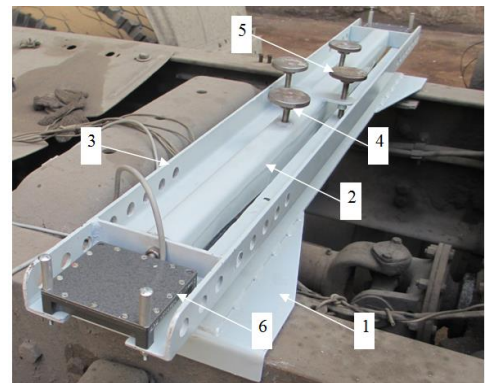


г

а – сідельний тягач МАЗ-537 з причепом; б – сідельний тягач КрАЗ-6444 з причепом;
в – сідельний тягач КамАЗ-5410 з причепом; г – вимірювальний комплекс
Рисунок 4 – Об'єкти для проведення експериментальних досліджень



а



б

а – процес градування датчиків прискорень перед випробуваннями експлуатаційних властивостей сідельного тягача МАЗ-537; б – пристрій для установки в нуль датчиків прискорень

Рисунок 5 – Монтаж і градування датчиків прискорень

Для підвищення точності установки датчиків прискорень при проведенні експериментальних досліджень в лабораторії і в умовах експлуатаційних

випробувань автомобілів запропоновано спеціальний пристрій (рис. 5). Спроекований пристрій для установки датчиків прискорень β на засобах транспорту містить інсталяційний блок 1, коромисло 2, рамку 3, регулювальні гвинти коромисла 4 і рамки 5. Пристрій з датчиками встановлюється на шасі автомобіля і регулювальними гвинтами 4 і 5 встановлюється меридіанний нуль. Проведені експериментальні дослідження дозволили отримати закон розподілу прискорень на прикладі автопоїзда з сідельним тягачем КрАЗ-6444 в процесі перевезення негабаритних вантажів (залізничних цистерн) при виконанні технологічного процесу виготовлення продукції великого машинобудівного підприємства. Аналогічним чином отримані результати для автомобільних поїздів з сідельними тягачами МАЗ-537 і КамАЗ-5410. Найбільш підходящим є нормальний розподіл (рис. 6), для якого критерій Std. Err. складає від 0,0014 до 0,0036.

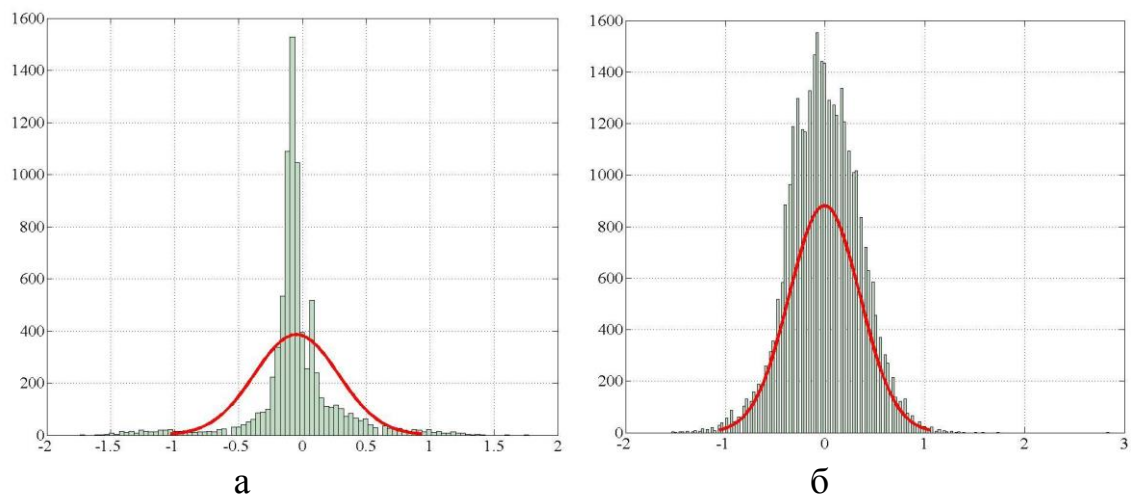


Рисунок 6 – Графіки нормального розподілу для значень прискорень автопоїзда з сідельним тягачем КамАЗ-5410 (а) і КрАЗ-6444 (б) при пересуванні підприємством

Параметри нормального розподілу величин прискорень автопоїздів, які випробовуються, зведені в таблицю 1.

Таблиця 1 – Параметри нормального розподілу величини прискорень

Марка автомобіля	Критерій Std. Err.	Середнє квадратичне відхилення	Математичне очікування	Закон розподілу прискорень автомобіля
МАЗ-537	0,0036	0,85	0,04	$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot 0,85}} \cdot e^{\frac{-(x-0,04)^2}{2 \cdot 0,85^2}}$
КамАЗ-5410	0,0025	0,32	0,046	$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot 0,32}} \cdot e^{\frac{-(x-0,046)^2}{2 \cdot 0,32^2}}$
КрАЗ-6444	0,0014	0,35	0,006	$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot 0,35}} \cdot e^{\frac{-(x-0,006)^2}{2 \cdot 0,35^2}}$

Аналіз параметрів нормального розподілу дозволяє зробити висновок про те,

що можна отримати усереднений закон розподілу прискорень автопоїздів, оскільки значення параметрів розподілу близькі для різних автомобілів. Зазначений закон має наступний вигляд

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot 0,507}} \cdot e^{-\frac{(x-0,031)^2}{2 \cdot 0,507^2}} \quad (6)$$

Використання усередненого закону дозволяє оцінити величини прискорень з максимальною похибкою не більше 20%.

У п'ятому розділі надані рекомендації щодо підвищення коефіцієнта готовності технологічного транспорту виконання транспортної роботи у встановлений строк. Своєчасна доставка продукції з одного цеху до іншого (у відповідності з технологічним процесом виготовлення великогабаритної продукції) є важливою умовою стійкої роботи великого машинобудівного підприємства.

Надійність протікання таких процесів можливо оцінити коефіцієнтом виконання завдання, який представляє собою ймовірність успішного його вирішення. Запропоновано показник, який знаходиться за формулою

$$K_{ГТр} = \exp \left[-(\lambda_o + \lambda_y) \cdot T \cdot \frac{(-2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot h_a + B) \cdot m_a}{(2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot h_{cp} - B) \cdot m_{cp \max}} \cdot e^{-\mu_1 t_1 - \mu_2 t_2 - \mu_3 t_3} \right], \quad (7)$$

де λ_o – інтенсивність відмов, пов'язаних з технічним станом автомобіля (автопоїзда); λ_y – інтенсивність аварійних ситуацій на дорозі, пов'язаних з втратою стійкості автомобіля (автопоїзда); T – час перевезення вантажу з цеху в цех; α – кут статичної стійкості автомобіля (автопоїзда); h_a – висота центру мас автомобіля (автопоїзда); h_{cp} – висота центру мас вантажу; m_a – маса автомобіля; $m_{cp \max}$ – гранична маса вантажу; μ_1 – інтенсивність обслуговування при відмовах автомобіля (автопоїзда); μ_2 – інтенсивність обслуговування при аварійних ситуаціях, пов'язаних з втратою стійкості в площині дороги; μ_3 – інтенсивність обслуговування при аварійних ситуаціях, пов'язаних з втратою стійкості положення; t_1 – граничний час обслуговування при відмовах автомобіля (автопоїзда); t_2 – граничний час обслуговування при аварійних ситуаціях, пов'язаних з втратою стійкості в площині дороги; t_3 – граничний час обслуговування при аварійних ситуаціях, пов'язаних з втратою стійкості положення.

Найбільш вагомими є аварійні ситуації, пов'язані з втратою стійкості положення при русі підприємством. При цьому на усунення їх наслідків витрачаються максимальні матеріальні ресурси. Більш простими для усунення є аварійні ситуації, пов'язані з втратою стійкості в площині дороги. При цьому можливі зміщення великогабаритних вантажів, встановлених на автопоїзді, які можуть в подальшому призвести до втрати стійкості положення.

Встановлено, що міжелементні зв'язки в підсистемі "водій – технологічний автомобіль – дорога" створюють умови для підвищення, за рахунок управління власне надійністю, коефіцієнта технічної готовності автомобілів (як окремої системи) і надійності транспортного процесу, в якому дорожньо-транспортні пригоди можна вважати випадковими (раптовими) відмовами.

При експлуатації таких машин необхідний постійний контроль їх технічного стану і параметрів руху, які безпосередньо впливають на надійність системи ВАДВП (рис. 7).

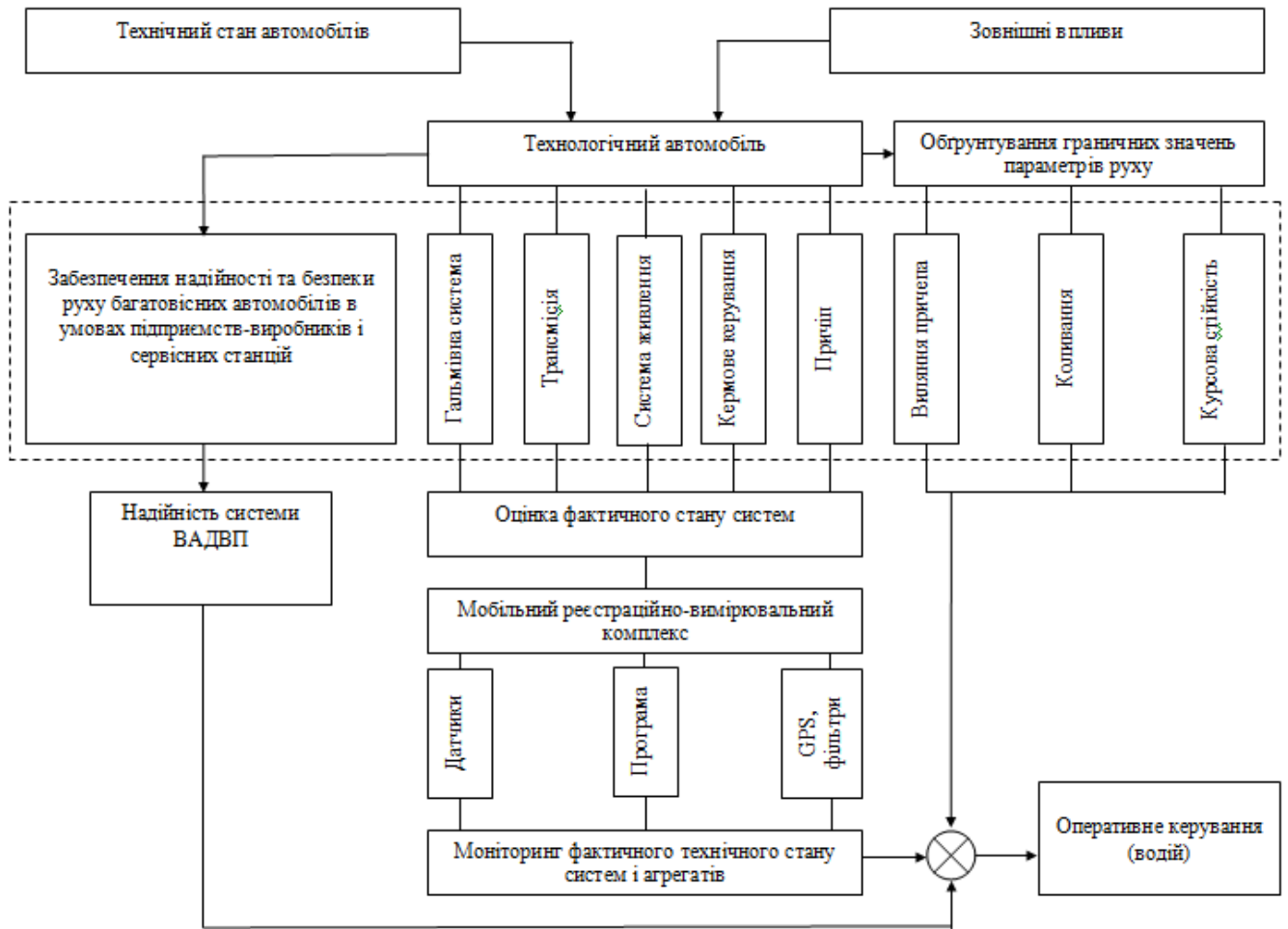


Рисунок 7 – Покращення експлуатаційних властивостей технологічних автомобілів методом парціальних прискорень

Такий контроль можливий при застосуванні сучасних засобів і підходів до оцінки параметрів (наприклад, застосуванням вимірювально-реєстраційного комплексу з розрахунком граничних параметрів методом парціальних прискорень) – шляхом постійного моніторингу в режимі реального часу. При наближенні контрольованих параметрів до граничних водій має можливість оперативно усунути можливі причини і не допустити виникнення аварійної ситуації. При цьому підвищення експлуатаційних властивостей технологічних автомобілів можливе на

основі поточної інформації про стан руху, яка в режимі реального часу поступає від встановлених датчиків.

При застосуванні розроблених підходів щодо підвищення стійкості автомобілів у процесі перевезення великогабаритної продукції, інтенсивність аварійних ситуацій в процесі перевезення, пов'язаних з втратою їх стійкості знизилася з 0,01 до 0,001 відмови за годину. Це дозволило підвищити ймовірність успішного виконання завдання на 5–7%, тим самим значно знизивши витрати на усунення наслідків таких аварійних ситуацій (рис. 8).

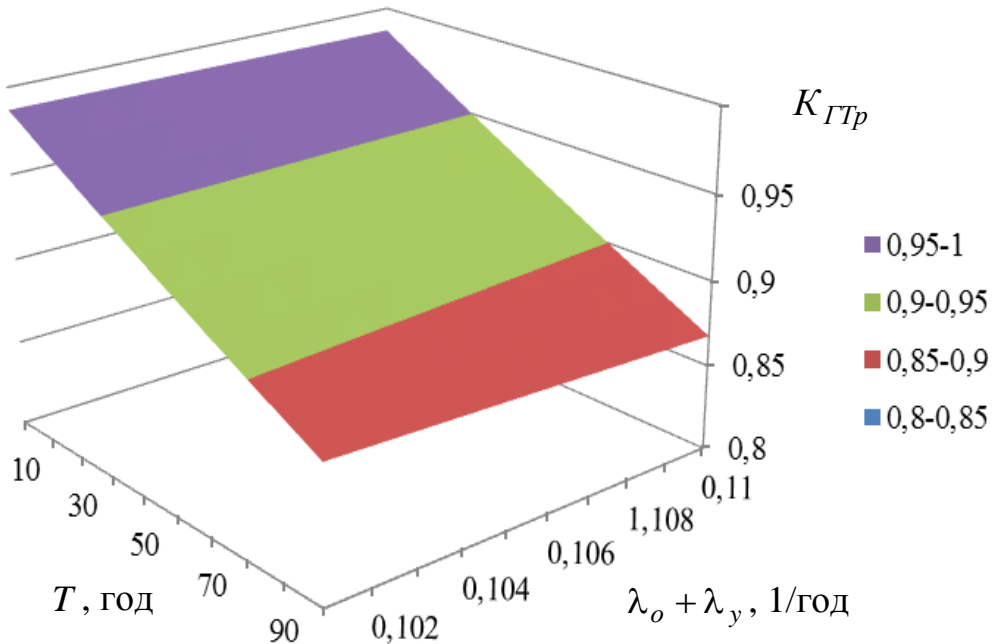


Рисунок 8 – Зміна ймовірності успішного виконання транспортної операції при застосуванні підходів щодо підвищення стійкості автомобілів

Таким чином, забезпечення надійності виконання транспортної роботи є важливою умовою стійкої роботи великого машинобудівного підприємства.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішена наукова задача підвищення надійності та безпеки використання технологічного автомобільного транспорту великого машинобудівного підприємства за рахунок покращення його експлуатаційних властивостей: маневреності, стійкості, керованості з використанням методу парціальних прискорень. Розроблені теоретичні положення і отримані результати експериментальних досліджень дозволили сформулювати наступні висновки:

1. Проведений аналіз літературних джерел, вітчизняного і зарубіжного досвіду використання технологічного транспорту показав, що багато досліджень були спрямовані на вирішення наукової задачі системи "водій - автомобіль - дорога – середовище" без урахування взаємного зв'язку окремих елементів цієї системи. Практично відсутні дослідження більш складної системи "водій – технологічний

автомобіль – дорога – виробничий процес машинобудівного підприємства”. Надійність зазначеної системи, яка включає в себе технологічний транспорт у вигляді спеціалізованого рухомого складу на базі вантажних автомобілів, є важливим елементом, що визначає ефективність і стійкість роботи машинобудівного підприємства.

2. Встановлено ступінь впливу коефіцієнтів опору відведенню коліс і поворотності на керованість і стійкість багатовісних автомобілів при прямолінійному русі. З використанням отриманих залежностей розроблено метод визначення кутової жорсткості багатовісного автомобіля в площині дороги, а також власної частоти його коливань. Запропонований метод дозволяє оцінити вплив коефіцієнтів опору відведенню коліс і поворотності на керованість і стійкість багатовісних автомобілів при прямолінійному русі.

3. Розроблено метод оцінки курсової стійкості автомобіля в тяговому режимі руху та діагностування його технічного стану з використанням методу парціальних прискорень. Запропонований метод дозволяє проводити оцінку курсової стійкості автомобіля при гальмуванні і діагностування його гальмівного управління.

4. Розроблено метод оцінки технічного стану та надійності гальмівного управління автомобілів та автомобільних поїздів з використанням булевої моделі надійності та методу парціальних прискорень (сповільнень).

5. Розроблено метод оцінки стійкості і керованості багатоланкових багатовісних автомобільних поїздів за критерієм власної частоти коливань в площині дороги. Встановлено, що при співвідношенні сумарних бічних жорсткостей шин частоти власних коливань досліджуваного автомобіля знаходяться поза небезпечною зоною $v_{влас} > 0,7$ Гц при любых значеннях. Стійкість і керованість досліджуваної причіпної ланки забезпечується при $v_{влас} > 0,7$ Гц.

6. Отримані закони розподілу випадкових величин прискорень автопоїздів з сідельними тягачами МАЗ-537, КрАЗ-6444 і КамАЗ-5410 при пересуванні територією підприємства ВАТ "Азовгазгальмаш". Встановлено основні режими роботи і виникаючі при цьому динамічні навантаження, що діють на досліджувані автомобільні поїзди, оцінені їх експлуатаційні властивості. Найкращим чином отримані результати апроксимірує нормальний закон розподілу. Середнє прискорення знаходиться в межах $0,23-0,6$ м/с². Для розрахунків можна приймати величину середнього прискорення, рівну $0,448$ м/с² при середньому квадратичному відхиленні цієї величини – $0,618$ м/с². Максимальна похибка не перевищила 20%.

7. Отримані результати можуть бути використані при: моделюванні руху технологічного транспорту великого машинобудівного підприємства, наприкладі автопоїздів, на ПЕОМ; проектуванні нових автомобілів; підвищенні безпеки експлуатації автомобільних поїздів, що перевозять негабаритні вантажі. Результати дисертаційної роботи були прийняті до використання ПАТ "Азовгазгальмаш" і

Шебелинським відділенням технологічного транспорту і спецтехніки бурового управління "Укрбургаз".

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Опубліковані наукові праці, в яких містяться основні наукові результати дисертації

1. Полянский А.С. Анализ и классификация показателей ремонтпригодности средств транспорта / А.С. Полянский, Е.А. Дубинин, В.Н. Плетнёв // Вісник ХНТУСГ. Тракторна енергетика в рослинництві: зб. наук. праць. – 2007. – Вип 60. – С. 165–169.

2. Полянский А.С. Обоснование надёжности элементов техники на стадии проектирования. / А.С. Полянский, А.А. Молодан, В.А. Нестеренко, В.Н. Плетнёв // Вісник ХНТУСГ. Проблеми надійності машин та засобів механізації с/г виробництва: зб. наук. праць. – 2008. – Вип.69. – С.92–98.

3. Полянский А.С. Перспективные системы повышения надёжности и устойчивости средств транспорта / А.С. Полянский, Е.А. Дубинин, В.Н. Плетнев, В.Н. Пастухов // Науковий журнал "Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів". – 2014. – №1. – С.145–151.

4. Кухтов В.Г. Повышение ремонтпригодности автотракторной техники / В.Г. Кухтов, А.С. Полянский, В.Н. Плетнёв, Е.А. Дубинин // Автомобильный транспорт. Сб. науч. тр. – 2006. – Вып. 18. – С. 27–30.

5. Лебедев А.Т. Оценка наработки мобильных машин по выполненной двигателем механической работе / А.Т. Лебедев, М.А. Подригало, А.С. Полянский, Д.В. Абрамов, В.Н. Плетнёв, В.О. Тесля // Механіка та машинобудування. Науково-технічний журнал. – 2011. – №2 – С. 120–128.

6. Полянский А.С. Оценка эксплуатационных свойств автомобильных поездов большой грузоподъемности при перевозке негабаритных грузов / А.С. Полянский, Д.М. Клец, Е.А. Дубинин, В.Н. Плетнев // Вестник ХНАДУ: сб. науч. трудов. – 2013. – Вып. 60. – С. 38–41.

7. Полянский А.С. Пути снижения времени восстановления работоспособности машин и их агрегатов / А.С. Полянский, Е.А. Дубинин, В.Н. Плетнёв // Вісник ХНТУСГ. Механізація сільськогосподарського виробництва. – 2008. – Вип. 75, Т. 1. – С. 391–397.

8. Полянский А.С. Повышение точности нормирования запасных частей агрегатов транспорта по технико-экономическим критериям / А.С. Полянский, Е.А. Дубинин, В.Н. Плетнёв // Вісник ХНТУСГ. Механізація сільськогосподарського виробництва. – 2007. – Вип. 59, Т. 1. – С. 227–232.

9. Полянский А.С. Прогнозирование качества капитального ремонта цилиндропоршневой группы дизельного двигателя / А.С. Полянский, А.А. Молодан, В.Н. Плетнёв // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2010. – Вип. 10, Т. 5. – С 97–104.

10. Полянский А.С. Применение метода парциальных ускорений при оценке устойчивости автомобиля при торможении / А.С. Полянский, Е.А. Дубинин, В.Н. Плетнёв // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. Технические науки. – 2012. – Вып. 36. – С. 17–20.

11. Плетнёв В.Н. Применение метода парциальных ускорений для оценки надёжности тормозного управления автомобилями / В.Н. Плетнёв // Механіка та машинобудування. Науково-технічний журнал. – 2012. – №2 – С. 121–126.

12. Полянский А.С. Оценка влияния длины соединительных кабелей датчиков, температуры и вибрации на точность измерения ускорений / А.С. Полянский, Д.М. Клец, Е.А. Дубинин, В.Н. Плетнев, Н.П. Артемов, В.В. Задорожня // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2013. – Вип. 15, Ч. 2. – С. 208–211.

13. Подригало М.А. Оценка управляемости и устойчивости многоосных автомобилей при установившемся прямолинейном движении / М.А. Подригало, Д.М. Клец, В.И. Гацько, В.Н. Плетнев // Вісник СевНТУ. Серія: Машиноприладобудування та транспорт: зб. наук. пр. – 2013. – Вип. 143. – Севастополь, – С. 41–44.

14. Подригало М.А. Оценка устойчивости и управляемости автомобильных поездов / М.А. Подригало, Д.М. Клец, К.Г. Яценко, В.Н. Плетнев // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – 2014. – №1. – С. 96–101.

15. Полянский А.С. Разработка рекомендаций по устойчивости колёсных машин на уклонах / А.С. Полянский, А.А. Побережный, В.Н. Плетнёв, В.В. Задорожня // Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. – 2015. – Вип. 2 – С. 39–42.

У закордонних виданнях

16. Дубинин Е.А. Совершенствование метода диагностирования рулевого управления шарнирно-сочлененной машины / Е.А. Дубинин, А.С. Полянский, А.А. Молодан, Д.М. Клец, В.Н. Плетнёв // MOTROL: сб. научн. трудов. – 2016. – Vol. 18, No 8. – С. 53–58.

17. Полянский, А. С., Повышение ремонтпригодности средств транспорта структурированием ее параметров. / А. С. Полянский, Е. А. Дубинин, В. Н. Плетнёв // Труды 1X науч.-техн. конференции «Транспорт, экология – устойчивое развитие». – Варна : Техн. Ун-т. Т. 16, ч. 1. – 2009. – С 584 -590.

Опубліковані праці апробаційного характеру

18. Подригало, М.А., Оцінка стійкості та керованості багатовісних автомобілів / М. А. Подригало, Д. М. Клец, В. І. Гацько, В. М. Плетнев // Актуальні проблеми техн. забезпечення службово-бойової діяльності сил охорони правопорядку : наук.-практ. конф., Академія ВВ МВС України. – Харків, 2013. – С. 96.

19. Подригало, М. А. Дослідження стійкості та керованості дволанкових автомобільних потягів / М. А. Подригало, Д. М. Клец, К. Г. Яценко, В.М. Плетнев // Новітні технології – для захисту повітряного простору : наук. конф., Харківський ун-т повітряних сил ім. Івана Кожедуба. – Харків, 2014. – С. 208-209.

20. Полянский, А. С. Метод діагностування гальмівного управління колісних мобільних машин / А. С. Полянский, Е. А. Дубинин, В. Н. Плетнев // Актуальні питання розвитку, удосконалення та експлуатації військової техніки у внутрішніх військах МВС України : наук.-практ. конф., Академія ВВ МВС України. – Харків, 2014. – С. 147.

21. Дубинин, Е. А. Разработка концепции повышения устойчивости положения колесных машин / Е. А. Дубинин, А. С. Полянский, Д. М. Клец, В. Н. Плетнев // Наукові праці міжнар. наук.-практ. та наук.-метод. конф., присвяченої 85-річчю кафедри автомобілів, та 100-річчю з дня народження професора А. Б. Гредескула «Новітні технології в автомобілебудуванні, транспорті і при підготовці фахівців». – Харків : ХНАДУ, 2016. – С. 133-137.

Патенти та заявки на винахід

22. Пат. 69235 Україна, МПК G01L 3/24. Спосіб визначення ефективного крутного моменту та ефективної потужності двигуна автомобіля. / Н. М. Подригало, В. М. Плетньов, У. А. Абдулгасис, А. У. Абдулгасис, О. С. Полянський, М. А. Подригало (Україна). – №201111448 ; Заявл. 28.09.11 ; Опубл. 25.04.12, Бюл. №8. – 6 с.

АНОТАЦІЯ

Плетньов В.М. Підвищення надійності та безпеки використання технологічних автомобілів. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту. – Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Міністерство освіти і науки України, Харків, 2017.

У дисертації вирішено актуальне наукове завдання, спрямоване на підвищення надійності і безпеки використання технологічного автомобільного транспорту великого машинобудівного підприємства за рахунок покращення його тягово-швидкісних експлуатаційних властивостей, маневреності, стійкості, керованості з використанням методу парціальних прискорень.

Розроблено метод оцінки курсової стійкості багатовісного автомобіля в тяговому і гальмівному режимі і діагностування його технічного стану. Отримані результати можуть бути використані для забезпечення безпеки руху багатовісних автомобілів в умовах підприємств-виробників та їх сервісних станцій.

Розроблено метод оцінки технічного стану і надійності гальмівного управління автомобілів та автомобільних поїздів, який дозволить оцінити ймовірність відмови гальмівного управління при наявності як працездатних, так і елементів, які відмовили.

Проведена теоретична оцінка стійкості і керованості багатоланкових багатовісних автомобільних поїздів за критерієм власної частоти коливань в площині дороги. Встановлено, що при співвідношенні сумарних бічних жорсткостей шин частоти власних коливань досліджуваного автомобіля знаходяться за небезпечною

зоною $v_{влас} > 0,7$ Гц при будь-яких значеннях. Стійкість і керованість досліджуваної причіпної ланки забезпечується при $v_{влас} > 0,7$ Гц.

Ключові слова: технологічний автомобільний транспорт, надійність, безпека використання, парціальні прискорення, маневреність, стійкість, керованість.

АННОТАЦІЯ

Плетнев В.М. Повышение надежности и безопасности использования технологических автомобилей. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 – эксплуатация и ремонт средств транспорта. – Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Министерство образования и науки Украины, Харьков, 2017.

В диссертации решена актуальная научная задача, направленная на повышение надежности и безопасности использования технологического автомобильного транспорта крупного машиностроительного предприятия за счет улучшения его эксплуатационных свойств, маневренности, устойчивости, управляемости с использованием метода парциальных ускорений.

Проведенный анализ литературных источников отечественного и зарубежного опыта, а также статистического материала по использованию технологического автомобильного транспорта показал, что одним из путей повышения надёжности и безопасности использования машин является улучшение его тягово-скоростных эксплуатационных свойств, маневренности, устойчивости.

Разработан метод оценки технического состояния и надежности тормозного управления автомобилей и автомобильных поездов с использованием булевой модели надежности и метода парциальных ускорений.

Разработан метод определения угловой жесткости многоосного автомобиля в плоскости дороги, а также собственной частоты его колебаний. Полученные зависимости позволяют оценить влияние коэффициентов сопротивления уводу колес и поворачиваемости на управляемость и устойчивость многоосных автомобилей при прямолинейном движении.

Экспериментальными исследованиями получены законы распределения случайных величин ускорений автопоездов с седельными тягачами МАЗ-537, КрАЗ-6444 и КамАЗ-5410 при передвижении по территории предприятия ПАО "Азовобшемаш". Установлены основные режимы работы и возникающие при этом динамические нагрузки, действующие на исследуемые автомобильные поезда, оценены их эксплуатационные свойства. Наилучшим образом полученные результаты описывает нормальный закон распределения. Среднее ускорение находится в пределах $0,23-0,6$ м/с². Для расчетов можно принимать величину среднего ускорения, равную $0,448$ м/с² при среднем квадратическом отклонении этой

величины – $0,618 \text{ м/с}^2$. Анализ полученных распределений показал, что с максимальной погрешностью не более 20% можно использовать полученный закон с усредненными для всех автопоездов параметрами.

Полученные результаты могут быть использованы при моделировании движения технологического транспорта крупного машиностроительного предприятия на примере автопоездов на ПЭВМ, проектировании новых автомобилей, повышения безопасности эксплуатации автомобильных поездов, перевозящих негабаритные грузы.

Результаты диссертационной работы были приняты к использованию ПАО "Азовобщемаш" и Шебелинским отделением технологического транспорта и спецтехники бурового управления "Укрбургаз".

Ключевые слова: технологический автомобильный транспорт, надёжность, безопасность использования, парциальное ускорение, маневренность, устойчивость, управляемость.

ABSTRACT

V. Pletnov. Increasing the Reliability and Safety of Technological Automobiles Operations. – Manuscript copyright.

Thesis for obtaining the candidate's degree Candidate Degree in technical sciences: speciality 05.22.20 – Operation and Repair of Vehicles. – Kharkiv National Automobile and Highway University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2017.

In the thesis there was solved the actual scientific task aimed at increasing the reliability and safety of operation of the technological automobile transport of a large engineering enterprise by improving its traction-speed performance properties, maneuverability, stability, control using the method of partial accelerations.

The method of multiaxial automobile stability estimation in the traction and braking mode and diagnosing its technical condition is developed. The results can be used to ensure the safety of multiaxial vehicles in conditions of reducer enterprises and their service stations.

The method of estimating the technical condition and reliability of automobile and automobile trains brake control is developed, which will make it possible to assess the likelihood of failure in brake control in the presence of both efficient and failed parts.

The theoretical evaluation of stability and controllability of multilink multiaxial automobile trains according to the criterion of the natural frequency of vibrations in the road plane is conducted. It has been established that at correlation of the total side tire stiffness the frequencies of the investigated vehicle oscillations are outside the danger zone $\nu_{nat} > 0.7 \text{ Hz}$ at any values. Stability and control of the investigated trailing link is provided at $\nu_{nat} > 0.7 \text{ Hz}$.

Key words: technological automobile transport, reliability, safety, partial accelerations, maneuverability, stability, handling.

Підписано до друку 29.03.2017 р.
Формат 60 × 90/16. Умов. друк. арк. 1,0. Наклад 100 прим. Зам.№ _____.

Друкарня «Aladdin-print»

61023, м. Харків, вул. Сумська, 4, оф.8
Тел.: (057)764-72-11 www.Aladdin-print.ua
Свідоцтво про державну реєстрацію ВОО №966600 від 28.03.2003р.