



УДК 629.017

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СТІЙКОСТІ ТА ДИНАМІЧНОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ЦИСТЕРН В ДОРОЖНІХ УМОВАХ

Глущенко В.В., інж.,

Національна академія Національної гвардії України

Подригало М.А., д.т.н.,

Клец Д.М., к.т.н.,

Дубінін Є.О., к.т.н.,

Абрамов Д.В., к.т.н.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Тел.: +38 (057) 707-37-33, e-mail: dubinin-rmn@yandex.ru

Анотація – проведено експериментальні дослідження параметрів руху автомобільних цистерн в дорожніх умовах з використанням мобільного реєстраційно-вимірювального комплексу. Визначено статистичний розподіл значень прискорень автомобільних цистерн, а також отримано усереднений нормальний закон зміни кутових прискорень.

Ключові слова – автомобільна цистерна, мобільний вимірювально-реєстраційний комплекс, стійкість, динамічність.

Постановка проблеми. Сучасний період розвитку суспільства характеризується збільшенням кількості транспортних засобів на дорогах, зростанням питомих потужностей двигунів, що спричиняє інтенсифікацію транспортних потоків. Динамічні властивості автомобілів визначають їх приємність і здатність вписування в інтенсивний транспортний потік [6]. Особливістю транспортних засобів для перевезення рідин є можливість переміщення вантажу, що транспортується, щодо резервуара цистерни. Іншою їх особливістю є високе розташування центру мас вантажу над дорогою. Коливання рідкого вантажу всередині резервуара призводять до істотного зниження поздовжньої й поперечної стійкості та керованості, збільшують навантаження на конструкцію цистерни [2].

Для вирішення зазначених проблем необхідно досліджувати можливість реалізації граничних динамічних можливостей, а також стійкості, за допомогою мобільних вимірювальних комплексів. Це дозволяє без втручання в конструкцію автоцистерн здійснювати визна-



чення їх кінематичних і динамічних параметрів та надалі виробити нормативи оцінки й зробити кваліметрію зазначених властивостей автомобільних цистерн.

Аналіз останніх досліджень. Динамічні властивості автомобіля проявляються в його реакції на керуючий вплив. У роботі [5] запропоновано в якості критерію стійкості використовувати величину прискорення (лінійного або кутового) автомобіля, що виникає при створенні керуючого впливу. За допомогою зазначеного критерію можна оцінити динамічні властивості автомобіля не тільки на повороті, але також при розгоні та гальмуванні.

Режими руху автомобілів у транспортному потоці визначаються їх тяговими й потужнісними можливостями [1, 6]. Зазначені режими характеризуються лінійними швидкостями, прискореннями й шумом прискорень автомобілів. Із часом на дорогах з'являються більш досконалі автомобілі, що мають більш високу потужність двигунів. Це призводить до ускладнення режимів руху. Тому, періодично, необхідно робити заміри параметрів руху автомобілів у транспортному потоці й оцінку режимів руху за величинами прискорень. Для цього бажано використовувати вимірювальні комплекси, не вбудовані в автомобіль, але такі, що дозволяють здійснювати реєстрацію й обробіток параметрів його руху. В наш час такі вимірювальні комплекси існують [3, 4].

Формулювання цілей статті. Метою дослідження є визначення параметрів стійкості, а також динамічних характеристик автомобільних цистерн на базі ЗИЛ-131 в дорожніх умовах за допомогою мобільного реєстраційно-вимірювального комплексу. Для досягнення вказаної мети необхідно провести експериментальні дослідження режимів руху автомобільних цистерн.

Основна частина. Об'єктом випробувань обрано автомобіль, маса якого в ході експериментальних досліджень змінюється в широких межах. В якості такого автомобіля обрана автоцистерна АРС-14 на базі ЗИЛ-131 (рис. 1 а), маса якого змінювалася в межах від 7210 кг до 9710 кг за рахунок ступеню заповнення цистерни водою. Випробування проводилися на горизонтальній ділянці дороги з твердим і рівним асфальтобетонним покриттям. Інтенсивність руху автотранспорту під час проведення експерименту була мінімальною. Агрегати трансмісії і ходової частини автомобіля перед початком випробувань були прогріті. Шини чисті, сухі, знос рисунка протектора не більше 5%. Дорожні експериментальні дослідження базувалися на вимірюванні параметрів руху автомобіля інерційними чутливими елементами (давачами) в реальних умовах руху.

На рисунку 1б представлені місця і спосіб кріплення на раму автомобіля трикоординатних давачів прискорень, а на рисунку 2 – схема їх установки.



Рис. 1. Автоцистерна АРС-14 на базі автомобіля ЗІЛ-131 в ході проведення експериментальних досліджень: а – загальний вигляд автомобіля; б – кріплення на рамі трикоординатних датчиків прискорення.

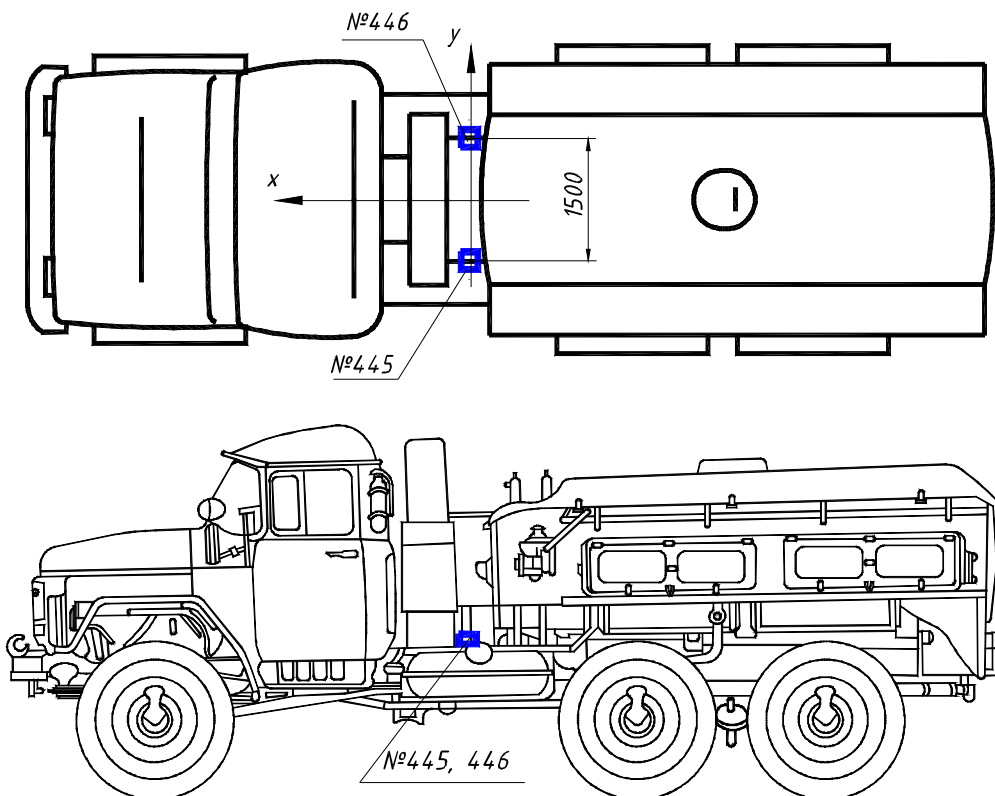


Рис. 2. Схема установки трикоординатних датчиків прискорення на автоцистерні АРС-14 на базі автомобіля ЗІЛ-131 при проведенні експериментальних досліджень.



Зняття повздовжніх прискорень автомобіля здійснювалося одночасно з двох здавачів. Це дозволяє підвищити точність вимірювань за рахунок усереднення отриманих значень.

Під час експерименту автомобіль з певним завантаженням здійснював розгін з місця при однаковому ступеню натискання на педаль газу. Далі здійснювалася зупинка, після якої заїзд повторювався в зворотньому напрямку для компенсації кутів ухилу дороги. Після цього змінювалося завантаження автомобіля шляхом зливання відповідного обсягу води з цистерни і цикл випробувань повторювався. Дорожні випробування автоцистерни АРС-14 проводилися при повному заповненні цистерни водою, при заповненні цистерни на 75%, на 50%, на 25% і при відсутності води у цистерні, що відповідає масі автомобіля 9710 кг, 8460 кг, 7835 кг, 7210 кг відповідно. При цьому в кабіні автомобіля знаходилося три людини загальною масою 240 кг. Час одного заїзду становив до 60 с. У процесі руху реєструвалися наступні параметри: час руху t , с; швидкість руху за спідометром, км/год.; коди АЦП за осями X , Y та Z з двох давачів (для переведення в лінійні прискорення).

Безперервний процес запису показань давачів прискорень здійснювався за допомогою спеціальної програми, яка дозволяє одночасно реєструвати дані і зберігати їх на жорсткому диску ЕОМ, а також візуалізувати процес випробувань.

Метеорологічні умови при проведенні аналізу за даними метеослужби перед початком і у кінці експерименту в зоні розташування ділянки дороги, на якій проводилися дослідження, наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Звіт з метеообстановки.

Час	Опади	Напрямок вітру	Швидкість вітру м/с	Темп. пов., °С	Вологість, %	Атм. тиск, мм рт.ст.
09-00	Без опадів	П	6	+1	93	767,6
10-00	Без опадів	ПС	5	+2	92	768,2
11-00	Без опадів	ПС	6	+2	90	768,5

Під час випробувань використовувалося наступне матеріально-технічне забезпечення:

1. Автомобільна цистерна для перевезення рідкого вантажу АРС-14 на базі ЗИЛ-131.
2. Мобільний реєстраційно-вимірвальний комплекс (МРВК):



- давач прискорень Freescale Semiconductor моделі MMA7260QT ДЛШ заводський номер № 06085445;
 - давач прискорень Freescale Semiconductor моделі MMA7260QT ДЛШ заводський номер № 06085446;
 - ПЕОМ Acer ASPIRE 5520G заводський номер №4104A AR5VBX63.
3. Пристосування спеціальне для закріплення давачів прискорення.
 4. Рулетка вимірювальна металева P50Y3K ДСТУ 4179-2003.
 5. Фотокамера NIKON Coolpix S2600.

Технічні характеристики APC-14 відповідали нормам експлуатаційно-технічної документації. Повна маса APC-14 дорівнювала 6970 кг – за даними, вказаними в експлуатаційно-технічній документації на зразок автомобільної техніки з урахуванням маси водія, наявності експлуатаційних матеріалів, ПММ і вимірювальної апаратури.

Дорожні ділянки відповідали умовам експлуатації засобу рухомості (ЗР) в умовах цементно-бетонних, ґрунтових доріг (прямолінійні, горизонтальні з гладким, сухим і чистим покриттям) та бездоріжжя. Поздовжні ухили на ділянках цементно-бетонних та ґрунтових доріг не більше 0,05%, поперечні ухили не більше 1%. Під'їзні дорожні ділянки мали аналогічне покриття і довжину, достатню для розгону і стабілізації максимальної швидкості ЗР. Довжина ділянок асфальтобетонних та ґрунтових доріг для експерименту складала 2000 м. Довжина ділянок бездоріжжя для експерименту складала 100 м.

Вимірювання динамічних властивостей ЗР проводились відповідно до експлуатаційно-технічної документації на відповідні зразки.

Похибка значень потужності, отриманих за допомогою МРВК, складала не більше 4% (1% – похибка акселерометрів за паспортом і до 3% – похибка установки) [4].

Перший етап – рух асфальтобетонною дорогою при заповненні цистерни на 100%. Другий етап – рух асфальтобетонною дорогою при заповненні цистерни на 75%. Третій етап – рух асфальтобетонною дорогою при заповненні цистерни на 50%. Четвертий етап – рух асфальтобетонною дорогою при заповненні цистерни на 25%. П'ятий етап – рух асфальтобетонною дорогою при порожній цистерні. Шостий етап – рух ґрунтовою дорогою та в умовах бездоріжжя.

Вимірювання динамічних властивостей ЗР проводились штатним обслуговуючим персоналом та членами робочої групи шляхом спостереження за показниками контрольно-вимірювальних пристроїв та МРВК.

Значення поздовжніх прискорень, що розвиваються автомобільною цистерною APC-14, що досліджується, на різних режимах руху наведені на рисунках 3 – 5.

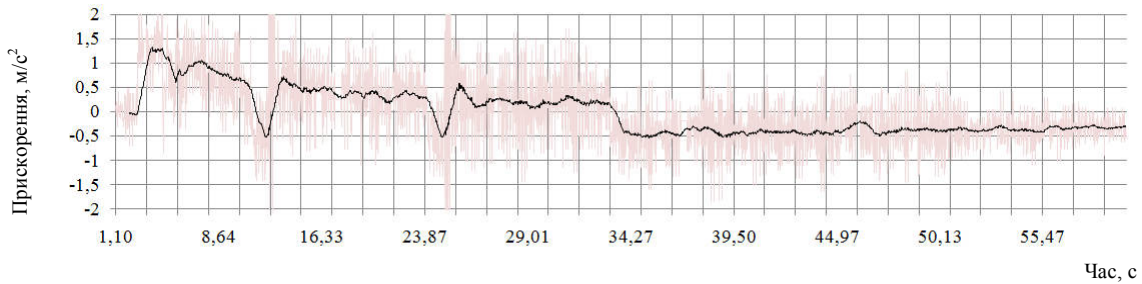


Рис. 3. Показання датчика за віссю X (G16-11-35).

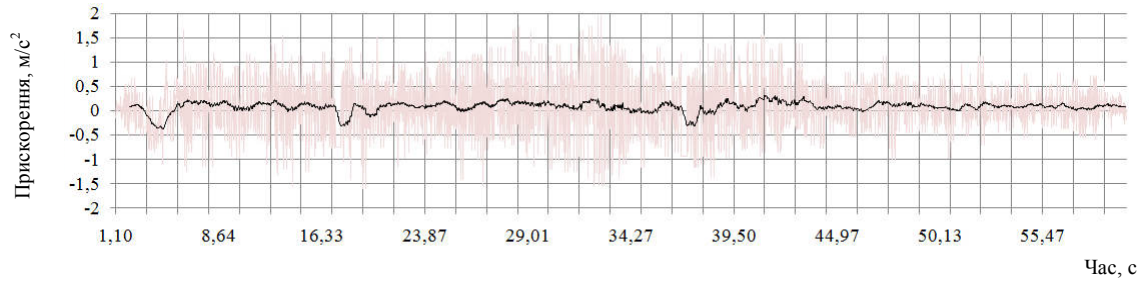


Рис. 4. Показання датчика за віссю Y (G16-11-35).

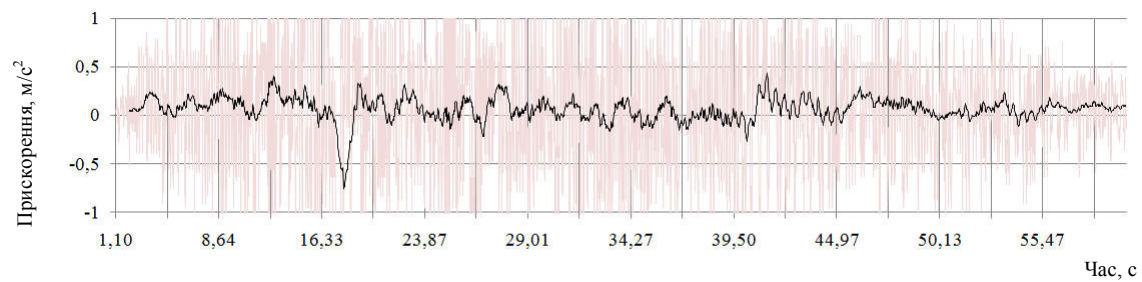


Рис. 5. Показання датчика за віссю Z (G16-11-35).

Визначені з використанням мобільного реєстраційно-вимірювального комплексу кутові швидкості, кутові прискорення автомобільної цистерни АРС-14 для оцінки її маневреності представлені на рисунках 6 – 8.

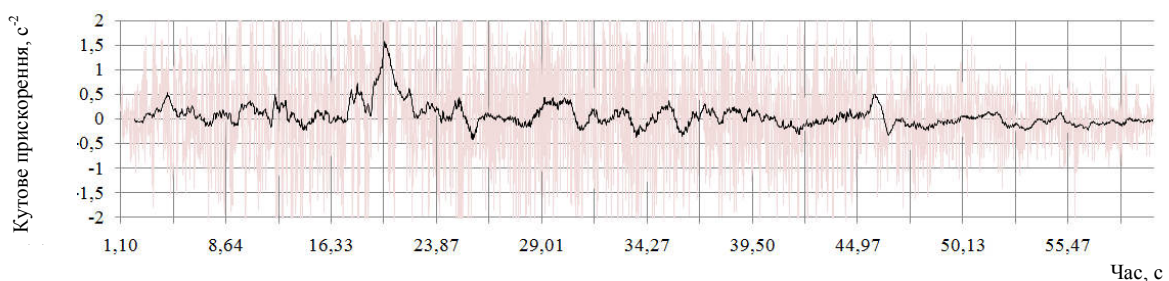


Рис. 6. Кутові прискорення в площині дороги, що виникають при русі автоцистерни АРС-14 (G16-11-35).

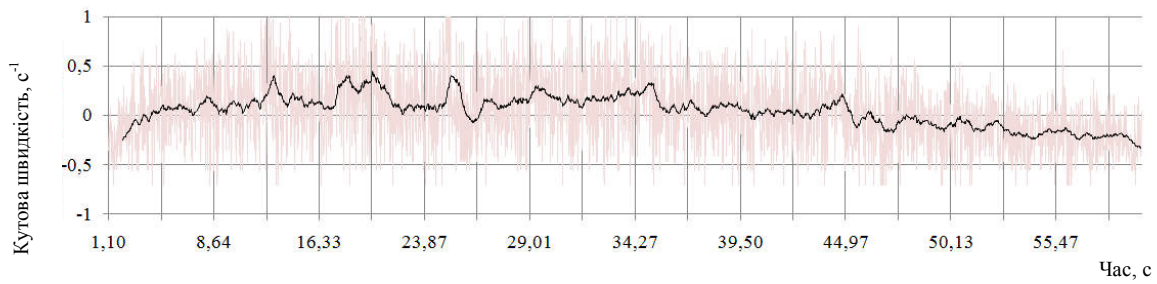
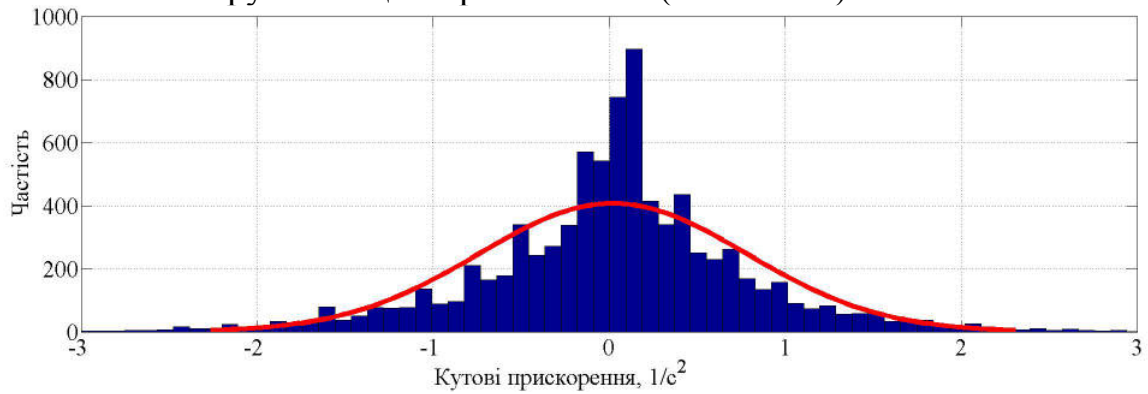
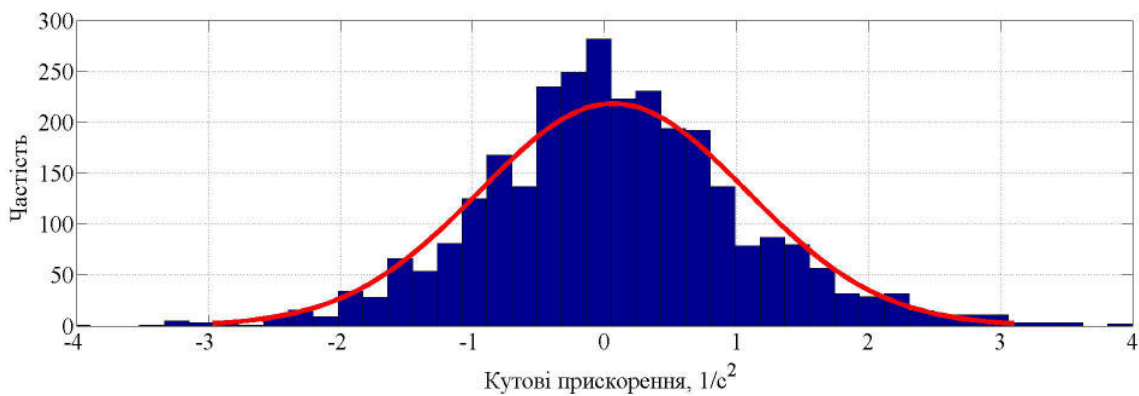


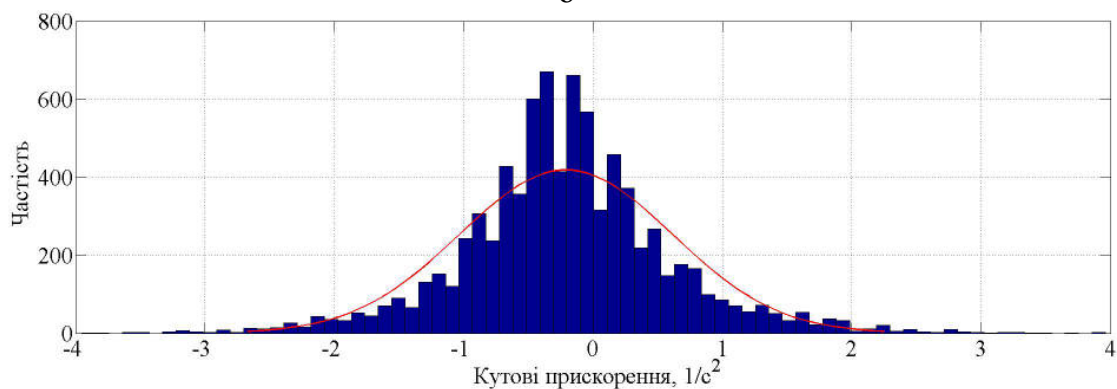
Рис. 7. Кутові швидкості в площині дороги, що виникають при русі автоцистерни АРС-14 (G16-11-35).



а



б



в

Рис. 8. Гістограми розподілу кутових прискорень автоцистерни АРС-14 на базі автомобіля ЗІЛ-131 в площині дороги: а – заповнення цистерни на 100%; б – заповнення цистерни на 75%; в – заповнення цистерни на 50%.



Усереднений нормальний закон зміни кутових прискорень досліджуваної автомобільної цистерни має наступний вигляд

$$Q = \frac{1}{0,82 \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{\frac{-(\dot{\nu} + 0,21)^2}{2 \cdot 0,82^2}}$$

Висновки. Проведені експериментальні дослідження дозволили отримати закон розподілу випадкових величин кутового прискорення автомобільної цистерни, який може бути використаний при моделюванні руху на ПЕОМ, проектуванні нових машин та кваліметричній оцінці існуючих моделей.

Отриманий усереднений нормальний закон зміни кутових прискорень досліджуваної автомобільної цистерни дозволяє прогнозувати параметри її стійкості. Середнє квадратичне відхилення склало $0,82 \text{ с}^{-2}$, а математичне очікування $0,21 \text{ с}^{-2}$.

Література.

1. *Бортницький П.И.* Тягово-скоростные качества автомобилей / *П.И. Бортницький, В.И. Задорожний.* – К.: Вища школа, 1978. – 176 с.

2. *Высоцкий М.С.* Обеспечение безопасности движения автоцистерн на основе оптимизации конструкции кузова / *М.С. Высоцкий, Ю.М. Плескачевский, А.О. Шимановский, М.Г. Кузнецова* // *Механика машин, механизмов и материалов.* – № 3 (20) – 4 (21) – Гомель: Изд-во БГУТ, – 2012. – С. 142-148.

3. *Гаврилов Э.В.* Принципы разработки мобильных вычислительных комплексов / *Э.В. Гаврилов, О.П. Алексеев, О.П. Смирнов* // *Информационные технологии.* – Х.: Магдебург. – ХГПУ, 1999. – С. 139 – 141.

4. Пат. 51031 Україна, МПК G01P 3/00. Система для визначення параметрів руху автотранспортних засобів при динамічних (кваліметричних) випробуваннях / *Подригало М.А., Коробко А.И., Клець Д. М., Файст В.Л.*; заявник та патентовласник Харківський нац. автом.-дорожн. університет. – № u201001136; заявл. 04.02.10; опубл. 25.06.10, Бюл. № 12.

5. *Подригало М.А.* Динамика автомобиля: [монография] / [М.А. Подригало, В.П. Волков, Д.М. Клець и др.]; под ред. М.А. Подригало. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2008. – 424 с.

6. *Подригало М.А.* Экспериментальная оценка распределения ускорений при движении автомобилей в транспортном потоке / *М.А. Подригало, Д.М. Клець, В.Л. Файст* // *Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. Науково-виробничий збірник,* – 2011. – №1(12). – С. 6 – 12.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТОЙЧИВОСТИ И ДИНАМИЧНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЦИСТЕРН В ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

В.В. Глущенко, М.А. Подригало, Д.М. Клец, Е.А. Дубинин,
Д.В. Абрамов

Аннотация – проведены экспериментальные исследования параметров движения автомобильных цистерн в дорожных условиях с использованием мобильного регистрационно-измерительного комплекса. Определено статистическое распределение значений ускорений автомобильных цистерн, а также получен усредненный нормальный закон изменения угловых ускорений.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF ROAD TANKERS STABILITY AND DYNAMIC PARAMETERS ON THE ROAD

V. Gluschenko, M. Podrigalo, D. Klets, Ye. Dubinin, D. Abramov

Summary

Experimental investigation of the motion parameters of road tankers on the road with the use of mobile registration and measuring system were carried out. The statistical distribution of the acceleration's values of road tankers is defined, as well as the average normal law of angular accelerations change is obtained.