

УДК 629.113.004

**НАДІЙНІСТЬ СИСТЕМ АКТИВНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛІВ-ТЯГАЧІВ****Кравченко О.П., Зубачик С.Л., Мухін Р.Г.****RELIABILITY OF ACTIVE SAFETY CARS-TRACTOR****Kravchenko O., Zubachik S., Mukhin R.**

*Наведено аналіз експлуатаційної надійності кермової та гальмівної систем автомобілів-тягачів Mercedes-Benz Actros LS 1844 та Volvo FH 1242, що виконують міжнародні вантажні перевезення. Встановлено, що розглянуті системи є надійним, які відповідають сучасним вимогам, але в яких мають місце порушення працездатності. Отримано розподіли порушень працездатності і загальні показники експлуатаційної надійності. Встановлено елементи з більшою кількістю відмов. Отримано закономірності порушень працездатності, які в значній мірі відрізняються на етапах гарантійного та післягарантійного пробігів.*

**Ключові слова:** автомобіль-тягач, кермова система, гальмівна система, надійність, відмова, закономірність, кількісні показники.

**Постановка проблеми.** Ефективна робота автомобільного транспорту забезпечується комплексом показників підприємства-виробника та підтримкою експлуатаційної надійності в умовах використання рухомого складу. Поширеним видом вантажних автомобілів, що виконують міжнародні перевезення, є автомобілі-тягачі Mercedes-Benz Actros LS 1844 та VOLVO FH 1242. Здатність систем автомобілів зберігати працездатність в процесі експлуатації транспортного засобу грає важливу роль в забезпеченні їх безпечної роботи.

Щоб підвищити безпеку на дорогах, протягом останніх десятиліть ведуться роботи по впровадженню на автомобільному транспорті сучасних систем активної безпеки. Їх призначенням є вжиття заходів щодо запобігання дорожньо-транспортних пригод та зниження їх тяжкості. Міжнародні технічні правила (Global Technical Regulations), розроблені Робочою групою №29 СЕК ООН (WP.29), зокрема, Правила №8 [1], націлені на підвищення безпеки водіїв, пасажирів та пішоходів, а також забезпечення збереження вантажів шляхом зменшення впливу людського (суб'єктивного) фактора на процес управління транспортним засобом.

Впровадження сучасних технологій в серійну продукцію концерну Mercedes-Benz простежується з

вантажівок серії NG 80. На початку 1980-х рр. тягачі обладналися системою ABS, а з середини 1980-х - і противобуксовочною системою. Пізніше на вантажівках серії SK стала доступна програма електронної стабілізації ESP.

Якісне переоснащення відбулося в 1996 році, коли був випущений Mercedes-Benz Actros першого покоління. Автомобіль отримав інноваційну гальмівну систему Telligent і систему регулювання крену під таким же позначенням. Пізніше в актив вантажівок додалися системи контролю смуги руху, система підтримки дистанції, система Active Brake Assist (ABA) [2].

Впровадження нових технологій, безсумнівно, веде до підвищення безпеки автомобілів, проте, не менш важливу роль відіграє здатність цих систем зберігати працездатність в процесі експлуатації транспортного засобу. Особливо високі вимоги пред'являються до надійності елементів, пов'язаних із здійсненням маневру – кермової та гальмівної систем.

Для оцінки безвідмовності застосовуються основні показники: ймовірність безвідмовної роботи, ймовірність відмови, щільність ймовірності безвідмовної роботи, середнє напрацювання до відмови, інтенсивність відмови [3].

**Матеріали та результати дослідження.** Проведено дослідження надійності елементів, працездатність яких забезпечує активну безпеку автомобіля - кермова та гальмівна системи.

Досліджувалися автомобілі-тягачі MERCEDES-BENZ ACTROS LS 1844 в кількості 160 одиниць із середнім пробігом 700 тис. км і автомобілі-тягачі VOLVO FH 1242 в кількості 100 одиниць із середнім пробігом 600 тис. км, що виконують міжнародні вантажні перевезення [4, 5].

Аналіз відмов елементів розглянутих систем показав наступне. Для автомобілів-тягачів MERCEDES-BENZ загальний відсоток відмов систем складає 20,4%, для автомобілів-тягачів VOLVO - 6,1%.

Розподіл порушень працездатності елементів кермової системи автомобілів-тягачів MERCEDES-

BENZ має наступний вигляд: наконечники поздовжньої тяги - 39,3%, шланги гідропідсилювача - 21,7%, сальники гідропідсилювача - 10,7%, вал керований - 6,6%, наконечники поперечної тяги - 6,3%, ремкомплект кермового механізму - 5,5%, тяга подовжня - 3,3%, тяга поперечна - 2,9%, гайка наконечника кермової тяги - 2,2%, насос гідропідсилювача - 1,5%.

Аналіз відмов елементів кермової системи автомобілів-тягачів VOLVO показав високу надійність системи. За весь період експлуатації зафіксовано шість відмов: насос гідропідсилювача - три випадки, замінена одна поздовжня тяга, був замінений один регулювальний трос і одна гайка шкворня.

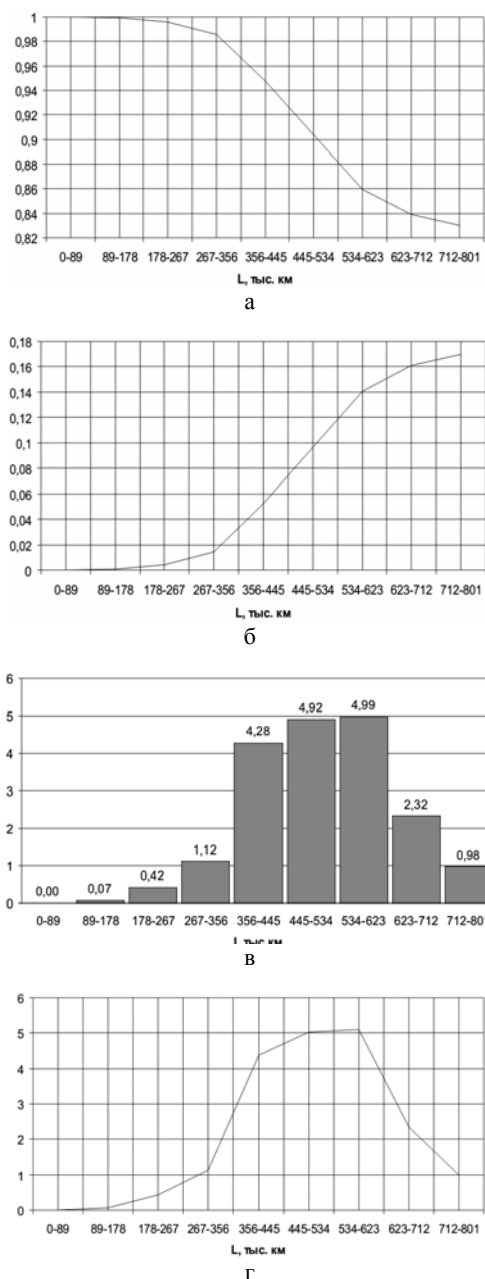


Рис. 1. Показники безвідмовності роботи кермової системи автомобіля MERCEDES-BENZ: а - ймовірність безвідмовної роботи, б – ймовірність відмови, в - частота відмов, г - інтенсивність відмов

Середнє напрацювання на відмову кермової системи автомобілів-тягачів MERCEDES-BENZ склало 493987,7 км, автомобілів VOLVO - 100000 км. Середнє значення параметра потоку відмов для MERCEDES-BENZ складає  $0,34 \cdot 10^{-3}$  1/км, для VOLVO -  $0,01 \cdot 10^{-3}$  1/км. Результати розрахунку показників безвідмовності роботи кермової системи в залежності від пробігу представлені на рисунках 1 та 2.

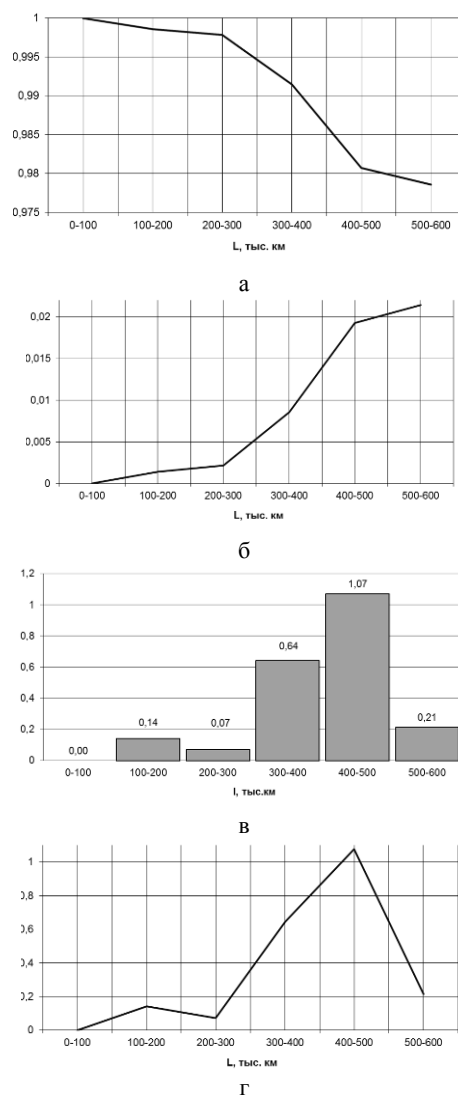


Рис. 2. Показники безвідмовності роботи кермової системи VOLVO: а - ймовірність безвідмовної роботи, б - ймовірність відмови, в - частота відмов, г - інтенсивність відмов

Аналіз надійності гальмівної системи автомобілів MERCEDES-BENZ виявив порушення працездатності: гальмівні диски - 78,2%, датчики ABS - 6,2%, модулятори EBS (як правило, задньої осі) - 5%, кабель EBS - 2,9 %, блок EBS - 1,7%. Мали місце відмови енергоакумуляторів - 1,8%, операції заміни гальмівних шлангів і розеток ABS, модуля управління гальмами та ін. мали місце в одиничних випадках і складають в сумі 4,2%. Для гальмівної

системи MERCEDES-BENZ середнє напрацювання до відмови складо 465200,2 км, а середнє значення параметра потоку відмов  $0,823 \cdot 10^{-3}$  1/км. Отримані значення показників безвідмовності роботи гальмівної системи наведені на рисунку 3.

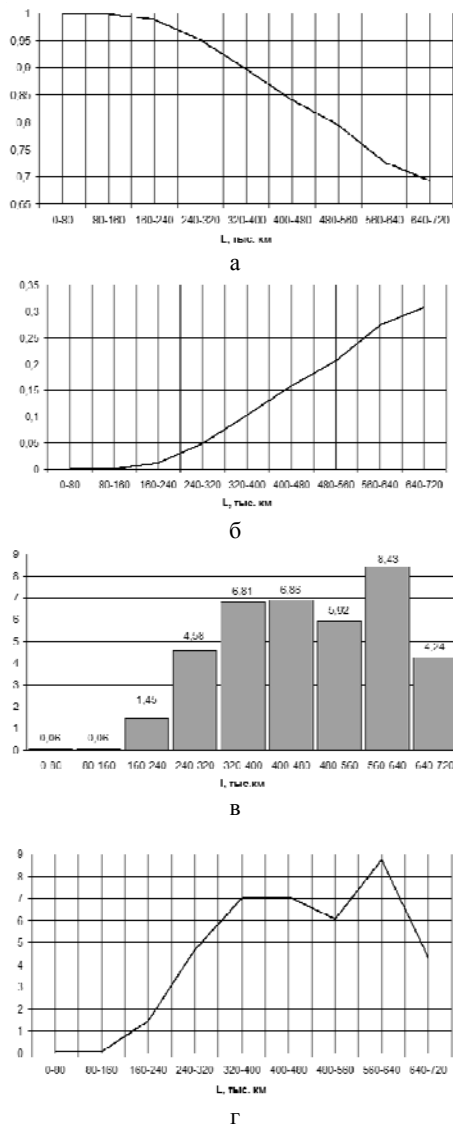


Рис. 3. Показники безвідмовності роботи гальмівної системи MERCEDES-BENZ: а - ймовірність безвідмовної роботи, б - ймовірність відмови, в - частота відмов, г - інтенсивність відмов

Щодо «слабких» місць гальмівної системи тягача VOLVO виявилися супорти - зафіксовано 24 відмови. Загальна кількість відмов гальмівної системи – 70 випадків, інші «слабкі» місця: енергоакумулятор, кран управління гальмами, модулятор, пневмошланг, дві відмови - клапани обмежувача тиску. Для гальмівної системи тягача VOLVO середнє напрацювання до відмови складо 200000 км, а середнє значення параметра потоку відмов  $0,05 \cdot 10^{-3}$  1/км. Значення показників безвідмовності роботи гальмівної системи наведені на рисунку 4.

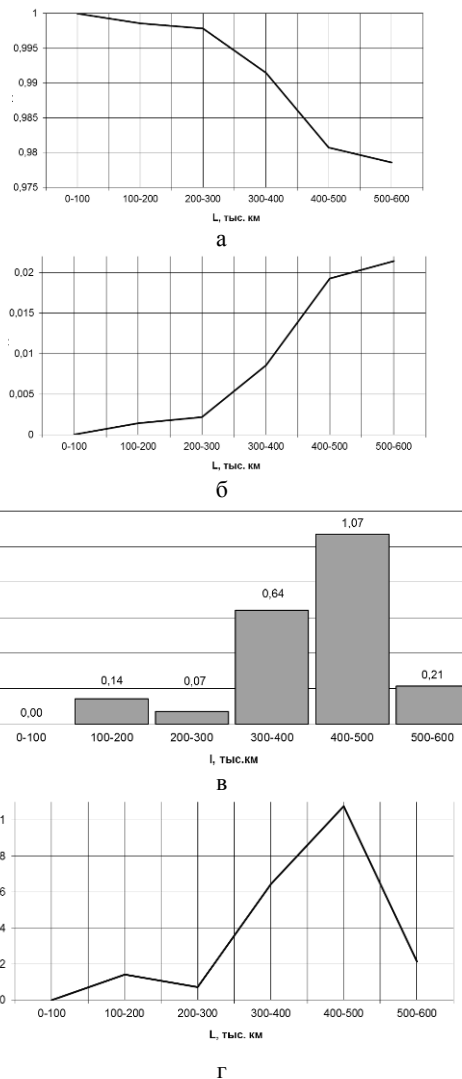


Рис. 4. Показники безвідмовності роботи гальмівної системи VOLVO: а - ймовірність безвідмовної роботи, б - ймовірність відмови, в - частота відмов, г - інтенсивність відмов

**Висновки.** Результати проведеного аналізу дозволяють зробити висновки про надійність кермової та гальмівної систем автомобілів-тягачів Mercedes-Benz Actros LS 1844 та Volvo FH 1242, встановлено причини виникнення відмов. Системи відповідають сучасним вимогам, але в них мають місце порушення працездатності. Проведені дослідження дали змогу раціонально організувати технічне обслуговування автомобілів та оптимізувати кількість запасних частин, які повинні бути в наявності на підприємстві для зменшення простою автомобільного парку і підвищення ефективності його роботи.

**Література**

1. Electronic stability control systems: Global technical regulation No.8 (ECE/TRANS/180/Add.8) // Global Registry / United Nations. Established 28 June 2008; registered 31 July 2008. - Geneva, 2008. - 74 p.
2. Кушвид Р.П. Испытания автомобиля. – М.: МГИУ, 2011. – 351 с.

3. Бажинов О.В., Кравченко О.П. Надійність автомобільних поїздів: монографія.– Луганськ: вид-во «Ноулідж», 2009. – 412 с.
4. Кравченко А.П. Надежность систем активной безопасности автомобилей-тягачей MERCEDES-BENZ ACTROS LS 1844 / А.П. Кравченко, Е.А. Верительник // Материалы международной научно-технической конференции “Безпека дорожнього руху: правові та організаційні аспекти”. – Донецьк: ЛАНДОН-XXI, 2012. – С. 213–216.
5. Кравченко А.П. Надежность систем активной безопасности автомобилей-тягачей / А.П. Кравченко, Е.А. Верительник // Материалы III Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми підвищення рівня безпеки, комфорту та дорожнього руху», 16 – 17 квітня 2013 р., Харків. – Харків: ХНАДУ, 2013. – С. 152–154.

### References

1. Electronic stability control systems: Global technical regulation No.8 (ESE/TRANS/180/Add.8) // Global Registry / United Nations. Established 28 June 2008; registered 31 July 2008. - Geneva, 2008. - 74 p.
2. Kushvid R.P. Ispytaniya avtomobilya. – M.: MGIU, 2011. – 351 s.
3. Bazhinov O.V., Kravchenko O.P. Nadijnist' avtomobil'nih poїzdıv: monografiya.– Lugans'k: vid-vo «Noulidzh», 2009. – 412 s.
4. Kravchenko A.P., Veritel'nik E.A. Nadezhnost' sistem aktivnoj bezopasnosti avtomobilej-tyagachej MERCEDES-BENZ ACTROS LS 1844 / A.P. Kravchenko, E.A. Veritel'nik // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii “Bezpeka dorozhn'ogo ruhu: pravovi ta organizacijni aspekti”. – m. Donec'k: LANDON-HKHI, 2012. – S. 213–216.
5. Kravchenko A.P. Nadezhnost' sistem aktivnoj bezopasnosti avtomobilej-tyagachej / A.P. Kravchenko, E.A. Veritel'nik // Materiali III Mizhnarodnoї naukovo-praktichnoї konferencii «Problemi pidvishchennya rıvnnya bezpeki, komfortu ta dorozhn'ogo ruhu», 16 – 17 kvitnya 2013 r., Harkiv. – Harkiv: HNADU, 2013. – S. 152–154.

### **Кравченко А.П., Зубачик С.Л., Мухин Р.Г. Надежность систем активной безопасности автомобилей-тягачей.**

*Рассмотрен анализ эксплуатационной надежности рулевого управления и тормозной системы автомобилей-тягачей Mercedes-Benz Actros LS 1844 и Volvo FH 1242, выполняющих международные грузовые перевозки. Установлено, что рассмотренные системы являются надежными, соответствующие современным требованиям, но в которых имеют место нарушения работоспособности. Получены распределения нарушений работоспособности и общие показатели эксплуатационной надежности. Установлены элементы с большим количеством отказов. Получены закономерности нарушений работоспособности, которые в значительной степени отличаются на этапах гарантийного и послегарантийного пробега.*

**Ключевые слова:** автомобиль-тягач, тормозная система, рулевое управление, надежность, отказ, закономерность, количественный показатель.

### **Kravchenko O., Zubachik S., Mukhin R. Reliability of active safety cars-tractors**

*The analysis of the operational reliability of the braking system and steering control of Mercedes-Benz Actros LS 1844 and Volvo FH 1242 trucks engaged in international cargo transportation is considered. It is established that the systems considered are reliable, meeting modern requirements, but in which there are disruptions in working capacity. Distributions of operational disruptions and general indicators of operational reliability are obtained. Installed with a large number of failures. Regularities of working capacity violations are obtained, which differ to a great extent at the stages of warranty and post-guarantee runs.*

**Keywords:** truck-tractor, braking system, steering, reliability, failure, regularity, quantitative indicator.

**Кравченко О.П.** – проф., д.т.н., професор кафедри автомобілів та автомобільного господарства житомирського державного технологічного університету, м. Житомир, Україна, e-mail: avtoap@ukr.net.

**Зубачик С.Л.** – технічний директор, підприємство міжнародних перевезень “Компанія TRANSPLE”, м. Київ, Україна, e-mail: 7787sobolek@indox.ru.

**Мухін Р.Г.** – генеральний директор, “Gigatrans GmBH”, м. Берлін, Німеччина, e-mail: mukhin@gigatrans.de.

*Рецензент:* д.т.н., проф. **Горбунов М.І.**

Стаття подана 14.03.2017