

Кравченко О.П.
Житомирський державний технологічний університет

АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ДВЗ АВТОМОБІЛІВ-ТЯГАЧІВ MERCEDES-BENZ 1844 ACTROS LS

Наведено аналіз надійності ДВЗ автомобілів-тягачів Mercedes-Benz 1844 Actros LS, які виконують міжнародні вантажні перевезення. Встановлено, що агрегат є надійною системою автомобіля, що відповідає вимогам економічності і екологічності, але в якому мають місце несправності. Фактично кожна десята несправність є причиною виконання ремонтних робіт. Отримано розподіл порушень працездатності і загальні показники експлуатаційної надійності - середнє число відмов на один автомобіль, середній пробіг до першої відмови, середнє напрацювання на відмову. Приведено приклад річних питомих витрат на один автомобіль щодо виконання ремонтних робіт. Встановлено елементи агрегату з більшою кількістю відмов; для інтеркулера ця величина складає 18,6%, для розпилювачів форсунок - 23,8%. Отримано закономірності порушень працездатності автомобілів-тягачів в експлуатації, які в значній мірі відрізняються на етапах гарантійного та післягарантійного пробігів.

Ключові слова: автомобіль-тягач, двигун внутрішнього згорання, показники надійності, відмова, закономірність, кількісні показники, планування.

Постановка проблеми. Одним з основних завдань, що стоїть перед автоперевізниками для забезпечення інтенсивного використання автопоїздів є підтримання рухомого складу в працездатному стані. Ефективна робота автомобілів 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 1844 Actros LS. Аналіз надійності цих вантажівок в гарантійний період експлуатації (один рік) дозволив розробити пропозиції щодо підвищення ефективності роботи транспортного підприємства, управління і планування раціонального використання запасних частин, організації технічного обслуговування [1, 2, 3]. Дослідження, виконані в цей період експлуатації, визначили менш надійні елементи і дали можливість більше приділяти їм уваги. Спостереженнями за 160 автомобілями із середнім річним пробігом 76,8 тис. км (мін. – 11,35 тис. км; макс. – 121,27 тис. км) було встановлено, що середнє напрацювання до першого порушення працездатності склало 31,0 тис. км, в середньому на кожному автомобілі виявлено 12,4 несправності, що зажадали гарантійного впливу (на пробігу 0-20 тис. км – 76 порушень працездатності, 20-40 тис. км – 110, 40-60 тис. км – 123, 60-80 тис. км – 93, 80-100 тис. км – 176, 100-120 тис. км – 210). На перших 10-ти тис. км пробігу двадцяти п'яти автомобілям виконані гарантійні ремонти (заміна коробки передач, турбокомпресора, паливного бака, автономного обігрівача, тахографа, сальника хвостовика ведучого моста, рульових тяг, блоку управління двигуном). В середньому час простою кожного автомобіля склало 12,0 годин. Спільними зусиллями виробника автомобілів і перевізника виявлені і усунені недоліки технології виготовлення автомобілів, визначена подальша організація профілактичних робіт.

Мета роботи. Дослідження надійності автомобілів-тягачів Mercedes-Benz 1844 Actros LS в умовах післягарантійної експлуатації, виявлення вузлів і агрегатів найбільш часто схильних до ремонтів для поліпшення організації технічного обслуговування і підвищення ефективності роботи автотранспортного підприємства.

Матеріали і результати дослідження. Дослідницька робота виконана по оцінці надійності автомобілів-тягачів Mercedes-Benz 1844 Actros LS з пробігом до 900 тис. км. Період обстеження - з 2004 по початок 2014 року. Категорія умов експлуатації автомобілів - I-II.

На підставі зібраних статистичних даних проаналізовано усунення дефектів і несправностей, отримані закономірності порушень працездатності, виявлені основні статистичні характеристики. Основні порушення працездатності відбувалися в: електро- та електронному обладнанні, ходовій частині, гальмівній системі, двигуні, трансмісії, рульовому управлінні (рис. 1, табл. 1, 2). Дослідженнями встановлено, що витрати на забезпечення рухомого складу запасними частинами за один рік можуть досягати 30% від усіх витрат підприємства (табл. 3) [4]. Порушення роботоздатності агрегатів та вузлів у післягарантійний період експлуатації в загалом підпорядковані нормальному закону, однак мають місце складнощі при розрахунку закону розподілу (табл. 4).

Аналізуючи несправності механізмів і систем двигуна встановлено, що агрегат є надійною системою автомобіля, яка відповідає вимогам економічності і екологічності, але в якому мають місце несправності. Фактично кожна десята несправність є причиною виконання ремонтних робіт.

Можна помітити, що більша частина порушень працездатності припадає на розпилювач форсунки (128 відмов) і інтеркулер (100 відмов). Значна частина несправностей припадає на термостат, турбокомпресор і прокладки (відповідно 2,8 %, 5,9 % і 13,0 %).

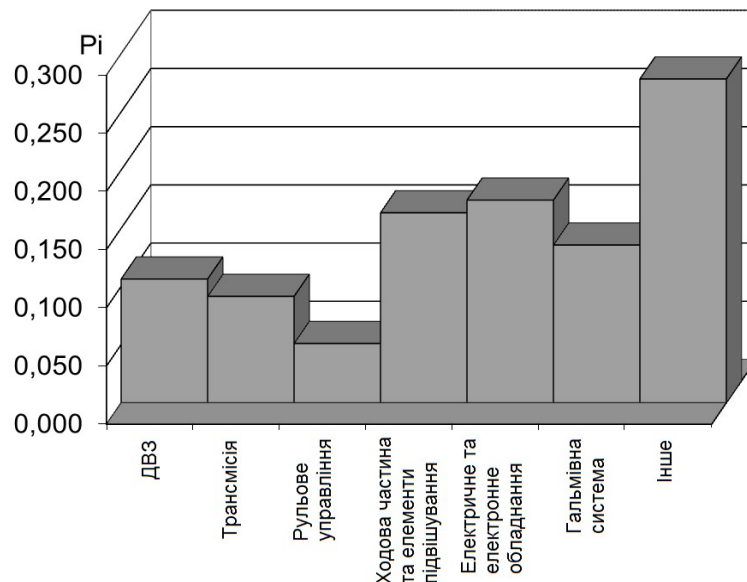


Рисунок 1 – Розподіл несправностей та відмов механізмів і систем

Таблиця 1 - Загальні показники надійності

| Показник | Mercedes-Benz 1844 Actros LS |
|--|------------------------------|
| Середнє число відмов на один автомобіль, од. | 33,11 |
| Середній пробіг до першої відмови, км | |
| - гарантійний період; | 31,0 |
| - післягарантійний період | 171881 |
| Середнє напрацювання на відмову, км | 23582 |

Таблиця 2 – Кількісний розподіл відмов по елементам

| Найменування елементів автомобіля | Кількість, од. | Кількість, % |
|-----------------------------------|----------------|--------------|
| ДВЗ | 602 | 11,36% |
| Трансмсія | 538 | 10,15% |
| Рухове управління | 282 | 5,32% |
| Ходова частина | 884 | 16,69% |
| Електро- и електронне обладнання | 916 | 17,29% |
| Гальмівна система | 761 | 14,36% |
| Інше | 1315 | 24,82% |

Таблиця 3 – Витрати на запасні частини автомобілів-тягачів

| Марка автомобіля | Кількість, од. | Період | Питомі витрати на один автомобіль, грн. |
|------------------------------|----------------|-----------------------|---|
| Mercedes-Benz 1844 Actros LS | 159 | 01.01.2013-31.12.2013 | 23869,34 |

Таблиця 4 – Статистична характеристика відмов та несправностей

| Елементи автомобіля | Гарантійний період | Післягарантійний період |
|-----------------------------------|--------------------|-------------------------|
| | Закони розподілу | Закони розподілу |
| Двигун | експоненціальний | відсутній |
| Агрегати | Вейбулла | відсутній |
| Електро- та електронне обладнання | Вейбулла | нормальний |
| Підвіска | нормальний | нормальний |
| Гальмівна система | відсутній | нормальний |

При виконанні ремонтних робіт мали місце заміни: двигуна в зборі, задній плити двигуна і кришки клапанів - по одному випадку, паливного насоса і радіатора - по два випадки, вентилятора з приводом, гільзи двигуна, комплекту циліндро-поршневої групи і маховика - по чотири випадки (табл. 5, 6).

Отримані результати лягли в основу методики розрахунку номенклатури запасних частин для автотранспортного підприємства з урахуванням показників часу доставки деталей, часу заміни, цінової політики [5].

Таблиця 5 – Розподіл по елементам

| Елементи агрегату | Відмови, од. | Відмови, % | Наробіток до першої відмови, км | Середній наробіток до відмови, км |
|-------------------------------|--------------|------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Вентилятор с приводом | 4 | 0,7% | 367000 | 486750 |
| Гільзи ДВЗ | 4 | 0,7% | 261000 | 497000 |
| Датчик обертів | 6 | 1,1% | 550000 | 540500 |
| ДВЗ у зборі | 1 | 0,2% | 198000 | 198000 |
| Задня плита ДВЗ | 1 | 0,2% | 336000 | 336000 |
| Інтеркулер | 100 | 18,6% | 233000 | 334310 |
| Кільця поршневі | 5 | 0,9% | 402000 | 476400 |
| Комплект ЦПГ | 4 | 0,7% | 377000 | 515500 |
| Кришка клапанів | 1 | 0,2% | 703000 | 703000 |
| Маховик двигуна | 4 | 0,7% | 404000 | 509250 |
| Патрубок та хомут інтеркулера | 24 | 4,5% | 278000 | 554750 |
| Піддон ДВЗ | 6 | 1,1% | 266000 | 480000 |
| Сальники | 9 | 1,7% | 261000 | 414111 |
| Термостат | 15 | 2,8% | 498000 | 647133 |
| Паливний насос | 2 | 0,4% | 415000 | 445000 |
| Турбокомпресор | 32 | 5,9% | 234000 | 450063 |
| Форсунки | 8 | 1,5% | 391000 | 601625 |
| Прокладки | 70 | 13,0% | 190000 | 474386 |
| Ремкомплект рідиного насосу | 5 | 0,9% | 594000 | 632400 |
| Радіатор | 2 | 0,4% | 539000 | 662000 |
| Розпилювач форсунки | 128 | 23,8% | 280000 | 511664 |
| Інше | 107 | 19,9% | - | - |

Таблиця 6 – Загальні статистичні характеристики відмов

| Елементи системи | Вид розподілу | D [x] | β_1 | β_2 | Щільність ймовірності |
|------------------|----------------|----------------------|-----------|-----------|---|
| Інтеркулер | Лог-нормальний | $3,54 \cdot 10^9$ | 1,17 | 2,12 | $f(x) = \frac{1}{x \cdot 5949,55 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - \ln 3343103)^2}{2 \cdot 5949,55^2}}$ |
| Прокладки | Рівномірний | $2,19 \cdot 10^{10}$ | - | - | $f(x) = \frac{1}{760000 - 574000}$ |

Висновки. Отримані в результаті проведеного аналізу дозволяють зробити висновки про надійність елементів ДВЗ автомобілів-тягачів Mercedes-Benz Actros 1844 LS. Встановлено, що агрегат є надійною системою автомобіля, відповідає вимогам економічності і екологічності, але в якому мають місце несправності. Фактично кожна десята несправність є причиною виконання ремонтних робіт. 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.

1. Кравченко А.П. Исследование эксплуатационной надежности автомобилей-тягачей Mercedes-Benz 1844 Actros LS / А.П. Кравченко, Е.А. Верительник // Матеріали ІV Міжнародної науково-практичної конференції «Логістика промислових регіонів», (Донецьк-Святогірськ, 23 – 25 квітня 2012), Донецьк: ЛАНДОН – XXI, 2012. – С. 160-164.

2. Кравченко А.П. Статистический анализ надежности автомобилей-тягачей Mercedes-Benz 1844 Actros LS / А.П. Кравченко, Е.А. Верительник // Материалы 7 -й международной научно-технической конференции «Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств», (18 -20 мая, 2012 г. Пенза), ПГУАС, 2012. – С. 188-192.

3. Кравченко О.П. Статистичні дослідження несправностей автомобілів-тягачів MERCEDES-BENZ у гарантійний і післягарантійний періоди експлуатації / О.П. Кравченко, Є.А. Верительник // Одинадцятий міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові: Тези доповідей. – Львів: КІНПАТРИ ЛТД, 2013. – С. 112–113.

4. Кравченко О.П. Моніторинг витрати запасних частин автомобілів-тягачів MERCEDES - BENZ ACTROS 1844 LS / О.П. Кравченко, Є.А. Верительник // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми розвитку транспортних систем і логістики», м. Луганськ, 5-8 травня 2014.: збірник наукових праць. - Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2014. – С. 166-168.

5. Кравченко О.П. Фактори що впливають на формування номенклатури та кількість запасних частин на підприємствах автомобільного транспорту / О.П. Кравченко // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. №2(4). – Луцьк: ЛНТУ, 2015, - С. 60-66.

REFERENCES

1. Kravchenko, A. & Veritelnik, E. (2012). Investigation of operational reliability of vehicles-trucks Mercedes-Benz 1844 Actros LS [Issledovanie jekspluatacionnoj nadezhnosti avtomobilej-tjagachej Mercedes-Venz 1844 Actros LS]. *Materials IV-th International Scientific Conference "Logistics industrial regions". [Materiali IV Minarodnoї naukovopraktichnoї konferencії «Logistika promislovih regioniv»]*. Donec'k, LANDON, HHI, pp. 160-164.

2. Kravchenko, A. & Veritelnik, E. (2012). Statistical analysis of reliability of vehicles-trucks Mercedes-Benz 1844 Actros LS [Statisticheskij analiz nadezhnosti avtomobilej-tjagachej Mercedes-Venz 1844 Actros LS]. *Materials 7-th International scientific conference "Problems of quality and operating a motor vehicle". [Materialy 7-j mezhdunarodnoj nauchnotekhnicheskoy konferencії «Problemy kachestva i jekspluatacii avtotransportnih sredstv»]*. Penza, PGUAS, pp. 188-192.

3. Kravchenko, A., Veritelnik, E. (2013). Statistical investigation malfunctions vehicles - trucks MERCEDES-BENZ in warranty and post-warranty periods of operation [Statistichni doslidzhennja nespravnostej avtomobiliv-tjagachiv MERCEDES-BENZ u garantijnij i pisljagarantijnij periodi ekspluatacїi]. *11th International Symposium Ukrainian Mechanical Engineers in Lviv: Abstracts. [Odinadcjatij mizhnarodnij simpozium ukraїns'kih inzheneriv-mehanikiv u L'vovi: Tezi dopovidej]*. L'viv, KINPATRI LTD, pp. 112-113.

4. Kravchenko, A., Veritelnik, E. (2014). Monitoring of costs spare parts of vehicles-trucks MERCEDES-BENZ ACTROS 1844 LS [Monitoring vitrati zapasnih chastin avtomobiliv-tjagachiv MERCEDES - BENZ ACTROS 1844 LS]. *Materials of V-th International scientific conference "Problems of development of transport systems and logistics". [Materiali V Mizhnarodnoї naukovopraktichnoї konferencії «Problemi rozvytku transportnih sistem i logistiki», zbirnik naukovih prac']*. Lugans'k, SNU im. V. Dalja, pp. 166-168.

5. Kravchenko, A. (2015). Factors influencing the nomenclatura and number of spare parts for the enterprises of motor transport [Faktori shho vplivajut' na formuvannja nomenklatury ta kil'kist' zapasnih chastin na pidpriemstvah avtomobil'nogo transportu]. *Advances in Mechanical Engineering and transport*, No. 2 (4), pp. 60-66.

Кравченко А.П., Анализ эксплуатационной надежности ДВС автомобилей-тягачей Mercedes-Benz 1844 ACTROS LS.

Проведен анализ надежности ДВС автомобилей-тягачей Mercedes-Benz 1844 Actros LS, которые выполняют международные грузовые перевозки. Установлено, что агрегат является надежной системой автомобиля, отвечающий требованиям экономичности и экологичности, но в котором имеют место неисправности. Фактически каждая десятая неисправность является причиной выполнения ремонтных работ. Получены распределения нарушений работоспособности и общие показатели эксплуатационной надежности - среднее число отказов на один автомобиль, средний пробег до первого отказа, средняя наработка на отказ. Приведен пример годовых удельных затрат на один автомобиль по выполнению ремонтных работ. Установлены элементы агрегата с большим количеством отказов; для интеркулера эта величина составляет 18,6%, для распылителей форсунок - 23,8%. Получены закономерности нарушений работоспособности автомобилей-тягачей в эксплуатации, которые в значительной степени отличаются на

этапах гарантийного и послегарантийного пробега. Проведенные исследования позволили рационально организовать техническое обслуживание автомобилей и оптимизировать количество запасных частей, которые должны быть в наличии на предприятии для уменьшения простоя подвижного состава и повышения эффективности его работы.

Ключевые слова: автомобиль-тягач, двигатель внутреннего сгорания, показатели надежности, отказ, неисправность, закономерность, количественные показатели, планирование.

Kravchenko O., Analysis of operational reliability of the internal combustion engine of vehicles-trucks Mercedes-Benz 1844 ACTROS LS.

The analysis of reliability of the ICE cars, trucks Mercedes-Benz 1844 Actros LS, who perform international cargo transportation. It is established that the machine it is reliable system of car that meets the requirements of economy and environmental friendliness, but in which there are malfunctions. In fact, one in ten the malfunctions is the cause of the repair work. The article presents the distributions of infringements of working capacity and the common indicators of operational reliability - the average number of faults on vehicle, average mileage before the first failure, the average time between failures. Example of annual unit costs on repair works of vehicle has been presented. Elements of the unit with a large number of failures - for the intercooler, this value is 18.6%, for the spray nozzles - 23.8%. The article presents the laws of infringements of working capacity in the towing vehicle operation, which greatly differ on steps of warranty runs of and post-warranty runs of. The research made it possible to efficiently organize maintenance of vehicles and optimize the number of parts that must be in place at the plant to reduce fleet downtime and increasing efficiency.

Keywords: vehicles-trucks, reliability, refusal regularities, quantitative indicators, planning.

АВТОР:

КРАВЧЕНКО Олександр Петрович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри «Автомобілі та автомобільне господарство», Житомирський державний технологічний університет, e-mail: avtoap@ukr.net

AUTHOR:

Oleksandr KRAVCHENKO, Doctor of Science in Technology, Professor, Professor of the Department of Automobiles and Motor-Car Economy, Zhytomyr State Technological University, e-mail: avtoap@ukr.net

Стаття надійшла в редакцію 13.02.2016р.