

УДК 629.113.004

**НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
АВТОМОБИЛЕЙ-ТЯГАЧЕЙ ЕВРОПЕЙСКИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
THE RELIABILITY ACTIVE SAFETY SYSTEMS OF EUROPEAN
PRODUCERS CARS-TRACTORS**

Кравченко А.П., доктор технических наук, профессор;

Верительник Е.А., аспирант

(Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля, Украина)

Kravchenko A.P., Doctor of Technical Sciences, professor;

Veritelnik Y.A., graduate student

(Volodymyr Dahl East-Ukrainian National University, Ukraine)

Аннотация. *Проведен сравнительный анализ надежности систем активной безопасности автомобилей-тягачей MERCEDES-BENZ ACTROS 1844 LS и VOLVO FH 1242, определены наименее надежные элементы тормозной системы и рулевого управления.*

Abstract. *A comparative analysis of the reliability of the active vehicle safety, cars-tractors MERCEDES-BENZ ACTROS 1844 LS and VOLVO FH 1242 defined the least reliable components such as brake systems and steering.*

Сегодня в автодорожных происшествиях ежегодно в странах мира погибает более одного миллиона двухсот тысяч человек [1]. Данные статистики отмечают, что до 72 % из числа общих дорожных происшествий происходят из-за потери устойчивости автомобиля, в том числе и при торможении. Чтобы повысить безопасность на дорогах в течение последних четырех десятилетий ведутся работы по внедрению на автомобильном транспорте различных систем активной безопасности (САБ). Их назначением является принятие мер по предотвращению или снижению тяжести последствий дорожно-транспортного происшествия (ДТП) до момента его наступления. Создание САБ согласуется с новыми Международными техническими правилами (Global Technical Regulations), разработанными Рабочей группой № 29 ЕЭК ООН (WP.29), в частности, с Правилом № 8 [2], и нацелено на повышение безопасности водителей, пассажиров и пешеходов, а также обеспечение сохранности перевозимых грузов путем уменьшения влияния человеческого (субъективного) фактора на процесс управления транспортных средств.

Внедрение современных технологий в серийную продукцию концерна Mercedes-Benz прослеживается с грузовиков серии NG 80. Еще в начале 1980-х гг. тягачи оборудовались системой ABS, а с середины 1980-х – и противобуксовочной системой. Позже на грузовиках серии SK стала доступна программа электронной стабилизации ESP.

Качественный скачок произошел в 1996 году, когда был выпущен Mercedes-Benz Actros первого поколения. Автомобиль получил инновационную тормозную систему Telligent и систему регулирования крена под таким же обозначением. Позже в актив грузовиков добавились система контроля полосы движения, система поддержания дистанции, система Active Brake Assist (АВА), которая позволяет предотвратить наезд сзади, если водитель не тормозит вовремя [3].

Внедрение новых технологий, несомненно, ведет к повышению активной безопасности автомобилей, однако, не менее важную роль играет способность этих систем сохранять работоспособность в процессе эксплуатации транспортного средства. Безотказность узлов, агрегатов и систем автомобиля является определяющим фактором активной безопасности. Особенно высокие требования предъявляются к надежности элементов, связанных с осуществлением маневра – рулевому управлению, тормозной системе, подвеске [4].

Для оценки безотказности применяются основные показатели: вероятность безотказной работы; вероятность отказа; плотности вероятности безотказной работы; средняя наработка до отказа; средняя наработка на отказ; интенсивность отказов [4].

Исследованию повышения эксплуатационной безопасности автотранспортных средств посвящено много работ. Однако, это касается в основном методов поиска и распознавания неисправностей. Они применяются в технологических процессах технического обслуживания и ремонта при диагностировании для обеспечения экономичности эксплуатации и при использовании диагностической информации в управлении этими процессами. Создание этих методов опирается на разработки таких ученых, в числе которых Ф.Н. Авдонькин, И.Н. Аринин, М.Д. Безбородько, А.П. Болдин, В.М. Власов, Н.Я. Говорущенко, В.В. Демидов, Я.Х. Закин и др.

В частности, факторы, влияющие на снижение активной безопасности автотранспортного средства при торможении в реальных условиях эксплуатации, которые классифицируют как внешние, зависящие от дорожных и погодных-климатических условий; внутренние, зависящие от технического состояния автомобиля и конструктивные, зависящие от конструктивных особенностей автомобиля. Установлено, что несовершенство конструкции тормозных систем автомобилей приводит к различной эффективности торможения, достигающей разности до 28 %. Такая ситуация не только снижает производительность автомобильного транспорта, но и приводит к увеличению дорожно-транспортных происшествий.

В связи с этим интересно получение информации о надежности систем активной безопасности автомобилей-тягачей, наиболее распространенных и активно эксплуатируемых в странах СНГ.

Проведены исследования надежности элементов, работоспособность которых обеспечивает активную безопасность автомобиля. Исследовались

автомобили MERCEDES-BENZ ACTROS 1844 LS в количестве 160 единиц со средним пробегом 700 тыс. км (выпуск 2003г.) и автомобилей-тягачей VOLVO FH 1242 в количестве 100 единиц на пробеге 600 тыс. км (выпуск 2005 г.).

Безусловно, внезапный отказ любого из элементов движущегося автомобиля влияет на безопасность, однако наибольшую опасность представляют отказы тормозной системы и рулевого управления, непосредственно отвечающих за управляемость автомобиля. Из таблицы 1 видно, что для автомобилей VOLVO общее количество отказов этих систем составляет 6,1 %, для автомобилей-тягачей MERCEDES-BENZ – 20,4 %.

Таблица 1 – Распределение отказов по узлам и агрегатам исследуемых автомобилей

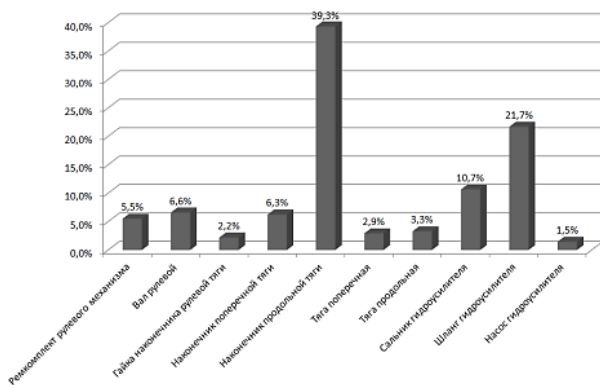
Узлы и агрегаты	VOLVO FH 1242		MERCEDES-BENZ ACTROS 1844 LS	
	Количество	В % отношении	Количество	В % отношении
ДВС	403	32,5%	509	10,41%
Агрегаты	115	9,3%	486	9,94%
Рулевое управление	6	0,5%	272	5,56%
Ходовая часть	60	4,8%	866	17,71%
Электрическое и электронное оборудование	360	29,1%	926	18,94%
Тормозная система	70	5,6%	724	14,81%
Другое	225	18,2%	1107	22,64%
Всего	1239	100,0%	4890	100,00%

Рассмотрим более подробно неисправности систем активной безопасности исследуемых автомобилей. Анализ нарушений работоспособности рулевого управления автомобилей MERCEDES-BENZ ACTROS 1844 LS показал [6], что в автомобилях были заменены рулевой вал, наконечники тяг (45 %), рулевые тяги, элементы гидроусилителя (сальники) – 10,6 % и шланги (21,7 %), отказывали насосы гидроусилителя – 4 единицы (рисунок 1, а).

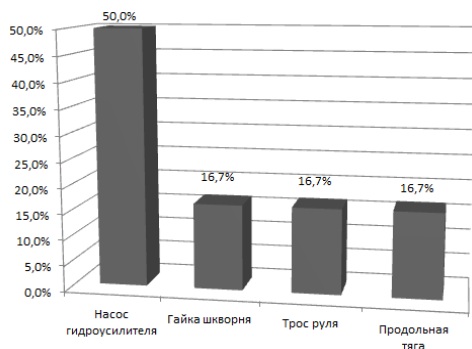
Анализ отказов элементов рулевого управления автомобилей-тягачей VOLVO FH 1242 показал высокую надежность этой системы [7]. За весь период эксплуатации зафиксировано всего шесть отказов. Выходили такие детали как насос гидроусилителя – три отказа, заменена одна продольная тяга, был заменен один регулировочный трос и одна гайка шкворня (рисунок 1, б).

Средняя наработка на отказ рулевого управления автомобилей MERCEDES-BENZ составила 493987,7 км, автомобилей VOLVO – 100000 км. Среднее значение параметра потока отказов MERCEDES-BENZ – $0,34 \cdot 10^{-3}$ 1/км,

VOLVO – $0,01 \cdot 10^{-3}$ 1/км. Результаты расчета показателей безотказности работы рулевого управления в зависимости от пробега представлены в таблицах 2 и 3 и на рисунках 2 и 3.



a)



b)

a – MERCEDES-BENZ ACTROS 1844 LS; б – VOLVO FH 1242

Рисунок 1 – Распределение неисправностей рулевого управления

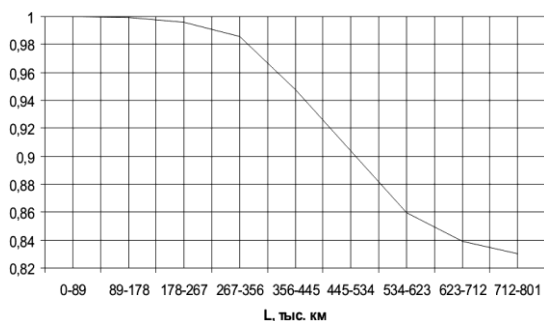
Анализ надежности тормозной системы в исследуемой группе автомобилей MERCEDES-BENZ ACTROS 1844 LS выявил следующие нарушения работоспособности: тормозные диски (78,2 %), датчики ABS (6,2 %), модуляторы EBS (как правило, задней оси) – 6,2 %, кабель EBS (2,9 %), блок EBS (1,7 %). Имели место отказы энергоаккумуляторов – 1,8 %, операции замены тормозных шлангов и розеток ABS, модуля управления тормозами имели место в единичных случаях и составляют в сумме около 1 % случаев (рисунок 4, а).

Таблица 2 – Результаты расчета показателей безотказности работы рулевого управления MERCEDES-BENZ ACTROS 1844 LS

Δl , тыс.км	$r(l)$, ед.	$\sum r(l)$, ед.	$P(l)$	$Q(l)$	$\alpha(\Delta l)$, тыс.км 10^{-7}	$\lambda(\Delta l)$, тыс.км 10^{-7}
0–89	0	0	1	0	0	0
89–178	1	1	0,999	0,0006	0,0702	0,0703
178–267	6	7	0,996	0,00438	0,4214	0,4221
267–356	16	23	0,986	0,0143	1,1236	1,1292
356–445	61	84	0,948	0,0525	4,2837	4,3669
445–534	70	154	0,904	0,0962	4,9157	5,0257
534–623	71	225	0,859	0,1406	4,9859	5,0991
623–712	33	258	0,839	0,1612	2,3174	2,3416
712–801	14	272	0,83	0,17	0,9832	0,9875

Таблица 3 – Результаты расчета показателей безотказности работы рулевого управления VOLVO FH 1242

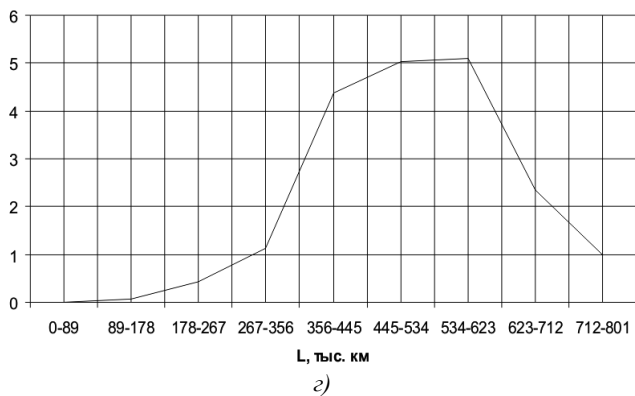
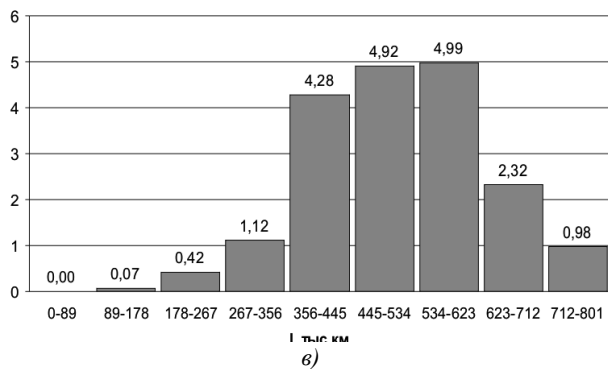
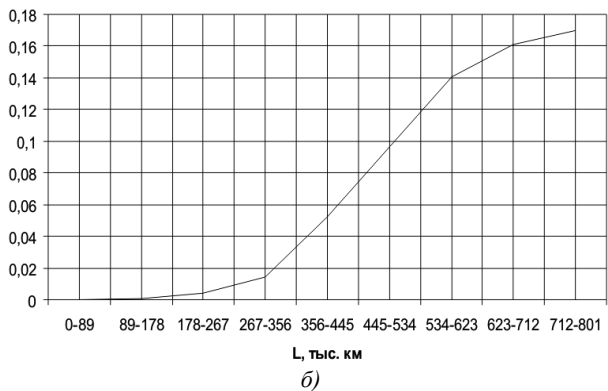
Δl , тыс.км	0–150	150–300	300–450	450–600
$r(l)$, шт.	0	2	4	0
$\sum r(l)$, шт.	0	2	6	6
$P(l)$	1	0,998	0,994	0,994
$Q(l)$	0	0,002	0,006	0,006
$\alpha(\Delta l)$, тыс.км 10^{-7}	0	0,1333	0,2667	0
$\lambda(\Delta l)$, тыс.км 10^{-7}	0	0,1335	0,2672	0



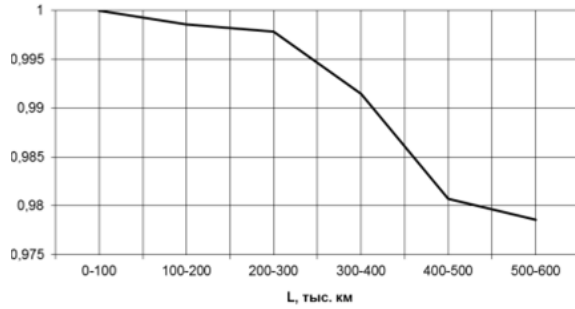
а)

a – вероятность безотказной работы; b – вероятность отказа; v – частота отказов;
 z – интенсивность отказов

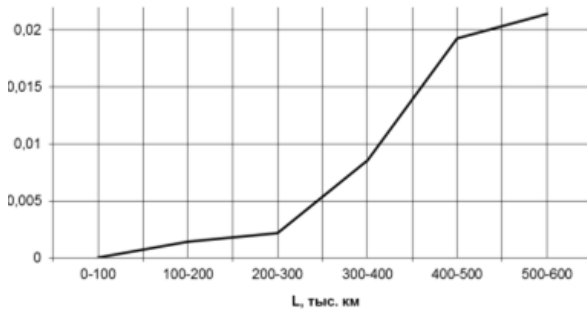
Рисунок 2 – Показатели безотказности работы рулевого управления MERCEDES-BENZ ACTROS 1844 LS:



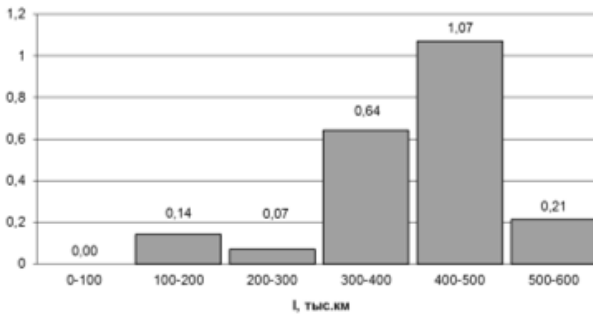
Окончание рисунка 2



a)



б)

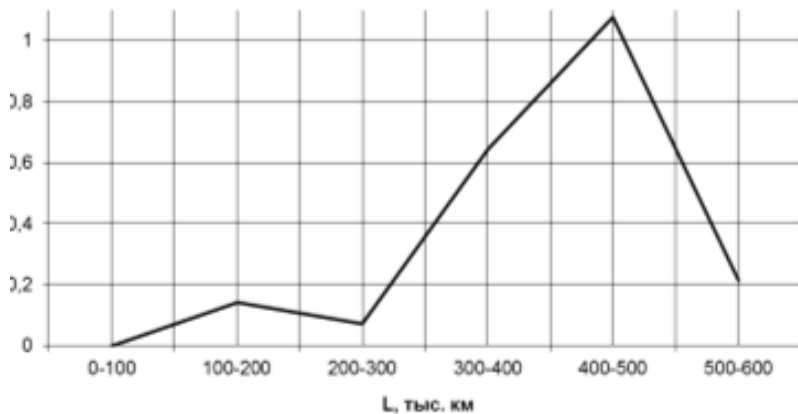


в)

a – вероятность безотказной работы; b – вероятность отказа;

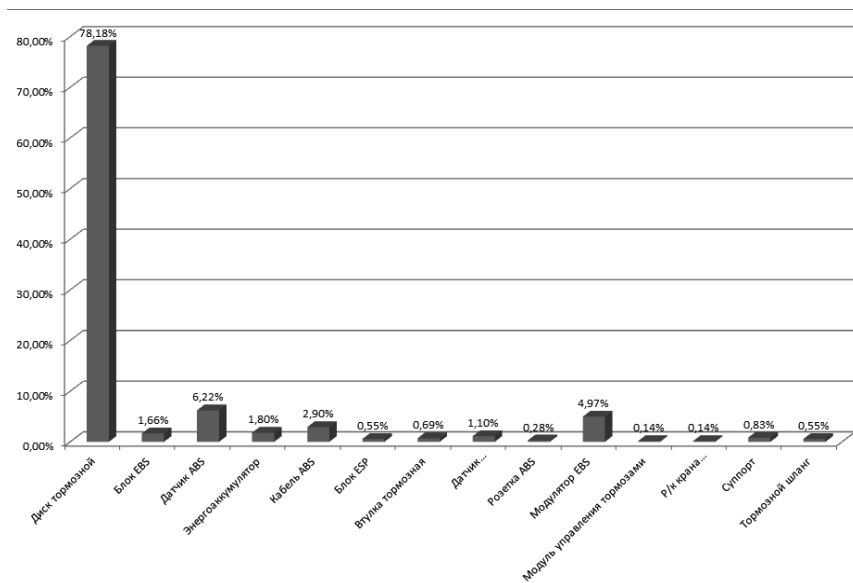
v – частота отказов; z – интенсивность отказов

Рисунок 3 – Показатели безотказности работы рулевого управления VOLVO FH 1242



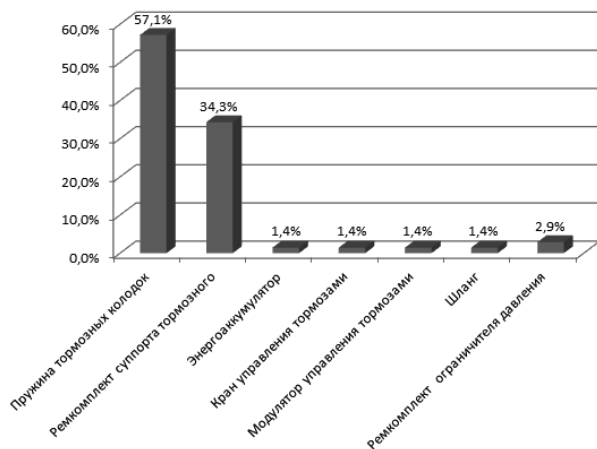
2)

Окончание рисунка 3



а)

а – MERCEDES-BENZ ACTROS 1844 LS; *б* – VOLVO FH 1242
Рисунок 4 – Распределение неисправностей тормозной системы



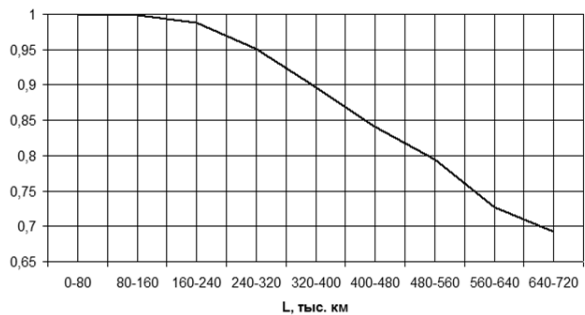
б)

Окончание рисунка 4

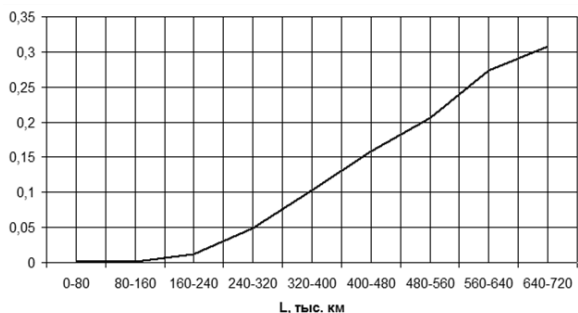
Для тормозной системы MERCEDES-BENZ ACTROS 1844 LS средняя наработка до первого отказа составила 465200,2 км, а среднее значение параметра потока отказов $0,823 \cdot 10^{-3}$ 1/км. Полученные значения показателей безотказности работы тормозной системы приведены в таблице 4 и на рисунке 5.

Таблица 4 – Результаты расчета показателей безотказности работы тормозной системы MERCEDES-BENZ ACTROS 1844 LS

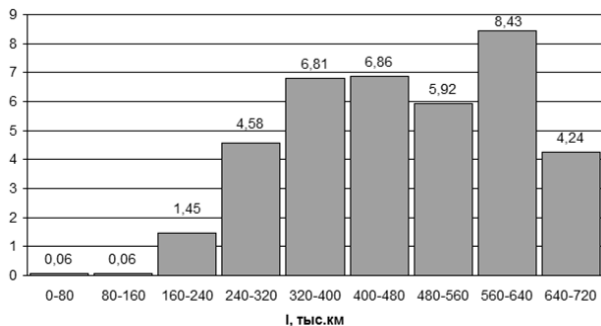
Δl , тыс.км	$r(l)$, ед.	$\sum r(l)$, ед.	$F(l)$	$Q(l)$	$\alpha(\Delta l)$, тыс.км 10^{-7}	$\lambda(\Delta l)$, тыс.км 10^{-7}
0–80	1	1	0,998	0,00138	0,0558	0,0558
80–160	1	2	0,999	0,00089	0,0558	0,0558
160–240	26	28	0,988	0,0125	1,45089	1,4593
240–320	82	110	0,951	0,04911	4,57589	4,6612
320–400	122	232	0,896	0,10357	6,80803	6,9986
400–480	123	355	0,842	0,15848	6,86384	7,0576
480–560	106	461	0,794	0,2058	5,91518	6,0585
560–640	151	612	0,727	0,2732	8,42634	8,7202
640–720	76	688	0,693	0,30714	4,24107	4,3143
720–800	32	720	0,679	0,32143	1,78571	1,7986
800–880	4	724	0,677	0,32322	0,22321	0,2234



a)



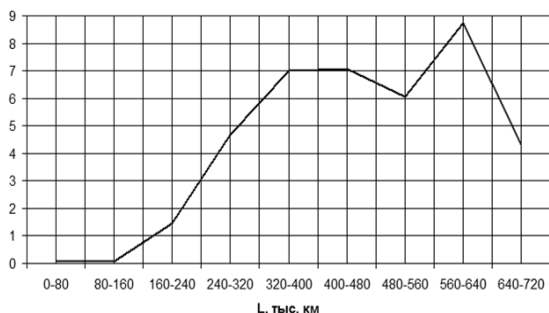
b)



v)

a – вероятность безотказной работы; b – вероятность отказа; v – частота отказов;
 z – интенсивность отказов

Рисунок 5 – Показатели безотказности работы тормозной системы
 MERCEDES-BENZ ACTROS 1844 LS



з)

Окончание рисунка 5

Относительно слабым местом тормозной системы тягачей VOLVO FH 1242 оказались суппорты – зафиксировано 24 отказа (рисунок 4, б). Общее число отказов тормозной системы – 70, другие слабые места: энергоаккумулятор, кран управления тормозами, модулятор, пневмошланг, два отказа – клапаны ограничителя давления.

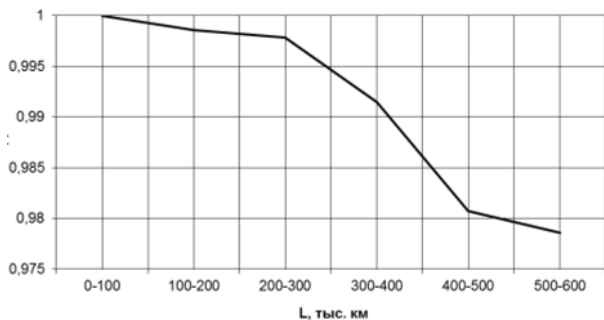
Значения показателей безотказности работы тормозной системы приведены в таблице 5 и на рисунке 6, а–з.

Таблица 5 – Результаты расчета показателей безотказности работы тормозной системы VOLVO FH 1242

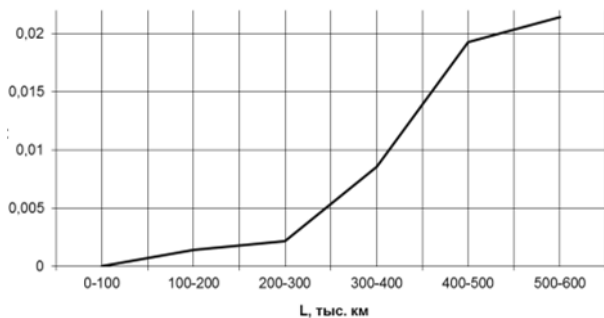
Δ , тыс.км	0–100	100–200	200–300	300–400	400–500	500–600
$r(l)$, шт.	0	2	1	9	15	3
$\sum r(l)$, шт.	0	2	3	12	27	30
$P(l)$	1	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
$Q(l), 1 \cdot 10^{-3}$	0	1,43	2,14	8,57	1,92	2,14
$\alpha(\Delta)$, тыс.км 10^{-7}	0	0,14	0,07	0,64	1,07	0,21
$\lambda(\Delta)$, тыс.км 10^{-7}	0	0,14	0,07	0,65	1,08	0,22

Для тормозной системы VOLVO FH 1242 средняя наработка на отказ составила 20000 км, а среднее значение параметра потока отказов $0,05 \cdot 10^{-3}$ 1/км.

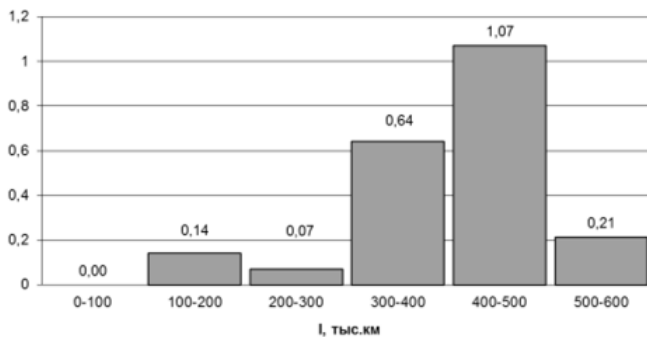
Проведенные исследования позволяют сделать некоторые выводы о причинах возникновения отказов. Повышенный износ наконечников рулевых тяг автомобилей MERSEDES-BENZ обусловлен неприспособленностью к эксплуатации в условиях состояния дорог стран СНГ, тоже можно отметить и о тормозных дисках данных автомобилей (рисунок 7, а). Что же касается автомобилей VOLVO FH 1242, то большое количество замен суппорта тормозов вызвано конструктивными недоработками (рисунок 7, б).



a)



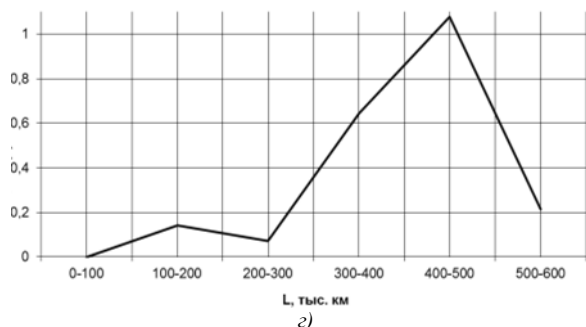
b)



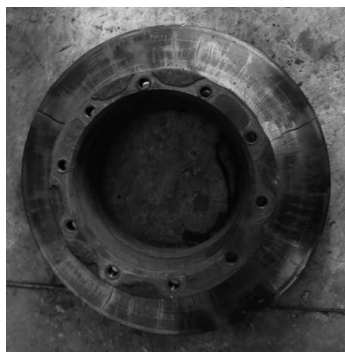
v)

a – вероятность безотказной работы; б – вероятность отказа; в – частота отказов;
 z – интенсивность отказов

Рисунок 6 – Показатели безотказности работы тормозной системы VOLVO FH 1242



Окончание рисунка 6



а)



б)

а – тормозной диск MERSEDES-BENZ ACTROS 1844 LS;

б – суппорт тормоза VOLVO FH 1242

Рисунок 7 – Отказы элементов тормозной системы:

Проведенные исследования показали, что автомобили-тягачи VOLVO FH 1242 обладают более высоким запасом надежности систем обеспечивающих активную безопасность. Необходимо обратить внимание на наиболее слабые элементы в этих системах. В рулевом управлении это насос гидроусилителя, а в тормозной системе – суппорты тормозов.

Литература

1. Всемирная организация здравоохранения. Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире, 2013 г. Предупреждение насилия и травматизма. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://apps.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/summary_ru.pdf.

2. 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.

3. Ожерельев, Михаил. День активной безопасности. Системы активной безопасности [Электронный ресурс]. Журнал «Автопарк». Режим доступа: <http://www.park5.ru/articles/1/1019/>.

4. Кушвид, Р.П. Испытания автомобиля: учебник / Р.П. Кушвид. – М.: МГИУ, 2011. – 351 с.

5. Высоцкий, М.С. Обеспечение надежности автомобилей МАЗ в эксплуатации / М.С. Высоцкий, А.Е. Гальбурт, Л.Х. Гилелес, Е.С. Кузнецов; под ред. Е.С. Кузнецова. – М.: Транспорт, 1977. – 183 с.

6. Кравченко, А.П. Надежность систем активной безопасности автомобилей-тягачей MERCEDES-BENZ ACTROS LS 1844 / А.П. Кравченко, Е.А. Верительник // Безпека дорожнього руху: правові та організаційні аспекти: матеріали міжнародної науково-технічної конференції. – Донецьк: ЛАНДОН-ХХІ, 2012. – С. 213–216.

7. Кравченко, А.П. Надежность систем активной безопасности автомобилей-тягачей / А.П. Кравченко, Е.А. Верительник // Проблеми підвищення рівня безпеки, комфорту та дорожнього руху: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, 16–17 квітня 2013 р., Харків. – Харків: ХНАДУ, 2013. – С. 152–154.

УДК 656

НОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОЙ ВМЕСТИМОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПАРКОВОК В МИНСКЕ RATIONING OF POTREBNY CAPACITY AUTOMOBILE PARKINGS IN MINSK

Глик Ф.Г., главный специалист УП «Минскград» **Glik
F.G.**, chief specialist Unitary Enterprise «Minskgrado»

Аннотация. *Выполнен анализ автомобильных стоянок и парковок в крупнейшем городе Беларуси. Проведены исследования действующих нормативных правовых актов в этой области, приведена регламентация объектов массовых посещений для нормирования потребности в парковках автомобилей. Разработаны рекомендации по обоснованию потребности парковок.*

Abstract. *The analysis of parkings and parkings in the largest city of Belarus is made. Researches of existing regulations in this area are conducted, the regulation of objects of mass visits for rationing of requirement for parkings of cars is given. Recommendations about justification of requirement of parkings are developed.*