

НАДЕЖНОСТЬ ХОДОВОЙ ЧАСТИ АВТОМОБИЛЯ LADA PRIORA

Кандидат технических наук, доцент **Денисов И.В.**
(Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и
Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ)),
магистр **Смирнов А.А.**

RELIABILITY OF THE LADA PRIORA RUNNING GEAR

Denisov I.V., Ph.D. (Tech.), Associate Professor
(Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, VIGU),
Smirnov A.A., Master's Degree.

Автомобили, Lada Priora, надежность, ходовая часть, подвеска, дефекты.

Car, Lada Priora, reliability, chassis, car suspension, defects.

Представлено исследование надежности ходовой части автомобиля Lada Priora в гарантийный период эксплуатации. Установлена номенклатура элементов, имеющих массовые дефекты: амортизаторная стойка, опорный и ступичный подшипники. Выявлены отказы сальниковых уплотнений приводных валов. Используя методы теории вероятностей и математической статистики, а также методику обработки экспериментальной информации, авторами получены показатели надежности указанных элементов. Приведенные сведения представляют интерес для завода-изготовителя и сервисных предприятий, оказывающих услуги по ТО и ремонту автомобилей Lada в гарантийный и послегарантийный периоды эксплуатации.

This paper is devoted to the study of the reliability of the chassis of the car Lada Priora during the warranty period of operation. The nomenclature of the elements having mass defects is established: shock absorber, support and wheel bearings. Revealed failures of packing seals of drive shafts. Using the methods of probability theory and mathematical statistics, as well as the method of processing experimental information, the authors obtained the reliability indices of these elements. The information obtained is of interest to the manufacturer and service companies that provide services for the maintenance and repair of Lada vehicles during the warranty and post-warranty periods of operation.

Введение. В Российской Федерации природно-климатические условия оказывают влияние на эксплуатационное состояние автомобильных дорог. Колебание температур, а также осадки в виде снега и дождя, способствуют росту интенсивности износа дорожного полотна и, в дальнейшем, приводят к его разрушению. Учитывая общую протяженность автомобильных дорог и специфику ремонтно-восстановительных работ по устранению дефектов асфальтно-бетонного покрытия улично-дорожной сети, следует отметить сложившуюся практику низкой оперативности их устранения ответственными организациями. В этот период автомобильная техника, выполняя транспортную работу, эксплуатируется по дорогам ненадлежащего качества, что резко снижает безопасность перевозочного процесса и способствует возникновению повышенных нагрузок на элементы ходовой части, интенсивность износа которых резко возрастает. Вместе с тем, именно сложные условия эксплуатации позволяют выявить конструктивные просчеты и технологические недоработки при проектировании и производстве транспортных машин, выявляемые в гарантийный период эксплуатации. В свою очередь, установление номенклатуры деталей и узлов, лимитирующих надежность автомобильной техники, является актуальной задачей, решаемой авторами настоящей статьи.

Ходовая часть транспортных машин связывает ее кузов с колесами, обеспечивая передачу сил различного характера, гасит вибрации и колебания, возникающие в процессе движения автомобиля. В состав конструкции

входят: рама или кузов, подвеска, ведущие мосты или балки осей и колеса. Подвеска автотранспортного средства (АТС) является его важным звеном и включает в себя упругие элементы, направляющий аппарат и гасящие устройства.

Необходимо отметить, что техническое состояние перечисленных выше деталей, узлов и агрегатов (ДУА) оказывает влияние на активную безопасность АТС. Таким образом, обеспечение безотказности ходовой части автомобильной техники в эксплуатации является необходимым условием безаварийности транспортных процессов.

Выполненный обзор публикаций позволил установить, что анализу и совершенствованию конструкции ходовой части автомобильной техники посвящены статьи [1-5], вопросы диагностирования технического состояния рассмотрены в [6-9], а особенности технического обслуживания и ремонта приводятся в [10-18]. Особого внимания заслуживают исследования, направленные на установление показателей безотказности и долговечности, результаты которых содержатся в работах [19-27].

В свою очередь, в настоящей публикации представлены результаты исследования надежности элементов ходовой части автомобиля *Lada Priora*. Ввиду того, что указанный автомобиль массово представлен в Российском автопарке, собрать необходимые исходные данные [28] по дефектам и эксплуатационным отказам не являлось сложной задачей. При этом полученные характеристики надежности элементов, рассматриваемых

Дефекты ходовой части автомобилей *Lada Priora*, зарегистрированные в гарантийный период эксплуатации на предприятиях сервисно-сбытовой сети ПАО «АвтоВАЗ»

№ п/п	Наименование дефекта	Кол-во
1	Стук, щелчки в передней подвеске при вращении	46
2	Течь правого амортизатора задней подвески	20
3	Течь левого амортизатора задней подвески	16
4	Вибрация автомобиля при трогании с места	11
5	Стук опоры верхней стойки передней подвески правой	11
6	Стук опоры верхней стойки передней подвески левой	8
7	Биение ступицы заднего колеса	7
8	Биение ступицы переднего колеса	7
9	Выпадение подушки рычага задней подвески	6
10	Негерметичность литых дисков	6
11	Сорвана резьба в ступице заднего колеса	6
12	Разрушение шарнира задней растяжки передней подвески	5
13	Стук правой телескопической стойки	5
14	Не работает датчик скорости переднего колеса	4
15	Люфт верхнего шарового пальца передней подвески	3
16	Разрушение подушки переднего шарнира передней подвески	2
17	Стук левой телескопической стойки	2
18	Течь через сальник правой телескопической стойки	2
19	Выпадает подушка штанги стабилизатора	1
20	Разрушение подшипника ступицы задних колес	1
21	Разрыв чехла внутреннего шарнира привода передних колес	1
22	Разрыв чехла наружного шарнира привода передних колес	1
23	Скрип шарового пальца передней подвески	1
24	Скрип шарового пальца передней подвески правого	1
25	Течь через сальник левой телескопической стойки	1
26	Шум подшипника ступицы заднего колеса	1

в статье, имеют практическую ценность и, в случае их учета в практике прогнозирования остаточного ресурса и назначения периодичности регламентных работ по ТО, позволяют повысить безопасность достаточно большого сегмента машин автопарка страны.

Постановка задачи исследования. Научный интерес авторов настоящей публикации направлен на обеспечение безотказности и повышении безопасности эксплуатации колесных транспортных машин. Работа посвящена результатам исследования эксплуатационной надежности ходовой части автомобилей семейства *Lada Priora* поскольку её неисправности и отказы могут стать причиной снижения и полной потери эксплуатационных свойств, что неминуемо повышает риски при реализации транспортных процессов.

Автомобиль *Lada Priora* имеет независимую переднюю и полузависимую заднюю подвески типа *McPherson*, оснащенные гидравлическими телескопическими амортизаторными стойками с пружинами цилиндрической и бочкообразной формы. Они обеспечивают восприятие весовой нагрузки от кузова и реакций от автомобильной дороги, а также демпфирование колебаний, возникающих при движении транспортной машины. Направляющий аппарат подвески передает тормозные и тяговые усилия, а также воспринимает продольные и поперечные реакции, действующие на колёса АТС. Передняя подвеска выполнена на поперечных рычагах с растяжками и имеет стабилизатор поперечной устойчивости, а задняя содержит балку, состоящую из двух продольных рычагов и соединителя, которые сварены между собой через усилители. Соединение деталей и узлов конструкции осуществляется через шаровые и резино-металлические шарниры с использованием резьбовых крепежных элементов [29].

Результаты исследования и их обсуждение. Авторы настоящей статьи проводили мониторинг изменения технического состояния элементов ходовой части автомобиля *Lada Priora* на базе дилерских центров ПАО «АвтоВАЗ» в г. Владимире в период с 01.01.2010 по 30.04.2013. Путем анализа записей в базе данных был получен массив дефектов, выявленных в гарантийный период эксплуатации автомобилей, насчитывающий 5528 неисправностей в различных системах, агрегатах и узлах. В общей сложности отказы ходовой части составляют 5,06% [28]. В таблице 1 показаны результаты обработки первичной информации, в ходе которой получены сведения о деталях, лимитирующих надежность, проранжированных в порядке частоты возникновения.

Наиболее массовым дефектом ходовой части *Lada Priora* является посторонний стук или акустический шум, регистрируемый в процессе движения автомобиля, а также в повороте или при вращении рулевого колеса, который связан с неисправностями амортизаторной стойки и опорного подшипника (рис. 1). Следует отметить, что в эксплуатации собственники автомобилей могли обнаружить указанный дефект, возникающий по причине контакта упругого элемента подвески с пластиковым защитным подкрылком. Доработка конструкции пластиковой защиты колесной арки передних крыльев полностью исключала возникновение указанного стука.

Из рис. 1 видно, что максимальное значение частоты отказов – W_i достигается на наработках (X) 17,8 и 32,0 тыс. км.

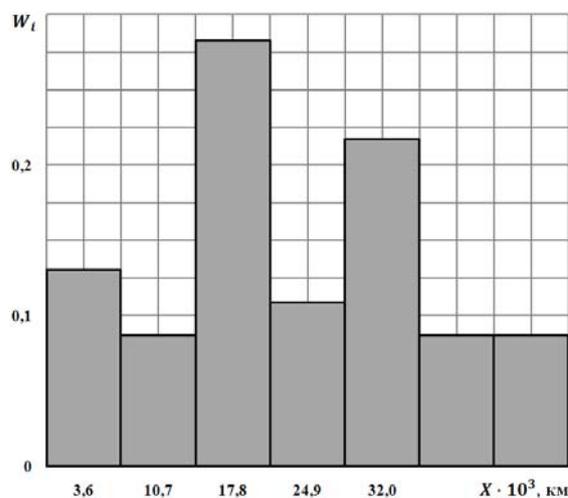


Рис. 1. Гистограмма распределения наработок, на которых зафиксированы стуки и щелчки в передней подвеске при вращении рулевого колеса

Неисправности амортизаторной стойки проявляются в виде стука и потери герметичности. Первый дефект связан с поломками клапана, гасящего колебания элементов подвески, а второй – с отказом сальника или некачественным изготовлением штока амортизаторов.

Стук опорных подшипника левой и правой амортизаторной стоек является следствием нарушения его герметичности и связанного с этим возрастающего износа сепаратора, который при значительных силовых нагрузках разрушается. При этом наблюдается дискретное перемещение управляемых колес при повороте рулевого колеса АТС и изменение положения опоры верхней стойки.

Из таблицы 1 следует обратить внимание на дефект, связанный с возникновением биения колес автомобиля. Он связан с увеличенным зазором в ступичных подшипниках. В эксплуатации игнорирование данного признака неисправности может стать причиной потери работоспособности колесных датчиков антиблокировочной системы тормозов, чрезмерному износу автомобильных шин и ухудшению устойчивости и управляемости АТС.

Кроме ранее рассмотренных дефектов в эксплуатации, специалисты гарантийного отдела сервисно-сбытовой сети «АвтоВАЗ» отмечают масляное запотевание картера коробки передач и следы трансмиссионного масла на элементах ходовой части автомобиля. При детальном рассмотрении указанные признаки неисправностей являлись следствием потери герметичности сальниковых уплотнений правой и левой полуосей (приводных валов). Указанные элементы уплотняют картер коробки передач в местах ее соединения с приводными валами карданной передачи. На рис. 2 и 3 показаны гистограммы распределения их наработок до отказа.

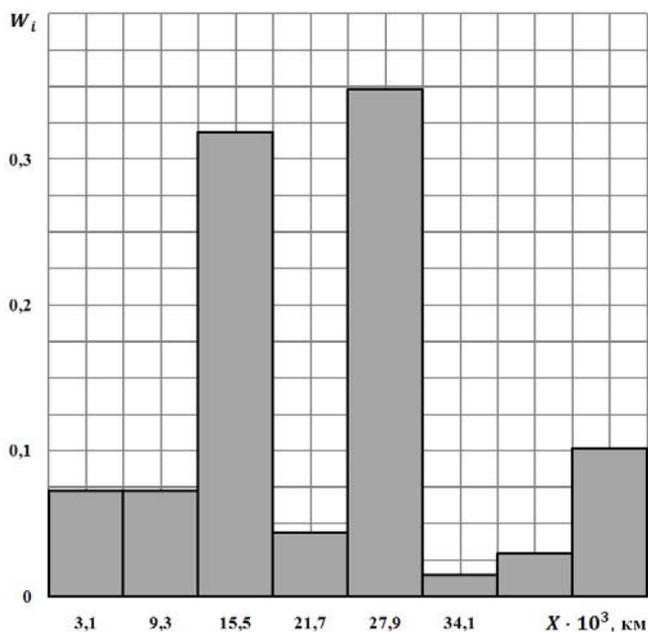


Рис. 2. Гистограмма распределения наработок до отказа сальника левой полуоси

Устранение возникающих неисправностей производится при проведении плановых работ на наработках в 15 и 30 тыс. км, в соответствии с регламентом, указанным в сервисной книжке заводом-изготовителем.

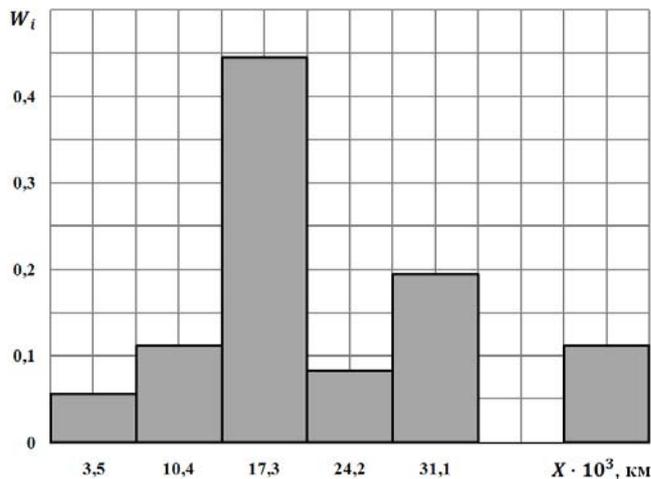


Рис. 3. Гистограмма распределения наработок до отказа сальника правой полуоси

Для оценки показателей надежности элементов ходовой части и сальниковых уплотнений приводных валов была произведена обработка массива данных по методикам [30, 31]. В результате получены сведения о средней наработке на отказ \bar{X} , коэффициенте вариации ν и среднем квадратичном отклонении σ (табл. 2).

Таблица 2.

Показатели надежности элементов автомобиля Lada Priora

№ п/п	Наименование дефекта	Кол-во	\bar{X} , тыс. км	ν	σ
1	Течь через сальник правой полуоси	69	23,0	0,51	11,8
2	Стук/щелчки в передней подвеске при вращении	46	22,7	0,58	13,1
3	Течь через сальник левой полуоси	36	21,4	0,51	10,9

В работах [22, 32] содержатся сведения об эксплуатационной надежности ходовой части автомобиля Lada Kalina и Lada Priora. Необходимо отметить, что в настоящем исследовании при детальном сравнении номенклатуры деталей и узлов, ограничивающих их безотказность, установлены повторяющиеся дефекты: стук и щелчки в передней подвеске, стук правой и левой опор верхних стоек при их вращении, биение ступиц передних и задних колес, разрушение шарниров задней растяжки передней подвески, выпадение подушек рычагов задней подвески.

При этом вариация наработок до отказа элементов ходовой части Lada Kalina и Lada Priora составляет 10...15%.

Заключение. Сведения, полученные в результате оценки показателей надежности элементов ходовой части Lada Priora, имеющих массовые дефекты, являются основным источником информации, используемой для корректирования существующих нормативов по ТО и ремонту рассматриваемых транспортных машин. На предприятиях автомобильного сервиса, оказывающих услуги по гарантийному и послегарантийному обслуживанию автомобильной техники марки Lada, следует учитывать номенклатуру наименее надежных

деталей и узлов для выявления возможных неисправностей и предупреждения линейных отказов. Заводу-изготовителю необходимо усилить контроль качества комплектующих, поступающих на главную сборочную линию ПАО «АвтоВАЗ», чтобы повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции.

Литература

1. Леонов А.В. Анализ применения изделий из полиуретана и резины в ходовой части автомобиля // Научно-техническое творчество: проблемы и перспективы: Сб. ст. по ит. межд. науч.-практ. конф. Стерлитамак: АМИ, 2018. – С. 80-85.
2. Доронкин В.Г., Плесовских И.А. Модернизация ходовой части автомобиля в период эксплуатации // Сурский вестник. – 2018. – № 2(2). – С. 38-41.
3. Карташов А.Б. Применение композиционных материалов в конструкции ходовой части городского автомобиля // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2010. – № 3(82). – С. 155-159.
4. Анализ прочности и долговечности деталей ходовой части на ранней стадии проектирования автомобиля / В.Н. Лата, С.В. Марков, А.А. Ерёмченко, А.П. Елховикова // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2008. – № 2(6). – С. 59-64.
5. Алонсо В.Ф. Совершенствование методики прочностного расчета элементов передней подвески автомобиля с АБС: дисс....канд. тех. наук: 05.05.03 / Владимир Фиделевич Алонсо. – Волгоград, 2008. – 116 с.
6. Шуляк Д.Г., Хазанович Г.Ш. Определение метода диагностики неисправностей и оценки демпфирующих свойств ходовых частей легковых автомобилей // Наземные транспортно-технологические комплексы и средства: мат. межд. науч.-тех. конф. – Тюмень: ТИУ, 2018. – С. 339-342.
7. Цой П. Диагностика ходовой части // Грузовое и пассажирское автохозяйство. – 2018. – № 6. – С. 23-24.
8. Соломахин Ю.В., Емельяненко С.Е. Роль диагностики ходовой части при эксплуатации автомобиля // Успехи современной науки. – 2016. – Т.3. – № 6. – С. 67-69.
9. Гусев Г.А., Новиков В.В. Диагностирование ходовой части и трансмиссии автомобиля по виброакустическим параметрам дисбаланса // Автотранспортное предприятие. – 2014. – № 5. – С. 32-34.
10. Афонин П.О. Особенности ремонта ходовой части легкового автомобиля // Научно-исследовательская деятельность как фактор личностного и профессионального развития студентов: мат. межд. студ. науч.-практ. конф. – Орёл: ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2018. – С. 96-100.
11. Гончарук А.И., Ковалевский В.Н., Игумнов Г.О. Повышение эффективности процесса замены пыльников приводов легковых автомобилей марки Toyota с использованием гайковёрта при проведении технического обслуживания и ремонта ходовой части // Молодой ученый. – 2018. – № 23. – С. 199-201. – URL <https://moluch.ru/archive/209/51213/> (дата обращения: 23.04.2019).
12. Гончарук А.И., Ковалевский В.Н., Игумнов Г.О. Повышение эффективности технического обслуживания и ремонта ходовой части легковых автомобилей за счёт усовершенствования процесса крепёжно-регулирующих работ ходовой части // Молодой учёный. – 2018. – № 23. – С. 201-203. – URL <https://moluch.ru/archive/209/51215/> (дата обращения: 23.04.2019).
13. Есенгалиев М.Н. О технологическом процессе ремонта подвески автомобиля // Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика: Мат. XXI межд. науч.-практ. конф. – Алма-Ата: КазАТК им. М. Тынышпаева, 2017. – Т.2. – С. 524-526.
14. Соломахин Ю.В., Карикоза В.А. Оценка состояния ходовой части автомобиля // Успехи современной науки. – 2016. – Т.3. – № 6. – С. 18-20.
15. Пресняков В.А., Каминский Н.С., Машинцев С.С. Особенности ремонта и технического обслуживания ходовой части автомобиля // Успехи современной науки. – 2016. – Т.3. – № 6. – С. 31-33.
16. Соломахин Ю.В., Михеев И.Ю. Техническое обслуживание и ремонт ходовой части автомобиля // Успехи современной науки. – 2016. – Т.3. – № 6. – С. 41-43.
17. Гринцевич В.И. Совершенствование технологических процессов обслуживания ходовой части автомобилей // Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса: мат. 4-ой межд. науч.-практ. интернет-конф. Орел: ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК», 2014. – С. 45-52. – ISBN 978-5-93932-757-2.
18. Колмыков Д.В., Колмыков В.И. Опыт восстановления деталей ходовой части автомобилей цементованными железохромистыми покрытиями // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 2(25). – С. 43-49.
19. Денисов Ив.В., Денисов Ил.В. К вопросу обеспечения безотказности передней подвески автомобиля ВАЗ-21703 в период эксплуатации // Научное обозрение. – 2016. – №20. – С. 84-88.
20. Евстифеев В.В., Голощапов Г.А., Мельник С.В. Исследование долговечности деталей узлов трения ходовой части автомобилей КамАЗ // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2015. – № 3(43). – С. 7-10.
21. Денисов Ив.В., Денисов Ил.В. Методика определения общей вероятности безотказной работы технических систем автомобиля (на примере передней подвески ВАЗ-2170) // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-7. – С. 1425-1429.
22. Денисов И.В. Разработка методики управления техническим состоянием систем автомобиля, влияющих на безопасность движения: дисс....канд. тех. наук: 05.22.10 / Иван Владимирович Денисов. – Владимир, 2011. – 204 с. (23)
23. Денисов И.В., Смирнов А.А. Надежность передней подвески автомобилей ВАЗ-2105 и ВАЗ-2107 в эксплуатации // Транспорт: Наука, техника, управление / ВИНТИ РАН. – 2019. – № 2. – С. 51-55.
24. Денисов Ил.В., Денисов Ив.В. Результаты исследования эксплуатационной надежности элементов передней подвески автомобиля ВАЗ-21703-01-018 // Проблемы функционирования систем транспорта: мат. Всероссий. науч.-практ. конф. студ., асп. и мол. уч. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. – С.150-154. – ISBN 978-5-9961-0586-1.
25. Попцов В.В. Результаты исследования надёжности ступичного подшипника передней подвески автомобиля ВАЗ 2190 // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 3(37). – С. 166.
26. Родионов Ю.В., Войнов А.А. Анализ причин отказов шаровых опор легковых автомобилей // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2017. – №4. – С. 79-83.

27. Баженов Ю.В., Баженов М.Ю. Исследование надежности подвесок автомобиля Lada Kalina в эксплуатации // Мир транспорта и технологических машин. – 2018. – № 1(60). – С. 9-15.

28. Денисов И.В., Смирнов А.А. Надежность автомобилей в гарантийный период их эксплуатации // Автомобильная промышленность. – 2015. – № 11. – С. 1-4.

29. Горычев А.В., Титков М.В. Lada Priora: Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту + каталог деталей. М.: Третий Рим, 2011. – 321 с. – ISBN: 978-5-91774-913-6.

30. Баженов Ю.В. Основы теории надежности машин. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – 160 с. – ISBN 5-89368-655-1.

31. Моделирование производственных процессов автомобильного транспорта // сост. С.И. Коновалов, С.А. Максимов, В.В. Савин. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005. – 244 с.

32. Денисов И.В., Смирнов А.А. Исследование эксплуатационной надежности систем автомобиля Lada Kalina, влияющих на безопасность дорожного движения. Надежность № 4, Т.17, – 2017. С. 31-35.

Сведения об авторах:

Денисов Илья Владимирович, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), кафедра Автомобильный транспорт

600000, г. Владимир, ул. Белоконской, д. 3, корпус 2, ауд. 315-2.

Тел.: 8(915)-776-24-14.

E-mail: denisoviv@mail.ru.

Смирнов Алексей Александрович, продавец-консультант, GRAND-мебель.

601914, Владимирская обл., г. Ковров, ул. Комсомольская, д. 24.

Тел.: 8(920)622-15-21.

E-mail: AlexiFoX@yandex.ru.