

МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КУЗОВА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ УСТАНОВКИ УПРАВЛЯЕМЫХ КОЛЕС

В статье представлены результаты исследования по совершенствованию контроля технического состояния кузова легкового автомобиля. Новизной является использование аналитических зависимостей взаимосвязи значений углов установки управляемых колес и координат контрольных базовых точек – мест крепления передней подвески для оценки технического состояния кузова.

Ключевые слова: углы установки управляемых колес, контрольная базовая точка, кузов, передняя подвеска.

Для легкового автомобиля кузов является базовым элементом. Стоимость его изготовления составляет 60–70% стоимости всего автомобиля, а трудоемкость изготовления достигает до 60% трудоемкости изготовления автомобиля в целом (для сравнения стоимость и масса двигателя – соответственно около 13 и 17%) [1]. При этом на изготовление кузова затрачиваются в большом количестве дорогостоящие конструкционные материалы.

Среди требований, предъявляемых к современным кузовам легковых автомобилей, особо важными считаются надежность, безопасность, экологические, экономические и эргономические [2–4].

Изменение технического состояния кузовов легковых автомобилей определяется естественным старением материалов, из которых они изготовлены, аварийными повреждениями или сочетанием этих явлений. Для определения технического состояния кузова легкового автомобиля необходимо произвести его диагностику.

Диагностика кузова легкового автомобиля производится в двух направлениях: оценка общего состояния кузова как несущего силового агрегата и проверка сохранения геометрических параметров кузова. Существующие методы контроля технического состояния кузовов автомобилей представлены в таблице 1.

Несущий кузов легкового автомобиля выполнен из стального, алюминиевого или комбинированного листового материала толщиной от 0,7 до 1,1 мм. Равнопрочность кузова достигается введением в его конструкцию различных коробчатых сечений, штампованных профилей и подбором толщины материала. Но как бы тщательно ни создавалась конструкция, при

эксплуатации в элементах кузова неизбежно появляются трещины и очаги коррозии. Поэтому диагностирование призвано обеспечить своевременное выявление этих дефектов, чтобы не допустить их дальнейшего развития.

Трещины в элементах кузова, как правило, являются следствием эксплуатации автомобиля в неудовлетворительных дорожных условиях, приводящей к постоянным перекосам кузова. Наиболее часто трещины появляются на передних стойках. При интенсивной эксплуатации в неудовлетворительных дорожных условиях с повышенными скоростями не исключено появление трещин на передних лонжеронах в зоне крепления амортизаторов. Результатом такой эксплуатации является характерный изгиб переднего крыла. При эксплуатации на высоких скоростях по автомобильным дорогам со значительными выбоинами кроме этого дефекта возможен также прогиб кузова в районе центральной стойки с появлением характерных вмятин (заломов) и других повреждений на крыле кузова. Изгиб переднего крыла образуется также вследствие лобового удара.

Все эти неисправности легко обнаруживаются органолептическим методом. Сложнее обстоит дело с оценкой коррозионного поражения кузова. Это усугубляется тем, что, как сказано выше, конструкция кузова состоит из многочисленных коробчатых закрытых сечений, в которых чаще задерживается влага и образуются очаги коррозии.

Оценку коррозионного поражения кузова легкового автомобиля выполняют визуально. Первоначально обследуют лицевые детали кузова и наружные поверхности скрытых сечений. Затем осматривают стыки и фланцевые соеди-

нения, сварные швы и внутренние поверхности моторного отсека и багажника. Обнаруженные очаги коррозии наносят на карту коррозионного состояния кузова. Диагностирование внутренних поверхностей скрытых сечений возможно с применением осветительных приборов, но из-за сложности изготовления и дороговизны широкого распространения они не имеют.

Для обеспечения долговечности кузова автомобиля производят периодическую обработку консервантами, нанесение на днище противоржавной мастики, местную обработку различными преобразователями коррозии, местную и полную окраску кузова, а в ряде случаев – замену отдельных деталей кузова автомобиля.

В процессе эксплуатации геометрические параметры кузова могут изменяться, что является следствием нормальной, но длительной эксплуатации автомобиля, однако чаще – следствием неправильной эксплуатации автомобиля и дорожно-транспортных происшествий. Анализ данных о количестве дорожно-транспортных происшествий по их видам для условий г. Оренбурга и Оренбургской области за последние пять лет позволяет сделать вывод, что одними из основных видов ДТП, в результате которых кузов получает аварийные по-

вреждения, являются столкновения (32,4%) и опрокидывания (22,3%) автомобилей. Причем наиболее разрушительные из этих повреждений происходят при фронтальных столкновениях передней частью кузова под углом 40–45° или сбоку. Такие столкновения, как правило, происходят с двумя движущимися автомобилями, скорости которых складываются. При таких столкновениях кузов автомобиля разрушается, особенно его передняя часть, а действующие при этом большие нагрузки в продольном, поперечном и вертикальном направлениях передаются всем близко расположенным деталям каркаса кузова, и особенно его силовым элементам. Повреждения кузова легкового автомобиля приводят к появлению различных его перекосов, которые проявляются в нарушении геометрических параметров проемов (дверей, капота, крышки багажника), лонжеронов, каркаса салона сверх допустимого предела, и контролю его геометрических параметров.

Контроль геометрии кузова осуществляется по базовым контрольным точкам с помощью различных калибров и систем контроля геометрических параметров кузова, которыми оснащаются современные автотехцентры и станции технического обслуживания автомобилей. Ба-

Таблица 1. Существующие методы контроля технического состояния кузовов легковых автомобилей

Методы контроля	Краткое описание методов контроля
1 Метод визуального осмотра	Визуально осматриваются места коррозионных разрушений и деформаций кузовных элементов
2 Весовой метод	Определение веса металла, потерянного в результате коррозионных разрушений
3 Определение толщины поперечного сечения деталей кузова	Размеры сечений определяют по образцам, вырезанным из конструкции, гамма-толщиномером или используя несложный мерительный инструмент
4 Определение глубины очагов разрушений (толщины слоя продуктов коррозии)	Толщину слоя продуктов коррозии или глубину очага коррозионного разрушения кузова определяют с помощью различных индикаторов, микроскопов, магнитных измерительных покрытий
5 Металлографическое исследование структуры материала	Данные методы являются лабораторными и предусматривают использование специального оборудования
6 Определение изменения механических свойств деталей кузова	
7 Исследование свойств продуктов коррозии	
8 Исследование относительных перемещений (колебаний) кузова	Оценивается жесткость кузова по размерам относительных перемещений (колебаний) отдельных его элементов при изменении нагрузки на автомобиль (эксплуатационные или стендовые испытания) с использованием тензодатчиков или виброакустической аппаратуры
9 Определение геометрических параметров кузова	Определяются координаты местоположения контрольных базовых точек кузова и сравниваются с величинами, рекомендованными заводом-изготовителем

зовые контрольные точки кузова автомобиля указаны в руководствах по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей. Для контроля геометрии кузова с помощью измерительных устройств разработаны карты замеров. На рисунке 1 представлен пример схемы расположения контрольных базовых точек кузова и их координаты для легкового автомобиля модели ВАЗ-2110 с использованием компьютерной программы системы контроля геометрии кузова фирмы «Aurobot».

Ряд участков кузова требует наиболее точного обеспечения заданных размеров. Контрольными могут являться точки мест крепления элементов подвески, рулевого управления и силового агрегата. Соответствующее требованиям завода-изготовителя расположение координат этих точек обеспечивает правильную установку передних колес относительно кузова, что необходимо для нормальной устойчивости и управляемости автомобиля.

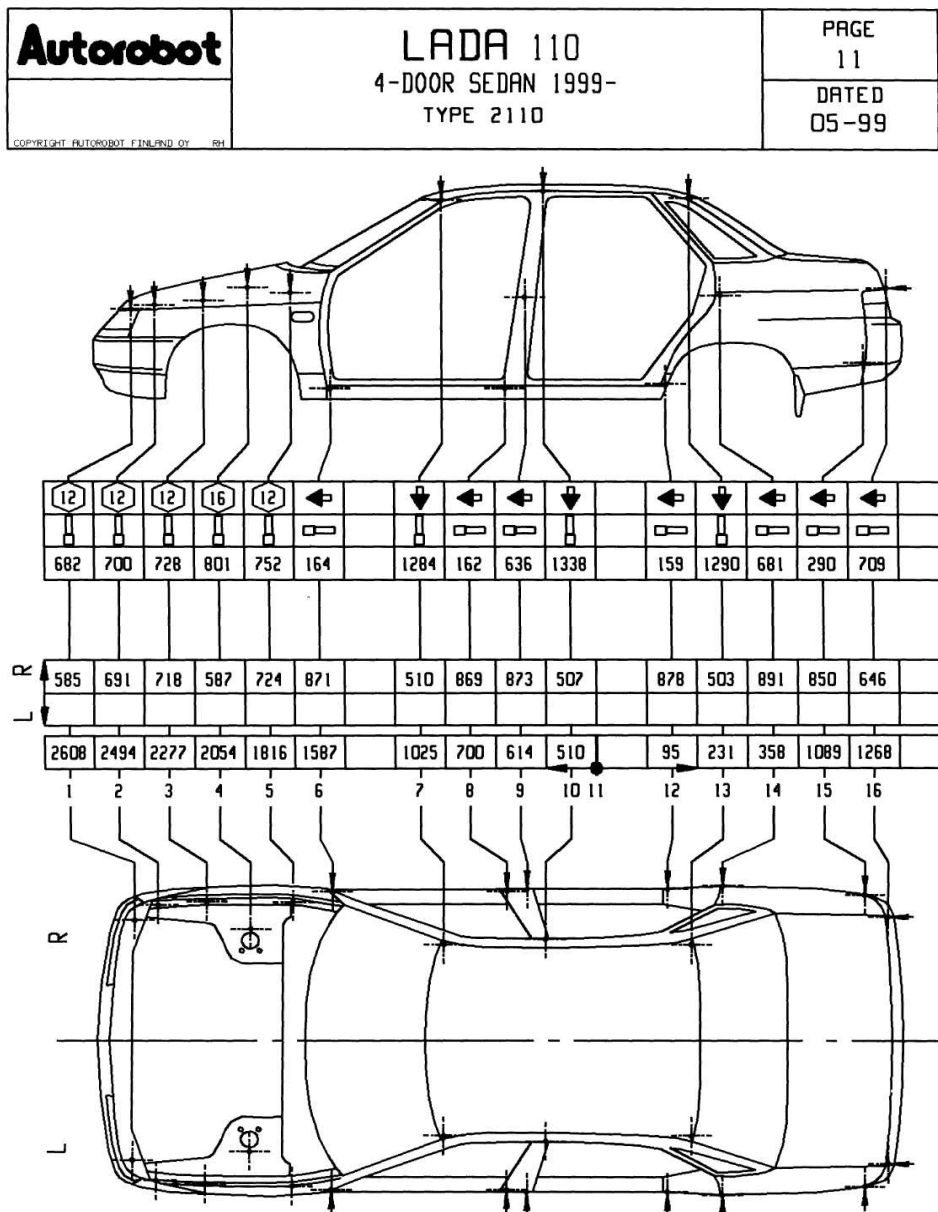


Рисунок 1. Схема расположения контрольных базовых точек кузова и их координаты для легкового автомобиля модели ВАЗ-2110 (с использованием компьютерной программы системы контроля геометрии кузова фирмы «Aurobot»)

Взаимосвязь технического состояния кузова легкового автомобиля с эксплуатационными показателями других элементов обоснована их кинематической связью. Поэтому при исследовании процессов эксплуатации, диагностирования, технического обслуживания и ремонта отдельных элементов автомобиля необходимо учитывать эти взаимосвязи с другими элементами, где особое место занимает базовый элемент автомобиля – кузов.

В ходе проведения исследований на станциях технического обслуживания г. Оренбурга выявлены факты изменения геометрических параметров кузова вследствие длительной или неправильной эксплуатации переднеприводных легковых автомобилей с неисправной передней подвеской, что свидетельствует о тесной взаимосвязи параметров углов установки управляемых колес и пространственного положения контрольных базовых точек кузовов автомобилей.

Сущность предлагаемой методики контроля технического состояния кузовов легковых автомобилей заключается в исследовании взаимосвязи диагностических показателей передней подвески, а именно значений углов установки управляемых колес, и координат положения контрольных базовых точек передней части кузова, что обусловлено восприятием наибольших эксплуатационных нагрузок этой части кузова. Определяется максимально допустимое количе-

ство регулировочных шайб при контроле величин углов установки управляемых колес, по превышению которых производится исследование геометрических параметров кузова. На примере переднеприводных автомобилей семейства ВАЗ при экспериментальных исследованиях были получены данные об изменении углов развала и продольного наклона оси поворота колес при постановке регулировочных шайб определенной толщины. Значения углов установки управляемых колес представлены в таблице 3.

В основу предлагаемой методики контроля технического состояния кузова легкового автомобиля на основе измерения углов установки управляемых колес положено определение остаточной наработки до достижения предельных значений диагностических параметров технического состояния передней подвески, которая заключается в следующем:

1. По результатам эксплуатационных испытаний устанавливается взаимосвязь между углами установки управляемых колес и геометрическими параметрами передней части кузова и наработки.

2. На основании результатов эксплуатационных наблюдений строятся аппроксимирующие модели изменения диагностических параметров технического состояния передней подвески и кузова. Обоснование аппроксимирующей функции проводится с использованием ме-

Таблица 2. Динамика распределения по видам ДТП за период 2005–2010 гг. в г. Оренбурге и Оренбургской области

Вид ДТП	2005 г.		2006 г.		2007 г.		2008 г.		2009 г.		2010 г.	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Столкновения	846	27,0	1116	31,1	1178	32,8	1091	32,6	1080	34,7	1044	36,0
Опрокидывания	775	24,7	794	22,1	792	22,0	744	22,2	690	22,2	601	20,7
Остальные виды ДТП	1516	48,3	1677	46,8	1627	45,2	1510	45,2	1340	43,1	1256	43,3
Всего	3137	100	3587	100	3597	100	3345	100	3110	100	2901	100

Таблица 3. Значения углов установки управляемых колес (на примере переднеприводных автомобилей семейства ВАЗ)

Марка (модель) автомобиля	Углы установки управляемых колес, рекомендуемые заводом-изготовителем, град.						Величина изменения углов установки управляемых колес при добавленных (+) или снятых (-) шайбах (0,8 мм), град				
	Схождение		Развал		Продольный наклон оси поворота		Развал		Продольный наклон оси поворота		
	min	max	min	max	min	max	+1	-1	+1	-1	
ВАЗ-2109-099; 2113-2115	+0°05'	+0°25'	0°00'	+1°00'	-0°10'	+0°50'	+12,5'±1,5'	-12,5'±1,5'	+19'±1,5'	-19'±1,5'	
ВАЗ-2110-2112	+0°05'	+0°25'	0°00'	+1°00'	0°00'	+1°30'	+12,5'±1,5'	-12,5'±1,5'	+19'±1,5'	-19'±1,5'	

тогда наименьших квадратов. Полученные результаты оцениваются на адекватность экспериментальными исследованиями.

3. Устанавливаются предельные значения диагностических параметров технического состояния передней подвески и кузова согласно нормативам завода-изготовителя.

4. Вычисляется прогнозируемый остаточный ресурс, определяемый наработкой, за которую хотя бы один из углов установки управляемых колес достигает своего предельного значения.

Модели зависимости диагностического параметра передней подвески от наработки могут быть описаны одним из следующих уравнений [5-7]:

$$\bar{\theta}(L) = \bar{\theta}_0 + \nu L, \quad (1)$$

$$\bar{\theta}(L) = \bar{\theta}_0 + \nu L^\alpha, \quad (2)$$

$$\bar{\theta}(L) = \frac{A\bar{\theta}_0 - \alpha L}{A - L}, \quad (3)$$

где $\bar{\theta}_0$ – среднее арифметическое значение параметра в начальный момент эксплуатации, град.; ν, A, α – параметры формул; L – наработка, тыс. км;

Функцию дисперсии можно представить в виде одного из выражений:

$$S_\theta^2(L) = a + a_1 L, \quad (4)$$

$$S_\theta^2(L) = a + a_1 L + a_2 L^2, \quad (5)$$

$$S_\theta^2(L) = S_\theta^2 e^{\alpha L}, \quad (6)$$

где S_θ^2 – дисперсия параметра θ в начальный момент времени при $L=0$; a, a_1, a_2 – параметры эмпирических формул.

Определение остаточной наработки в процессе диагностирования переднеприводных легковых автомобилей при достижении предельных значений углов установки управляемых колес в зависимости от изменения пространственного положения базовых контрольных точек передней части кузова для случая, когда математическое ожидание параметра технического состояния передней подвески аппроксимируется линейной функцией, дисперсия функцией (4), будет выражаться следующими зависимостями:

– при диагностировании углов схождения и продольного наклона оси поворота колес:

$$\bar{L}_{ост} = \frac{\theta_{пред} \bar{\theta}_0 - \nu \bar{L}_0 - \Delta\theta}{\nu}, \quad (7)$$

где $\Delta\theta$ – прирост величины углов установки управляемых колес, получаемый при постановке регулировочных шайб (данные таблицы 3);

– при диагностировании углов развала колес:

$$\bar{L}_{ост} = \frac{\theta_{пред} \nu \bar{L}_0 + \Delta\theta}{\nu}. \quad (8)$$

В основу установления количественных показателей, оценивающих наработку до достижения предельного значения углов установки управляемых колес, положена модель взаимосвязи параметров передней подвески с показателями надежности. Общая закономерность изменения значений углов установки управляемых колес в зависимости от наработки автомобиля представлена на рисунке 2.

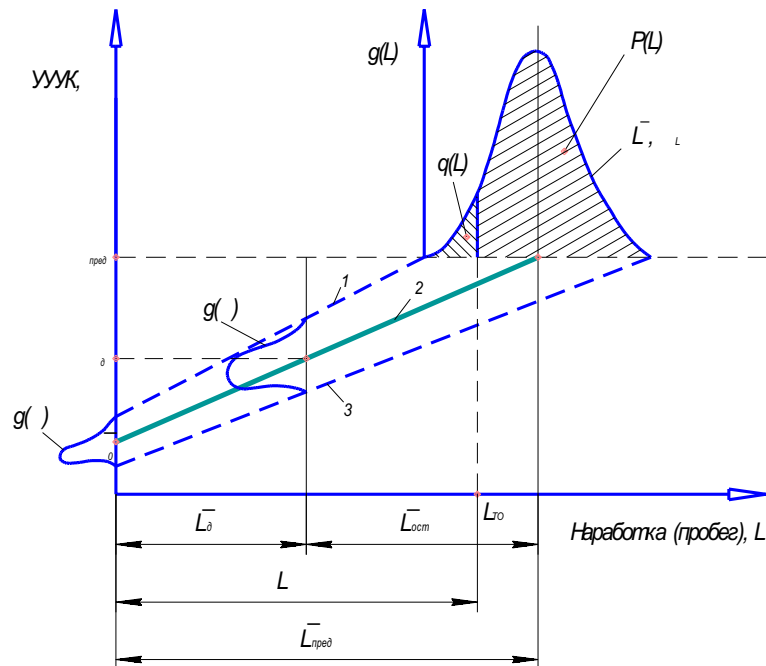
Проведенный теоретический анализ и результаты экспериментальных исследований позволили сделать ряд выводов, обосновывающих актуальность применения методики контроля технического состояния кузова легкового автомобиля на основе измерения углов установки управляемых колес, в частности:

1. Среди существующих методов контроля технического состояния кузовов автомобилей наименее трудоемким, информативным и экономически целесообразным является метод, основанный на определении геометрических параметров кузова.

2. Анализ данных о количестве дорожно-транспортных происшествий по их видам для условий г. Оренбурга и Оренбургской области за последние пять лет позволяет сделать вывод, что одними из основных видов ДТП, в результате которых кузов получает аварийные повреждения, являются столкновения (32,4%) и опрокидывания (22,3%) автомобилей.

3. Снижение показателей технического состояния кузова в процессе эксплуатации оказывает влияние на изменение параметров углов установки управляемых колес. При этом изменение технического состояния кузова автомобиля может определяться не только условиями эксплуатации, дорожными условиями и др., но и качеством технического обслуживания и ремонта, особенно при восстановлении кузова после ДТП.

4. Разработанная методика контроля технического состояния кузова легкового автомобиля на основе измерения углов установки управляемых колес позволяет определять величину остаточной наработки до достижения предельных значений параметров технического состояния передней подвески, а также определять максимально допустимое количество ре-



1, 3 – границы единичных реализаций изменения углов установки управляемых колес автомобилей; 2 – функция изменения математического ожидания углов установки управляемых колес автомобилей; θ – величина углов установки управляемых колес; θ_0 – исходное значение углов установки управляемых колес в момент наработки $L=0$; $g(\theta)$ – плотность распределения значений углов установки управляемых колес при наработке L ; $q(L)$ – вероятность возникновения отказа передней подвески по причине нарушения углов установки управляемых колес; $P(L)$ – допустимая вероятность безотказной работы передней подвески по изменениям углов установки управляемых колес; σ_L – среднее квадратичное отклонение наработки при предельных значениях углов установки управляемых колес; $L_{ост}$ – математическое ожидание остаточной наработки до достижения предельных значений углов установки управляемых колес; $L_{пред}$ – математическое ожидание наработки при достижении предельных значений углов установки управляемых колес; $L_{го}$ – гамма-процентная наработка; L_{TO} – наработка до технического обслуживания передней подвески.

Рисунок 2. Общая закономерность изменения значений углов установки управляемых колес в зависимости от наработки автомобиля

гулировочных шайб при контроле величин углов установки управляемых колес, по превы-

шению которых производится исследование геометрических параметров кузова.

10.03.2011

Список литературы:

1. Синельников, А.Ф. Кузова легковых автомобилей: техническое обслуживание и ремонт / А.Ф. Синельников [и др.]. – М.: Академкнига, 2004. – 495 с.
2. Звягин, А.А. Автомобили ВАЗ: изнашивание и ремонт / А.А. Звягин [и др.]. – Л.: Политехника, 1991. – 255 с.
3. Ананьин, А.Д. Диагностика и техническое обслуживание машин / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов. – М.: Академия, 2008. – 432 с.
4. Грошев, А.М. Требования к техническому состоянию транспортных средств: сборник / А.М. Грошев [и др.]. – М.: Нижний Новгород: [Б. и.], 2005. – 432 с.
5. Бондаренко, Е.В. К вопросу влияния технического состояния передней части кузова легкового автомобиля на углы установки управляемых колес в эксплуатации / Е.В. Бондаренко, В.П. Апсин, И.Х. Хасанов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – №12(62). – С. 438-444.
6. Хасанов, И.Х. Анализ изменения углов развала управляемых колес легковых переднеприводных автомобилей в процессе эксплуатации / И.Х. Хасанов, Р.Х. Хасанов // Материалы международной научно-практической конференции «Повышение эффективности эксплуатации автотранспортных средств на основе современных методов диагностирования». – Иркутск: ИрГТУ, 2007. – С. 272-275.
7. Хасанов, И.Х. Теоретическое обоснование методики определения углов установки управляемых колес от изменения технического состояния передней части кузова легкового автомобиля / И.Х. Хасанов, Р.Х. Хасанов // Сборник докладов Восьмой Российской научно-технической конференции «Прогрессивные технологии в транспортных системах». – Оренбург: ИПК ОГУ, 2007. – С. 316-321.

Сведения об авторе:

Хасанов Ильгиз Халилович, старший преподаватель кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей транспортного факультета Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел. (3532) 757771
E-mail: hasanovilgiz1@rambler.ru

UDC 629.113.002.3

Khasanov I.Kh.

Orenburg state university, e-mail: hasanovilgiz1@rambler.ru

METHODS OF CONTROL OF TECHNICAL CONDITION OF THE BODY OF THE CAR ON THE BASIS OF THE MEASUREMENT OF STEERED WHEELS

The author presents the results of the study to improve the monitoring of technical condition of the body of the car. Novelty is the use of the analytical dependencies relationship values of steered wheels and coordinates monitoring base points – places of fastening of front suspension for evaluation of technical condition of the body.

Keywords: corners of the steered wheels, the control base point, the body, the front suspension.

Bibliography:

1. Sinelnikov, A.F. Bodies of cars: maintenance service and repair / A.F. Sinelnikov [etc.]. – M: Akademkniga, 2004. – 495 p.
2. Zvyagin, A.A. Car VAZ: wear process and repair / A.A. Zvyagin [etc.]. – L: Politehnika, 1991. – 255 p.
3. Ananyin, A.D. Diagnostics and maintenance service of cars / A.D. Ananin, V.M. Mihlin, I.I. Gabitov. – M: Academy, 2008. – 432 p.
4. Groshev, A.M. Trebovanija to a technical condition of vehicles: the collection / A. M.Groshev [etc.]. – M; Nizhni Novgorod: [B. and.], 2005. – 432 p.
5. Bondarenko, E.B. To a question of influence of a technical condition of a forward part of a body of the car on corners of installation of operated wheels in operation / E.V. Bondarenko, V.P. Apsin, I.H. Hasanov // The Bulletin of the Orenburg state university. – 2006. – №12 (62). – p. 438-444.
6. Hasanov, I.H. Analys of change of corners of disorder of operated wheels of automobile front-wheel cars while in service / I.H. Hasanov, R.H. Hasanov // Materials of the international scientifically-practical conference «Increase of efficiency of operation of vehicles on the basis of modern methods of diagnosing». – Irkutsk: ИрГТУ, 2007. – p. 272-275.
7. Hasanov, I.H. Theoretical a substantiation of a technique of definition of corners of installation of operated wheels from change of a technical condition of a forward part of a body of the car / I.H. Hasanov, R.H. Hasanov // The Collection of reports of the eighth Russian scientific and technical conference «Progressive technologies in transport systems». – Orenburg: ИПК ОГУ, 2007. – p. 316-321.