

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ШАРОВЫХ ШАРНИРОВ НА ЦИКЛИЧЕСКУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

В статье рассмотрены факторы, оказывающие негативное влияние на узлы автомобиля в процессе его эксплуатации, устройство передней подвески автомобилей ВАЗ 2101-2107 и их модификаций, а также назначение ее элементов – шаровых шарниров. В статье приведены данные о способах испытаний шаровых шарниров и подробное рассмотрение методики проведения стендовых испытаний шаровых шарниров.

В последнее время компаниями, работающими в сфере автомобилестроения, все больше внимания уделяется вопросам повышения надежности (в частности, долговечности) как автомобиля в целом, так и его отдельных механизмов, узлов и деталей. На изменение технического состояния автомобиля и его составных частей, а следовательно, и их долговечность существенное влияние оказывают условия эксплуатации: дорожные условия (техническая категория дороги, вид и качество дорожного покрытия, уклоны, подъемы, спуски, радиусы закруглений дороги и т. д.), условия движения (интенсивное городское движение или движение по загородным трассам), климатические условия (температура окружающего воздуха, влажность, ветровые нагрузки, солнечная радиация), сезонные условия (пыль летом, грязь и влага осенью и весной), агрессивность окружающей среды (морской воздух, соль на дороге в зимнее время, в значительной степени усиливающие коррозию и оказывающие разрушающие воздействие на резинотехнические изделия), а также транспортные условия (загрузка автомобиля).

Все изменения, которые происходят с течением времени в каждом узле автомобиля и приводят к потере им работоспособности, т. е. состоянию, при котором он перестает соответствовать хотя бы одному из требований, характеризующих его способность выполнять возложенную на него функцию, связаны с внешними и внутренними энергетическими воздействиями, которым он подвергается во время эксплуатации. При этом имеется три основных источника возникновения действующих на него факторов:

1. Факторы окружающей среды (нагрузки, вибрации, влага, пыль, грязь, температурные воздействия и т. д.), включая человека, выполняющего функции водителя и ремонтника.

2. Внутренние факторы, связанные с рабочими процессами, протекающими непосредственно внутри узла (постоянно протекающие

процессы трения контактных поверхностей, силовые нагрузки и т. д.).

3. Технологические факторы, связанные со свойствами материалов и геометрией составных частей, а также непосредственно с технологией сборки и доводки.

Задача определения долговечности отдельных узлов автомобиля не сводится к определению степени воздействия одного или нескольких отдельных факторов, оказывающих на него влияние в процессе эксплуатации. При решении данной задачи влияние перечисленных выше факторов должно рассматриваться как воздействие этих факторов в комплексе, хотя при этом и не учитываются случайные факторы (скрытые дефекты составных частей узла, перегрузки конструкции, способные вызвать его разрушение, и т. д.).

Среди прочих ответственных узлов и механизмов автомобиля, от которых зависит не только исправная работа автомобиля как единой системы, но и безопасность людей, находящихся внутри него, отдельно можно выделить элементы передней подвески.

В конструкции подвески автомобилей ВАЗ 2101-2107 и их модификаций (рис. 1) имеется два типа шаровых пальцев, которые служат шарнирным соединением рычагов передней подвески с поворотными кулаками и обеспечивают передачу от колес к кузову всех видов нагрузок, возникающих при движении автомобиля с одновременным поворотом и вертикальными ходами колес [1], – верхний и нижний шаровые пальцы передней подвески.

Для подтверждения заданного или определения необходимого эксплуатационного ресурса шаровых шарниров автомобильные компании проводят разного рода ускоренные дорожные и стендовые испытания подвесок.

Все известные способы испытаний шаровых шарниров передней подвески с целью выявления данных о долговечности можно условно разделить на несколько групп (рис. 2).

В некоторых случаях получение необходимой информации путем проведения дорожных испытаний на надежность (долговечность) является наиболее приоритетным, поскольку обеспечивается максимальное подобие испытательных режимов нагружения режимам эксплуатационным. Но, к сожалению, «копирование» эксплуатационных режимов при всей своей понятности, простоте плана испытаний и сопоставимости результатов отличается сложностью и длительностью реализации [2].

Опыт проведения ресурсных испытаний подвески на ВАЗе, а также различные публикации на данную тематику подтвердили следующие

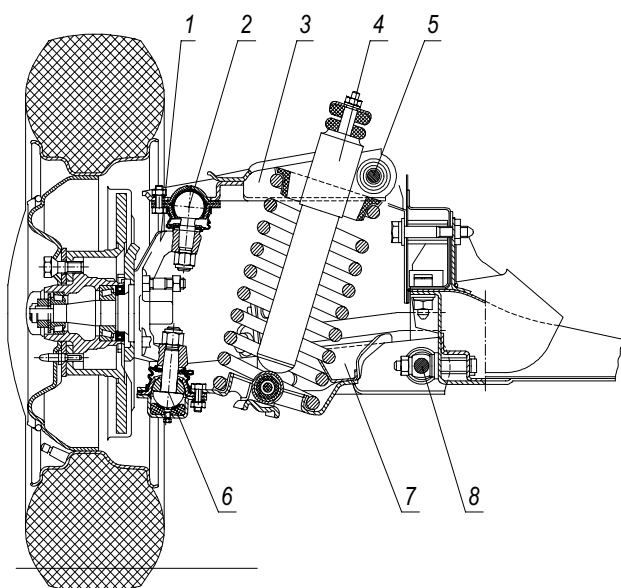


Рисунок 1. Поперечный разрез по левому колесу передней подвески автомобилей ВАЗ 2101-2107: 1 – поворотная цапфа; 2 – верхний шаровой шарнир передней подвески; 3 – верхний рычаг передней подвески; 4 – амортизатор; 5 – ось верхнего рычага передней подвески; 6 – нижний шаровой шарнир передней подвески; 7 – нижний рычаг передней подвески; 8 – ось нижнего рычага передней подвески

преимущества стендовых испытаний перед дорожными [3]:

1. Меньшие трудоемкость и стоимость испытаний.
2. Снижение времени испытаний в 36 раз за счет только повреждающих факторов нагружения.
3. Высокая воспроизводимость режима испытаний и легкость контроля за состоянием подвески в ходе испытаний.

В результате проведенного анализа имеющейся информации был сделан вывод о том, что наиболее эффективным способом изучения процесса эксплуатации шаровых шарниров передней подвески является его воссоздание в лабораторных условиях. И чем более точно воспроизводится процесс (или происходит его имитация в лабораторных условиях), тем более полную и достоверную информацию возможно получить о его протекании в реальных условиях.

Что касается испытаний передней подвески в сборе, то нужно отметить, что такие испытания в значительной мере упрощают испытания шаровых шарниров на подготовительном этапе, то есть позволяют избежать дополнительных трудностей, связанных с созданием условий проведения испытаний, приближенных к реальным условиям эксплуатации, что, как следствие, ведет к получению результатов испытаний со значительной степенью достоверности.

Основным недостатком таких испытаний можно считать невозможность получения достоверной информации о характере изменения параметров отдельных узлов подвески – шаровых шарниров. Кроме этого, отрицательным моментом таких испытаний являются неоправданные затраты (материальные, временные, энергозатраты и т. д.) на испытание подвески автомобиля в целом в ситуации, когда целью испытаний является получение достоверной информации лишь об одном конкретном элементе подвески.

Таким образом, обобщая вышесказанное, можно сделать вывод о том, что для получения достоверной информации о характере изменения параметров шаровых шарниров передней подвески необходима область стендовых испытаний.

При этом стенд, на котором производится испытание шаровых шарниров, должен в полном объеме воспроизводить все движения и силовые нагрузки, воспринимаемые шарнирами в реальных условиях.

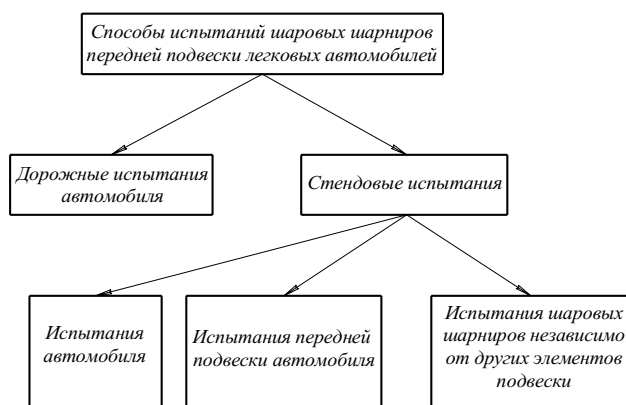


Рисунок 2. Способы испытаний шаровых шарниров передней подвески легковых автомобилей

Кроме этого, для того, чтобы иметь возможность в полной мере доверять результатам стендовых испытаний, необходима их проверка (подтверждение) данными, полученными в реальных условиях.

В результате проведенного анализа конструкции подвески автомобилей ВАЗ 2101-2107 и их модификаций, а также учитывая требования предъявляемые к качеству дорожных покрытий ГОСТ Р 50579-93 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения», были определены условия, которые необходимо создать на стенде для того, чтобы полученный результат оказался максимально достоверным (табл. 1).

При планировании испытаний шаровых шарниров на циклическую долговечность необходимо также учитывать, что основными контрольными параметрами испытуемых шарниров являются:

1. Для верхних шаровых шарниров – осевое перемещение шарового пальца в корпусе ΔL под знакопеременной осевой нагрузкой (± 100 кгс) (рис. 3а), для чего может быть использована разрывная тихоходная машина, оборудованная датчиком перемещения с погрешностью не более 0,01 мм.

2. Для нижних шаровых шарниров расстояние h от наружной поверхности нижнего корпуса до сферической поверхности головки шарового пальца, для измерения которого достаточно воспользоваться глубиномером штангенциркуля [4] (рис. 3б).

Дополнительными контрольными параметрами, показывающими состояние шарнира, являются моменты сопротивления качанию и вра-

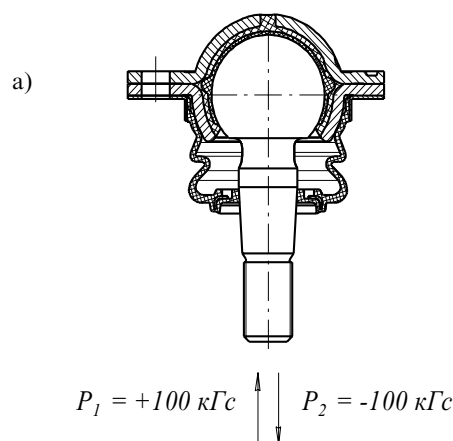
щению шарового пальца в корпусе шарнира, а также плавность хода при их замере.

После того, как на всех испытуемых образцах проведен замер основных и дополнительных контрольных параметров, производится их установка на испытательный стенд, на котором предварительно заданы эксплуатационные параметры (табл. 1).

Количество циклов испытаний соответствует количеству качаний траверсы и составляет в сумме 1 млн. циклов.

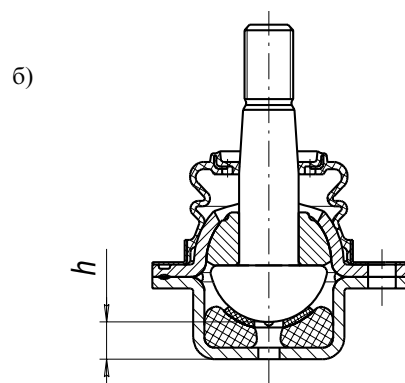
В ходе проведения испытаний стенд останавливают через каждые 50 тыс. циклов с целью замера контрольных параметров на испытуемых образцах.

Таким образом, при завершении испытаний появляется возможность построения зависимостей: для верхних шаровых шарниров – осевого перемещения шарового пальца в корпусе шар-



$L = L_2 - L_1$ – осевое перемещение шарового пальца в корпусе шарнира, мм,

где: L_1 – показания датчика перемещения при осевой нагрузке $P_1 = +100$ кгс, мм; L_2 – показания датчика перемещения при осевой нагрузке $P_1 = -100$ кгс, мм



h – основной контрольный параметр при испытаниях нижних шаровых опор ВАЗ 2101-2107

Таблица 1. Параметры испытаний шаровых пальцев передней подвески автомобилей ВАЗ 2101-2107 и их модификаций

Наименование показателей	Шаровой палец нижний в сборе	Шаровой палец верхний в сборе
Боковая нагрузка, кгс	± 450	± 300
Осевая нагрузка, кгс	0 -450	+300 -100
Частота поворота шарового пальца, мин ⁻¹	10	10
Частота качания корпуса шарового пальца, мин ⁻¹	50	50
Угол поворота шарового пальца, градусов	50	50
Угол наклона корпуса шарового пальца, градусов	40	40

Примечание: Знак «-» соответствует осевой нагрузке растяжения, а знак «+» – осевой сжимающей нагрузке

Рисунок 3. Основные контрольные параметры при испытаниях шаровых шарниров передней подвески автомобилей ВАЗ 2101-2107 и их модификаций

нира от количества циклов испытаний, а для нижних – значений расстояния «h».

Результатом испытаний являются зависимости, позволяющие судить о характере изменения состояния испытуемых образцов с увеличением количества циклов испытаний.

Для определения фактического соотношения между количеством циклов испытаний на стенде и пробегом автомобиля в реальных условиях с установленными на него экспериментальными шаровыми шарнирами достаточно,

зная значения контрольных параметров шарниров, демонтированных с автомобилей, а также пробег каждого автомобиля, узнать его соотношение с количеством циклов испытаний.

В результате знание такого соотношения, позволит проводить ускоренные испытания шаровых шарниров передней подвески легковых автомобилей на циклическую долговечность с возможностью получения достоверной информации о характере изменения характеристик шарниров в процессе эксплуатации.

Список использованной литературы:

1. Пальцы шаровые передних подвесок автомобилей ВАЗ нижние и верхние с защитными чехлами (комплекты для запчастей). Технические условия ТУ 4542-029-00231490-93. Дата введения 01-10-93. Код ОКП 45 4213 4016.
2. Антипцев В.П., Грушников В.А., Киселев Н.С. и др. Испытания АТС. Регистрация, анализ и моделирование режимов нагружения // Автомобильная промышленность. №3. 1996.
3. Использование имитационных стендов при испытаниях на ресурс подвесок легковых автомобилей. Соломатин Н.С., Бабичев А.В., Понькин А.В., Заплатин А.А. Перспективы развития автомобильного транспорта: Материалы Всероссийской научно-технической конференции, г. Тольятти, 2000. Тольятти: Изд-во ТолПИ, 2000.
4. Вершигора В.А., Зельцер В.И., Пятков К.Б. Автомобили ВАЗ. Устройство, техническое обслуживание и ремонт. М.: Изд-во «Транспорт», 1974.