

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Институт Машиностроения и Автомобильного транспорта
Кафедра Автотранспортная и техносферная безопасность

**Методические указания к выполнению лабораторных работ
по дисциплине
«ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ДОРОЖНЫЕ
КОММУНИКАЦИИ»**

Направление подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Программа подготовки: «Организация и безопасность движения»

Уровень высшего образования : бакалавриат

Форма обучения : очная

Составитель
Ф.П. Касаткин

Владимир 2016

ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ДОРОЖНЫЕ КОММУНИКАЦИИ

Лабораторная работа №1

Возникновение многих ДТП обусловлено техническими неисправностями, конструктивными и производственно-технологическими недостатками транспортных средств. Наиболее часто причинами ДТП являются: в тормозных системах — утечка тормозной жидкости или воздуха из магистрали, разрыв шлангов, манжет и диафрагм тормозных камер, изнашивание или замасливание фрикционных накладок, бортовая неравномерность тормозных сил, в рулевом управлении — увеличенный свободный ход рулевого колеса, разъединение тяг рулевого привода из-за поломки шаровых пальцев, заклинивание рулевого механизма, ослабление крепления деталей; в системе освещения — перегорание ламп, неправильная установка фар; в ходовой части — проколы и разрывы шин, чрезмерное изнашивание протектора, нарушение герметичности шины из-за ослабления ее посадки на ободе, срезание шпилек.

В дорожном движении участвует большое число неисправных автомобилей, угрожающих безопасности. Из проверенных 300 грузовых автомобилей только 6 отвечали требованиям Правил дорожного движения. Остальные имели одну или несколько неисправностей в системах, агрегатах и узлах, влияющих на безопасность. В табл.1 приведены данные о доле неисправных грузовых автомобилей в общем числе проверенных автомобилей той же марки.

Обследование 900 легковых автомобилей выявило также значительное число неисправных (табл.2).

подавляющее число водителей обследованных автомобилей знало о существовании неисправностей еще до выезда на линию. Много неисправностей обнаружено у автомобилей, недавно выпущенных предприятием-изготовителем (пробег менее 10 тыс км). Выявленные неисправности характерны как для автомобилей индивидуальных владельцев, так и для автомобилей, принадлежащих министерствам и ведомствам.

Таблица 1- Причины технической неисправности грузовых автомобилей

Неисправные элементы	Доля неисправных автомобилей, %				
	ГАЗ-52	ГАЗ-53	ЗИЛ-130-76	ММЗ-555	МАЗ-503
Рабочая тормозная система	5,7	10,0	18,3	18,3	68,0
Система освещения и	80,0	90,0	80,0	90,0	72,0
Рулевое управление	17,1	45,0	51,7	45,0	—
Колеса и шины	8,6	11,7	16,7	6,7	8,0
Наружные зеркала	25,7	45,0	30,0	56,7	76,0
Стеклоочистители	5,7	—	6,7	28,3	32,0

Таблица 2- Причины технической неисправности легковых автомобилей

Неисправные элементы	ВАЗ-«Жигули»	ГАЗ-24 «Волга»	«Москвич-408»	«Москвич-2140»
Рабочая тормозная система: снижение тормозной силы	4,1	38,0	61,3	34,0
неравномерность тормозной	86,8	88,0	86,6	81,1
нарушение герметичности	4,4	—	2,6	—
увеличенный ход тормозной	—	49,0	66,6	23,0

Стояночная тормозная система: неправильная регулировка фар	21, 0	35, 0	65,3	18, 8
неисправность габаритных фонарей, указателей поворота,	—	—	4,0	—
Рулевое управление	8, 5	30, 0	37, 3	21, 7
Управляемые колеса: неправильные углы установки	38, 3	50,0	70,6	36, 7
дисбаланс	80, 0	62, 0	82, 6	40, 6
Давление воздуха в шинах		66, 0	69, 3	30, 2

Расследование и судебное разбирательство уголовных дел, связанных с ДТП и фактами нарушения требований Правил дорожного движения и Правил технической эксплуатации транспортных средств, требуют обязательного исследования технического состояния элементов автомобиля, влияющих на безопасность дорожного движения.

Техническое состояние автомобиля определяют в большинстве случаев на месте ДТП работники Госавтоинспекции, иногда с участием следователя. Результаты фиксируют в Протоколе осмотра и проверки технического состояния транспортного средства. К сожалению, опыт производства судебных экспертиз показал, что случаи, когда этот Протокол заполнялся правильно и содержал обоснованные и исчерпывающие сведения о техническом состоянии транспортного средства, весьма редки. Без указания конкретных значений параметров, на основании которых сделан вывод о состоянии какого-нибудь элемента, и сведений о размерах повреждений и их дислокации этот документ не содержит объективной технической информации. Поэтому в процессе предварительного расследования ДТП и производства экспертизы часто возникает необходимость дополнительно осмотреть транспортное средство и проверить его техническое состояние с замером основных параметров.

Применительно к задачам, стоящим перед экспертом-автотехником, проверить техническое состояние автомобиля — это значит определить работоспособность систем, влияющих на безопасность движения. На местах ДТП такая проверка осуществляется путем проведения технического экспресс-диагностирования.

Техническое диагностирование транспортного средства — это процесс определения и оценки технического состояния систем без их разборки, по совокупности обнаруженных диагностических параметров. К основным системам автомобилей, влияющим на безопасность движения, относятся тормозные (рабочая, запасная, стояночная и вспомогательная), рулевого управления, внешней сигнализации и освещения, а также трансмиссия и ходовая часть.

Экспертиза технического состояния.

Основной целью экспертного исследования транспортного средства является установление причинно-следственной связи между его техническим состоянием и механизмом ДТП.

Техническое состояние транспортного средства характеризуется степенью его соответствия инструкциям предприятий-изготовителей, Правилам технической эксплуатации, государственным стандартам и другим нормативным актам. Отклонения технического состояния от показателей, установленных перечисленными документами, квалифицируются как неисправность.

Иногда в процесс исследования вовлекают экспертов других специальностей — химиков, металловедов, трассологов.

Для достижения указанной цели при экспертном исследовании транспортного средства необходимо установить причины обнаруженной технической неисправности и время ее возникновения. Следует определить возможность обнаружения этой неисправности водителем или другими лицами, отвечающими за техническое состояние

автомобиля, до момента ДТП и установить, мог ли водитель данного транспортного средства предотвратить ДТП при наличии обнаруженной неисправности.

Рассмотрим экспертизу технического состояния при столкновении двух автомобилей — грузового и легкового. В процессе осмотра у легкового автомобиля обнаружена неисправность тормозного шланга переднего колеса. Шланг был плохо закреплен, при повороте колеса соприкасался с другими деталями автомобиля, в результате протерся почти на половину толщины. Когда водитель легкового автомобиля, пытаясь предотвратить столкновение, резко затормозил, шланг от большого давления разорвался, тормозная жидкость вылилась и скорость автомобиля не уменьшилась. Попытка водителя применить ручной тормоз не дала положительных результатов, так как замедление автомобиля оказалось недостаточным.

При исследовании этого ДТП эксперту были заданы следующие вопросы.

1. Что явилось причиной изнашивания тормозного шланга?
2. Когда возникла эта техническая неисправность, в частности, мог ли износ шланга достичь такого значения за время от выезда автомобиля из гаража до момента ДТП?
3. Можно ли было обнаружить изнашивание шланга перед выпуском автомобиля на линию?
4. Можно ли было предотвратить задевание шланга о другие детали?
5. Можно ли было предотвратить столкновение автомобилей, если бы тормозная система легкового автомобиля была технически исправной?

Эксперт приступает к исследованию только при наличии постановления, в котором перечислены объекты экспертизы. Объекты, подлежащие исследованию (транспортное средство, его агрегаты, приборы, узлы или детали), приобщаются к делу постановлением суда или следствия.

Начиная исследование, эксперт должен быть уверен, что объект исследования находится в том же состоянии, в каком он находился непосредственно после столкновения. Так, если автомобиль после ДТП не был опечатан и находился в гараже владельца, то нет никакой гарантии в том, что за время стоянки он не был отремонтирован. Экспертиза в этом случае по меньшей мере бессмысленна, а часто оказывается и вредной, так как эксперт, исследуя отремонтированный автомобиль, может прийти к заключению, не соответствующему действительности. Известны также случаи, когда владелец автомобиля, желая увеличить размер компенсации за повреждения, умышленно приводит в негодность детали своего автомобиля после ДТП или заменяет годные детали на негодные.

Если эксперт констатирует, что автомобиль или механизм испорчен как объект экспертизы, он обязан сообщить об этом лицу, назначившему экспертизу.

В процессе экспертизы необходимо стремиться к тому, чтобы объект исследования не был поврежден. По делу всегда может быть проведена повторная экспертиза, одной из задач которой может быть проверка хода и результатов предыдущего исследования. Порча объекта исследования во время первичной экспертизы уничтожает возможность такой объективной проверки. Поэтому всегда следует стремиться к осмотру и испытанию исследуемой системы в целом, не подвергая ее даже частичной разборке. Если же разборка системы неизбежна, то необходимо соблюдать осторожность и по возможности точнее фиксировать состояние объекта до исследования, например, путем фотографирования, описания внешнего вида узлов и деталей с необходимыми замерами.

В ходе судебного заседания могут быть высказаны сомнения в истинности фактов, установленных экспертом. Например, эксперт, исследуя техническое состояние автомобиля, установил чрезмерный свободный ход рулевого колеса, который, по его мнению, затруднял управление автомобилем и мог явиться одной из причин рассматриваемого ДТП. В протоколе осмотра и проверки технического состояния транспортного средства соответствующая графа по ошибке автоинспектора оказалась незаполненной. Это обстоятельство дало повод обвиняемому водителю утверждать на суде, что рулевое

управление в момент ДТП было технически исправным и что его якобы «испортил» эксперт. Для предупреждения подобных случаев следует провести экспертизу в присутствии следователя, который удостоверит в протоколе дополнительного осмотра транспортного средства наличие неисправностей, обнаруженных экспертом, сфотографирует дефектные детали и т. д.

Исследовать транспортное средство и его механизм можно различными способами в зависимости от цели экспертизы и вопросов, подлежащих разрешению. В общих частях это исследование предусматривает следующие операции.

1. Наружный осмотр объекта, представленного на экспертизу, фотографирование его, фиксация неисправностей, установленных при осмотре (трещин, изломов, ослабления креплений, вмятин и др.).

2. Разборка агрегата, осмотр и замер деталей, установление повышенных износов и деформаций, царапин, задиров, трещин и других повреждений.

3. Установление причин возникновения обнаруженных дефектов и механизма их образования.

4. Проведение экспериментов и проверочных расчетов для подтверждения предполагаемого механизма образования дефектов.

5. Сопоставление результатов экспертного исследования с нормативными данными: техническими условиями на изготовление и сборку узлов, на ремонт и выбраковку деталей; технологическими картами на техническое обслуживание и ремонт автомобиля; чертежами предприятия-изготовителя и т. д.

Эксперт-автотехник исследует транспортное средство и его элементы часто с экспертом-криминалистом. Автотехник знает устройство автомобиля, режимы и особенности его эксплуатации. Криминалист по следам, имеющимся на деталях, устанавливает действующие силы и их направления и процесс образования неисправности. В результате совместного исследования обстоятельства возникновения неисправности и ее причинная связь с конкретными условиями исследуемого ДТП могут быть установлены с достаточной достоверностью.

Прибыв на место ДТП или место хранения автомобиля, эксперт должен:

выяснить у следователя вид и основные обстоятельства ДТП;

совместно со следователем и работниками ГАИ обеспечить сохранность автомобиля как вещественного доказательства;

проверить контрольные приборы и оборудование, имеющиеся у эксперта и предназначенные для проверки систем транспортных средств. При необходимости оттарировать их;

осмотреть автомобиль с целью получения информации об общем его состоянии, а также фиксации характера, размеров и мест расположения наружных повреждений. В случае необходимости сфотографировать транспортное средство, его части, места и фрагменты повреждений. Описать их особенности;

определить размеры и дислокацию вмятин, царапин и других повреждений;

на основании проведенного осмотра по внешним признакам выяснить целесообразность экспресс-диагностирования;

провести экспресс-диагностирование технического состояния автомобиля, определяя значения выходных параметров систем. При этом необходимо осматривать элементы систем, влияющих на безопасность движения (с учетом ДТП), последовательно, начиная с органов управления и кончая исполнительными органами;

при обнаружении повреждений и других отклонений от нормального состояния отдельных элементов (следов подтекания тормозной жидкости, смазки, разрывов, проколов, потертости, трения и др.) сфотографировать их, измерить и описать.

Например, последовательность проверки технического состояния рабочей тормозной системы автомобиля такова:

наличие изменений конструкции системы;

наличие внешних повреждений узлов и деталей;
прогиб ремня привода компрессора;
работа компрессора — максимальное давление; время достижения максимального давления;
работа контрольных приборов;
время падения давления на 0, 5 кгс/см² — при включенной системе; при выключенной системе;
ход штоков тормозных камер (цилиндров) — передних тормозных механизмов; задних тормозных механизмов;
наличие и количество конденсата в ресиверах пневматической системы;
наличие подтекания тормозной жидкости;
место подтекания;
уровень жидкости в бачке главного тормозного цилиндра;
свободный ход педали рабочего тормоза;
зазоры между тормозным барабаном и накладками — передних тормозных механизмов; задних тормозных механизмов;
длина тормозного пути при скорости 40 км/ч или установившееся замедление;
время срабатывания тормозного привода.

Чтобы определить причины и время возникновения неисправности, эксперт должен знать характер неисправности (эксплуатационный, усталостный, аварийный), условия ее появления и развития, силы, действующие на детали в процессе эксплуатации и во время ДТП, и их направление. При этом эксперт-автотехник может не согласиться с выводами криминалиста и указать другую более вероятную с его точки зрения причину неисправности.

Так, например, при расследовании ДТП, в ходе которого автомобиль ЗИЛ-130-76, потеряв управление, наехал на мачту освещения, была обнаружена поломка рычага поворотного кулака. Эксперт-металловед после визуального осмотра поверхности излома дал заключение об усталостном характере разрушения. Однако эксперт-автотехник, рассчитав напряжения кручения и изгиба, возникающие в данном сечении рычага, доказал, что рычаг не мог разрушиться в эксплуатационных условиях. Причиной поломки рычага были чрезмерно большие силы, которые могли возникнуть только в процессе наезда на массивную железобетонную мачту.

Отвечая на вопрос, имел ли водитель возможность предотвратить столкновение (опрокидывание или наезд) при наличии у автомобиля неисправности, обнаруженной после ДТП, эксперт сравнивает параметры движения технически исправного и неисправного автомобилей.

Если в результате расчетов окажется, что водитель мог предотвратить ДТП, несмотря на неисправное состояние автомобиля, то следует сделать вывод об отсутствии причинной связи между обнаруженной неисправностью и наступившими последствиями. Если будет установлено, что водитель не мог избежать ДТП при наличии данной неисправности, но мог это сделать на технически исправном автомобиле, то можно сделать вывод о наличии указанной связи.

К сожалению, в настоящее время отсутствуют способы расчета, позволяющие с нужной точностью определить, как влияет та или иная неисправность автомобиля на параметры его движения: скорость, путь, время и траекторию. Это положение справедливо в отношении большинства перечисленных выше неисправностей.

Так, например, нет обоснованных методов расчета движения автомобиля с неисправным рулевым управлением, спущенной шиной или поломанной рессорой. Нет надежного способа определения траектории автомобиля при неисправной работе тормозных механизмов на одном или нескольких колесах автомобиля и т. д.

Не имея возможности установить количественную связь между техническим состоянием автомобиля и характером его движения, эксперт тем самым зачастую не

может с нужной определенностью ответить на вопрос о причинной связи, обнаруженной неисправности с возникновением и развитием ДТП. В большинстве случаев эксперт вынужден ограничиваться качественным анализом механизма ДТП и давать заключение в условно вероятностной форме. Например: «Данная неисправность рулевого управления могла явиться причиной выезда, автомобиля на левую сторону проезжей части...» или «Одной из причин наезда автомобиля на пешехода мог быть чрезмерно большой свободный ход тормозной педали». Однако в том случае, когда установлена количественная связь конкретной технической неисправности с параметрами движения автомобиля, эксперт может дать ответ в категорической форме, обосновав его техническими расчетами. Если, например, установлено, что в результате замасливания тормозных накладок максимальное замедление автомобиля было меньше нормативного значения, то можно с большой точностью определить, находится ли эта неисправность в причинной связи с наездом на пешехода. Для этого вначале, используя в расчетах параметры неисправного автомобиля, определяют его положение на проезжей части в момент возникновения опасной обстановки. Затем в расчеты вводят параметры, характерные для технически исправного автомобиля, и определяют, была ли у водителя возможность избежать наезда.

Рассмотрим примерную последовательность расчетов

Пример. При осмотре легкового автомобиля ВАЗ-2106 «Жигули», совершившего наезд на пешехода, было установлено, что в результате неисправности задних тормозных механизмов максимальное установившееся замедление при скорости 11,1 м/с (40 км/ч) составляло $j_{\phi}=5,0$ м/с². На месте ДТП оставлен след юза длиной 16 м. Удар пешеходу был нанесен передним правым углом автомобиля ВАЗ. Пешеход двигался перпендикулярно направлению движения автомобиля и прошел по проезжей части около $S_{\Pi}=4,7$ м со скоростью примерно $V_{\Pi}=1,9$ м/с. Покрытие дороги—асфальтобетон в сухом состоянии. Профиль дороги горизонтальный. После наезда автомобиль проехал 5 м.

Перед экспертом поставлены вопросы: находится ли неисправность задних тормозных механизмов в причинной связи с наездом на пешехода и мог ли водитель предотвратить наезд при исправных механизмах?

Для ответа на поставленные вопросы принимаем значения следующих параметров: замедление технически исправного автомобиля в данных дорожных условиях $j_{\Pi}=6,7$ м/с²; время запаздывания тормозного привода $t_2=0,2$ с; время нарастания замедления $t_3=0,4$ с; время реакции водителя $t_1=0,8$ с.

Решение.

1. Начальная скорость автомобиля ВАЗ в процессе ДТП

$$U_a = 0,5t_3j_{\phi} + \sqrt{2S_{\text{юз}}j_{\phi}} = 0,5 \cdot 0,4 \cdot 5 + \sqrt{2 \cdot 16 \cdot 5,0} = 13,6 \text{ м/с.}$$

2. Скорость автомобиля ВАЗ в момент наезда на пешехода $U_{\Pi} = \sqrt{2S_{\Pi}j_{\phi}} = \sqrt{2 \cdot 5 \cdot 5} = 7,1$ м/с.

3. Время движения автомобиля ВАЗ до наезда на пешехода

$$t_{\text{дн}} = t_1 + t_2 + 0,5t_3 + (U_a - U_{\Pi})/j_{\phi} = 0,8 + 0,2 + 0,2 + (13,6 - 7,1)/5,0 = 2,5 \text{ с.}$$

Время движения пешехода по проезжей части $t_{\Pi} = 4,7/1,9 \approx 2,5$ с

Время движения пешехода практически равно времени движения автомобиля с момента возникновения опасной обстановки до наезда. Поэтому у эксперта нет оснований утверждать, что водитель запоздал с торможением.

4. Удаление автомобиля в момент возникновения опасной дорожной обстановки при скорости 13,6 м/с:

$$S_{\text{уд}} = S_{\Pi} U_a / U_{\Pi} - (U_a - U_{\Pi})^2 / (2j_{\phi}) = 13,6 \cdot 2,5 - (13,6 - 7,1)^2 / (2 \cdot 5,0) = 29,8 \text{ м.}$$

5. Остановочный путь технически исправного автомобиля при тех же значениях U_a , t_1 , t_2 , t_3 и при $j_{\Pi}=6,7$ м/с²

$$S_0 = 13,6(0,8 + 0,2 + 0,2) + 13,6^2 / (2 \cdot 6,7) = 30,1 \text{ м.}$$

Остановочный путь автомобиля с исправными тормозными механизмами (30,1 м) несколько больше, чем удаление автомобиля от линии следования пешехода в момент возникновения опасной обстановки (29,8 м). Поэтому даже при исправных тормозных механизмах водитель не имел технической возможности избежать наезда на пешехода путем остановки. Таким образом, обнаруженная техническая неисправность автомобиля не находится в причинной связи с наездом его на пешехода.

Задание

При осмотре легкового автомобиля ВАЗ-21013 «Самара», совершившего наезд на пешехода, было установлено, что в результате неисправности задних тормозных механизмов максимальное установившееся замедление при скорости 11,1 м/с (40 км/ч) составляло j_{ϕ} . На месте ДТП оставлен след юза $S_{\text{ю}}$. Удар пешеходу был нанесен передним правым углом автомобиля ВАЗ. Пешеход двигался перпендикулярно направлению движения автомобиля и прошел по проезжей части около $S_{\text{п}}$ со скоростью примерно $V_{\text{п}}$. Покрытие дороги—асфальтобетон в сухом состоянии. Профиль дороги горизонтальный. После наезда автомобиль проехал 5 м.

Перед экспертом поставлены вопросы: находится ли неисправность задних тормозных механизмов в причинной связи с наездом на пешехода и мог ли водитель предотвратить наезд при исправных механизмах?

Для ответа на поставленные вопросы принимаем значения параметров: замедление технически исправного автомобиля в данных дорожных условиях $j_{\text{н}} = 6,7 \text{ м/с}^2$; время запаздывания тормозного привода $t_2 = 0,21 \text{ с}$; время нарастания замедления $t_3 = 0,3 \text{ с}$; время реакции водителя $t_1 = 0,6 \text{ с}$.

Используя разобранный пример и таблицу 3 с вариантами задания решить поставленную задачу.

Таблица 3 – Варианты заданий

Вариант №	j_{ϕ}	$S_{\text{ю}}$	$S_{\text{п}}$	$V_{\text{п}}$
1	5,0	15	4,7	1,9
2	4,8	16	5	2
3	4,3	17	4,5	2,3
4	5,3	14,5	4,3	3,1
5	5,6	15,2	6	1,4
6	4,1	16,3	6,2	5,3
7	4,0	14,7	4,8	3,3
8	5,6	15	2,5	1,6
9	5,5	16,1	5,7	5,2
10	4,8	14,7	6,2	4,3
11	5,1	15,5	2,7	4,1
12	5,2	15,9	3,7	3,7
13	4,9	16,7	3,8	3,4
14	5,7	14,8	4,2	3,2
15	5,4	16,9	4,9	2,5
16	5,3	18	5,8	2,7
17	4,1	15,6	7,2	2,9
18	4,5	16,4	7,1	3,5
19	4,7	15	6,7	1,5
20	4,8	14,9	6,5	3,4

Порядок выполнения работы

1. Изучить методику проведения экспертного исследования ТС
2. Письменно ответить на контрольные вопросы
3. Произвести расчеты, оценивающие причинные связи наезда на пешехода и неисправностью рассматриваемого узла.
4. Ответить на поставленные перед экспертом вопросы
5. Сделать выводы по работе

Контрольные вопросы

- 1 . Основные неисправности узлов автомобиля, влияющих на безопасность движения, частота их появления
- 2 . Задачи, стоящие перед техником-экспертом, основные недостатки при составлении протокола
- 3 . Цель экспертного заключения.
- 4 . Как оценивается техническое состояние транспортного средства?
- 5 . Требования к объекту исследования.
- 6 . Операции, выполняемые в процессе экспертного заключения.
- 7 . Последовательность проведения экспертизы.
- 8 . Последовательность проверки технического состояния объекта экспертизы.
- 9 .

Лабораторная работа №2

«Анализ технического состояния систем автомобиля влияющих на безопасность дорожного движения»

Цель работы: Выполнить анализ конструкции систем автомобиля непосредственно влияющих на безопасность движения.

1. Теоретическая часть

1.1 Техническая диагностика машин

Основные понятия. Системы диагностирования

Широкий диапазон условий и режимов эксплуатации, а также вариация начальных показателей качества машины приводят к значительной дисперсии ее наработок до предельного состояния. Поэтому весьма важно иметь методы и средства для оценки технического состояния машины, т.е. получение индивидуальной информации о скрытых и назревающих отказах, остаточном ресурсе, причинах нарушения работоспособности и т.п. Средством получения такой информации является техническая диагностика.

Технической диагностикой называется отрасль знаний, изучающая признаки неисправностей машин, методы, средства и алгоритмы определения их технического состояния без разборки. Техническая диагностика непосредственно примыкает к теории надежности, так как главной ее целью является своевременное обнаружение неработоспособного состояния машины, прогнозирование остаточного ресурса, что, в конечном счете, направлено на повышение надежности и эффективности эксплуатации машины.

Техническая диагностика как научное направление ставит перед собой задачу изучения всего комплекса вопросов, связанных с оценкой технического состояния машины, т.е. состояния, которое характеризуется в определенный момент времени при

определенных условиях внешней среды значениями параметров, установленных технической документацией на объект.

Диагностированием называют процесс определения технического состояния объекта без его разборки путем измерения величин, характеризующих его состояние, и сопоставления их с нормативами. Диагностирование не является самостоятельным технологическим процессом, оно является элементом системы ТО и ремонта, обеспечивающим индивидуальной информацией о техническом состоянии объекта. Наличие такой информации позволяет оптимизировать режимы регламентного контроля, оперативно выявлять потребность объекта в ремонте и ТО, проверять качество их выполнения, т.е. комплексно управлять техническим состоянием.

Под управлением техническим состоянием объекта подразумевается комплекс технических воздействий, направленных на предупреждение отказов и восстановление значений параметров технического состояния до требуемого уровня (рис. 1).

Из схемы видно, что при эксплуатации объекта под влиянием факторов внешней среды происходит изменение его технического состояния, которое восстанавливается в процессе ТО или ремонта. Внедрение диагностирования в этот процесс позволяет уточнить объемы регламентных работ применительно к данному объекту, исключить затраты на его преждевременную профилактику и текущий ремонт, полнее использовать заложенный в него потенциальный ресурс.

Диагностирование является качественно более совершенной формой контрольных работ и отличается от последних следующими признаками:

- объективностью и достоверностью оценки технического состояния сложных объектов без их разборки;
- возможностью определения технического состояния по выходным параметрам;
- появлением условий для прогнозирования технического состояния объекта, его остаточного ресурса.

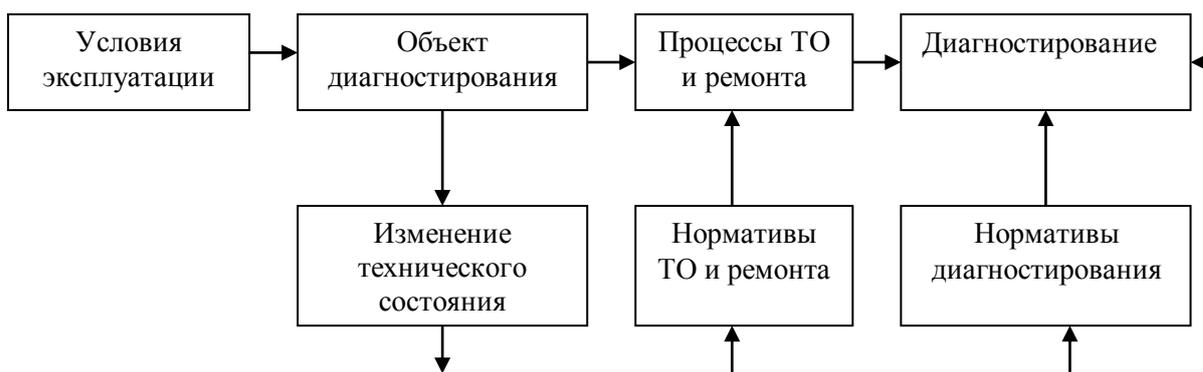


Рис. 1. Схема управления техническим состоянием объекта в эксплуатации

Результат диагностирования, т.е. заключение о техническом состоянии, называется *диагнозом*. При диагностировании машин возможны различные варианты формирования диагноза. В случае положительного результата диагностирования, т.е. когда объект находится в работоспособном состоянии желательно иметь информацию о запасе его исправной работы (прогнозирование остаточного ресурса). При отрицательном результате (объект неработоспособен) - заключение о конкретных отказах и неисправностях.

В процессе диагностирования в общем случае принимают участие объект диагностирования, технические средства диагностирования и человек-оператор, которые в совокупности образуют систему диагностирования.

Функции человека-оператора изменяются в зависимости от степени автоматизации процесса диагностирования и от того, какое (рабочее или тестовое) диагностирование выполняется.

Системы диагностирования делятся на *функциональные*, когда диагностирование проводят в процессе работы объекта, и *тестовые*, когда при измерении диагностических параметров работу объекта воспроизводят искусственно. Различают системы *универсальные*, предназначенные для нескольких различных диагностических процессов, и *специальные*, обеспечивающие только один из них.

Диагностические системы могут быть *общими*, когда объектом является изделие в целом, а назначением – оценка его состояния на уровне «годно - негодно» и *локальными*, предназначенными для диагностирования составных частей объекта (агрегатов, механизмов, систем).

В зависимости от используемых технических средств системы диагностирования могут быть *автоматизированными* и *ручными*. Автоматизации, прежде всего, подлежат операции получения информации о техническом состоянии, ее обработка и выдача диагностического заключения (диагноза).

Средствами диагностирования (автомобиля) служат специальные приборы и стенды. Они подразделяются на:

- *внешние*, которые подсоединяются или работают с контролируемыми изделиями только во время проведения контроля и не являются элементами изделия;
- *встроенные* (бортовые), которые являются конструктивными элементами объекта и осуществляют контроль непрерывно или периодически по определенной программе.

Внешние средства диагностирования могут быть стационарными (стенды тормозные, для проверки углов установки колес и др.) и переносными (тестеры, газоанализаторы, дымомеры, компрессометры и др.).

Встроенные средства диагностирования включают в себя входящие в конструкцию автомобиля датчики и приборы (блоки питания, электронно-вычислительные приборы, индикацию) для обработки диагностических сигналов и непрерывного или достаточно частого измерения параметров технического состояния. Простейшие средства встроенного диагностирования реализуются в виде традиционных приборов щитка водителя. Более сложные средства встроенного диагностирования позволяют водителю постоянно контролировать состояние тормозных систем, расход топлива, токсичность отработанных газов и др.

Недостатком сложных средств встроенного диагностирования является необходимость оборудования каждого автомобиля дорогостоящей аппаратурой.

Существуют диагностические средства смешанного типа. В таких комплексах используются встроенные датчики с выводами диагностического сигнала к централизованному штепсельному разъему и внешние средства для снятия электрических сигналов, их измерения, обработки и индикации полученной информации.

Любая система диагностирования предполагает установление закономерностей изменения параметров технического состояния объекта, обоснование комплекса

диагностических параметров и их нормативных значений, выявление связей этих параметров с параметрами технического состояния, определение оптимальной процедуры (алгоритма) диагностирования.

Алгоритм диагностирования представляет собой структурное изображение рациональной последовательности диагностических, регулировочных и ремонтных операций. Он определяет вывод объекта на тестовый режим, постановку первичного диагноза, переход к следующему элементу, регулировочные и ремонтные операции, повторные и заключительные проверки. Алгоритм строят с учетом особенностей объекта и средств диагностирования и оптимизируют (сравнивая с другими вариантами) по экономическому критерию.

Окончательную детализацию процедуры диагностирования дает *технологическая карта*, которая включает в себя порядковые номера операций и их трудоемкость, применяемое оборудование, исполнителей, коэффициенты повторяемости.

1.2. Выбор диагностических параметров

Техническое состояние машин (агрегатов, узлов) определяется, безусловно, структурными параметрами, однако в большинстве случаев, невозможно осуществить их контроль без разборки. Поэтому для этой цели используются *диагностические параметры* – косвенные величины, связанные со структурными параметрами и несущие достаточную информацию о техническом состоянии объекта.

В качестве диагностических параметров при оценке технического состояния автомобилей используются:

- параметры рабочих процессов (мощность, тормозной путь, расход топлива и т.д.);
- параметры сопутствующих процессов (вибрации, шумы, нагрев и т.п.);
- геометрические параметры (зазоры, свободный ход, люфты, несоосности и др.).

В основу выбора диагностических параметров должны быть положены технические, экономические или технико-экономические критерии. К техническим критериям относятся: срок службы объекта до предельного состояния, уровень безотказной работы, коэффициент технической готовности, информативность, точность, контролепригодность и др. Экономические критерии определяют максимум производительности или рентабельности эксплуатации. Предпочтительными являются технико-экономические критерии в виде минимизации суммарных приведенных затрат или суммарных удельных затрат на эксплуатацию, ТО и ремонт.

Выбор диагностических параметров S определяется их взаимосвязью со структурными параметрами X (рис. 2).

Эти связи могут быть единичными (а), когда с изменением конкретного структурного параметра изменяется один диагностический; множественными (б), когда изменение одного структурного параметра ведет к изменению нескольких диагностических; неопределенными (в), когда один диагностический параметр может изменяться при изменении нескольких структурных; комбинированными (г), когда возможны комбинации вышеперечисленных связей.

Из всего комплекса диагностических параметров выбираются лишь те, которые удовлетворяют требованиям однозначности, стабильности, чувствительности, информативности и технологичности.

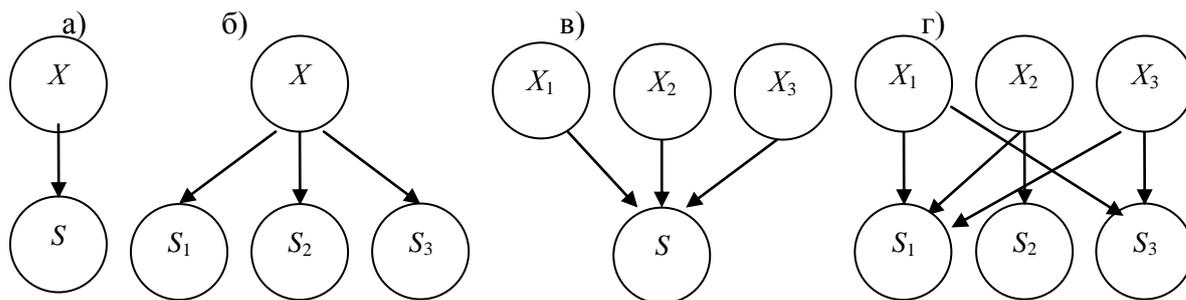


Рис. 2. Взаимосвязи диагностических и структурных параметров

Под однозначностью понимают соответствие каждому значению диагностического параметра только одного состояния диагностируемого объекта, т.е. в диапазоне от начального до предельного значений структурного параметра экстремум функции $S = f(X)$ отсутствует.

Стабильность диагностического параметра определяется наибольшим отклонением его величины от среднего значения при неизменных условиях измерения.

Чувствительность ϕ диагностического параметра характеризуется изменением его значения dS с изменением ΔX структурного параметра. Для практических целей можно пользоваться приращениями $\Delta S = f(\Delta X)$. Из рис. 3 следует, что при $\Delta X = \text{const}$ $\Delta S_1 > \Delta S_2$, тогда и чувствительность диагностического параметра S_1 больше чувствительности параметра S_2 , т.е. $\phi_1 > \phi_2$.

Информативность диагностического параметра определяется снижением исходной энтропии (т.е. неопределенности технического состояния объекта) после измерения данного диагностического параметра

$$I = H_n - H_i, \quad (1)$$

где H_n , H_i – неопределенность (энтропия) состояния объекта до и после измерения i -го диагностического параметра.

Технологичность измерения параметра определяется удобством подключения диагностической аппаратуры, простотой измерения и обработки полученных результатов.

Вполне очевидно, что чем больше диагностические параметры удовлетворяют рассматриваемым требованиям, тем эффективнее их использование при определении технического состояния объекта.

Процедура выбора диагностических параметров предусматривает следующие этапы:

- анализ статистических данных по эксплуатационным отказам и неисправностям с целью выявления наименее надежных составных частей и наиболее часто повторяющихся неисправностей;
- выявление структурно-следственных связей диагностируемого объекта;

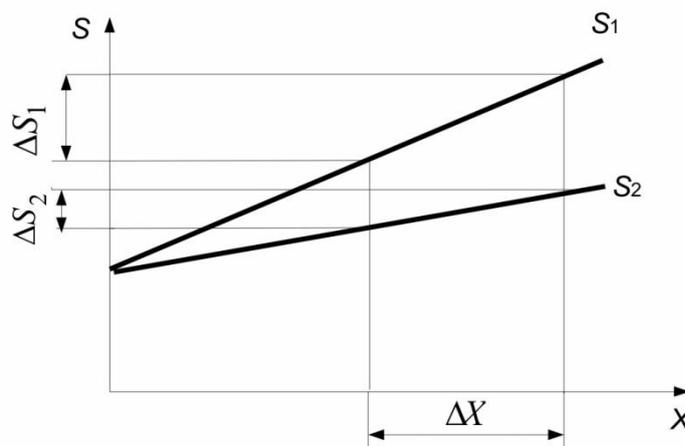


Рис.3. Схема определения чувствительности диагностических параметров

- разработку методики поиска неисправностей и алгоритма диагностирования.

Кроме закономерностей изменения технического состояния механизмов и узлов объекта диагностирования необходимо обобщенное описание его наиболее важных свойств: перечень наиболее часто отказывающихся элементов, соответствующие этим элементам структурные и диагностические параметры и связи между ними. Наиболее простое логическое описание объекта диагностирования выражается его структурно-следственной моделью, разработка которой осуществляется по принципу многоуровневой цепочки, которая определяет следующие уровни поиска неисправности:

1 – основные узлы, из которых состоит диагностируемая система;

2 – сопряжения и элементы узлов, имеющих в процессе эксплуатации наибольшие износы и отклонения структурных параметров;

3 – структурные параметры сопряжений и элементов, определяемые на основе анализа взаимодействия элементов и сопряжений с учетом показателей эксплуатационной надежности;

4 – перечень возможных неисправностей объекта;

5 – перечень симптомов, посредством которых проявляется каждая неисправность;

6 – предварительный перечень всех возможных диагностических параметров, из которых выбираются только удовлетворяющие вышеизложенным требованиям.

На рис. 4 представлена структурно-следственная модель связей системы подвески и рулевого управления переднеприводного автомобиля семейства ВАЗ.

Для повышения эффективности процесса диагностирования следует из всех возможных проверок проводить только необходимые и в совершенно определенной последовательности по алгоритму. Строить диагностический процесс целесообразно как некоторую процедуру, в результате которой не только оцениваются значения параметров, но и происходит управление сбором информации.

Алгоритм диагностирования должен быть построен таким образом, чтобы по выбранному перечню параметров определить работоспособность системы и локализовать имеющиеся неисправности.

Локализация неисправностей, т.е. их поиск и устранение, является неотъемлемой частью технологического процесса диагностирования. Основные метрологические требования, которым должны удовлетворять методы и средства локализации неисправностей, не отличаются от требований к самому процессу диагностирования. К ним относятся: точность, достоверность, быстрдействие и эффективность.

Параметры шестого уровня, как это следует из рис. 4, позволяют оценить устойчивость и управляемость автомобиля и указывают на конкретную неисправность.

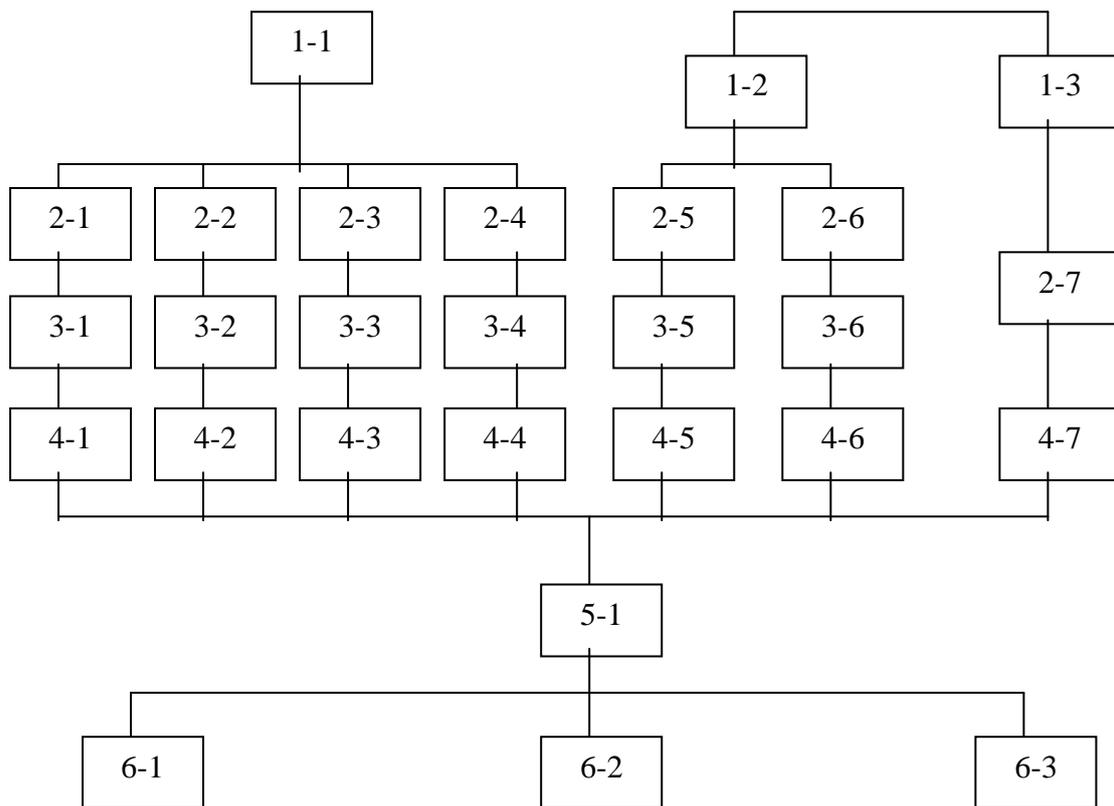


Рис. 4. Блок-схема структурно-следственных связей системы подвески и рулевого управления переднеприводного автомобиля семейства ВАЗ:

1-1 – передняя подвеска автомобиля; 1-2, 1-3 – рулевое управление автомобиля, состоящее из рулевого привода и рулевого механизма; 2-1 – ступичный подшипник – корпус ступицы колеса; 2-2 – рычаги подвески; 2-3 – шаровой шарнир рычага подвески; 2-4 – растяжки рычагов подвески; 2-5 – рулевые тяги; 2-6 – наконечники рулевых тяг; 2-7 – рейка – приводная шестерня рулевого механизма; 3-1 – увеличенный зазор в ступичном подшипнике; 3-2 – изменение длины (конфигурации) рычагов подвески; 3-3 – изменение длины рулевых тяг; 3-4 – люфт в шаровых шарнирах рулевых тяг; 3-5 – изменение длины рулевых тяг; 3-6 – люфт в шаровых шарнирах рулевых тяг; 3-7 – увеличенный зазор в рулевом механизме; 4-1 – механический износ поверхностей ступичного подшипника; 4-2 – деформация рычагов подвески; 4-3 – механический износ шарового пальца или ослабление пружины шаровой опоры рычага подвески; 4-4 – деформация растяжек подвески; 4-5 – деформация рулевых тяг; 4-6 – механический износ шарового пальца или ослабление пружины шарового шарнира рулевой тяги; 4-7 – механический износ рейки и приводной шестерни рулевого механизма; 5-1 – нарушение устойчивости и управляемости автомобиля; 6-1 – эффективность подвески; 6-2 – отклонение углов установки колес; 6-3 – боковой увод автомобиля

Лабораторная работа №3

Задание для выполнения лабораторной работы:

Привести в соответствии с заданием конструктивную схему соответствующего узла или системы с пояснениями, которые отражают их процесс работы.

Проанализировать построенную конструктивную схему узла или системы в целом и выяснить, какие сопряжения или элементы наиболее подвержены износу (отказам). На конструктивной схеме узла или системы кружочками отметить соответствующие сопряжения или элементы и указать (перечислить) причину столь интенсивного их износа.

Построить схему структурно-следственных связей рассматриваемого узла или системы. Рассматривать не менее двух сопряжений в системах или узлах.

Написать заключение (вывод) в котором следует отразить результаты проведенного анализа конструкции.

Таблица 1 - Варианты заданий

Вариант №	Автомобиль	Система, влияющая на безопасность движения автомобиля
1	ВАЗ-2107	Рулевое управление
2	ВАЗ-21014	Рулевое управление
3	ВАЗ-21010	Рулевое управление
4	ГАЗ-2705 (Газель)	Рулевое управление
5	КамАЗ-5320	Рулевое управление
6	ЗИЛ	Рулевое управление
7	Ford Focus	Рулевое управление
8	Hyundai Accent	Рулевое управление
9	Opel Astra	Рулевое управление
10	Mazda 3	Рулевое управление
11	Волга-31105	Рулевое управление
12	ПАЗ-3205	Рулевое управление
13	ЛиАЗ-5256	Рулевое управление
14	VW Golf	Рулевое управление

Вариант №	Автомобиль	Система, влияющая на безопасность движения автомобиля
15	ВАЗ-2107	Передняя подвеска
16	ВАЗ-21014	Передняя подвеска
17	ВАЗ-21010	Передняя подвеска
18	ГАЗ-2705 (Газель)	Передняя подвеска
19	КамАЗ-5320	Передняя подвеска
20	ЗИЛ	Передняя подвеска
21	Ford Focus	Передняя подвеска
22	Hyundai Accent	Передняя подвеска
23	Opel Astra	Передняя подвеска
24	Mazda 3	Передняя подвеска
25	Волга-31105	Передняя подвеска

26	ПАЗ-3205	Передняя подвеска
27	ЛиАЗ-5256	Передняя подвеска
28	VW Golf	Передняя подвеска